



**HAL**  
open science

## Les médecins généralistes face aux questionnements suscités par les antennes-relais de téléphonie mobile

Alexandra Guillet

► **To cite this version:**

Alexandra Guillet. Les médecins généralistes face aux questionnements suscités par les antennes-relais de téléphonie mobile . Médecine humaine et pathologie. 2016. dumas-01441957

**HAL Id: dumas-01441957**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01441957>**

Submitted on 20 Jan 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE PRÉSENTÉE POUR OBTENIR LE GRADE DE

**DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX**

ÉCOLE DOCTORALE DE MÉDECINE

Par Alexandra GUILLET

née le 17 février 1987 à Brest

**LES MÉDECINS GÉNÉRALISTES FACE AUX QUESTIONNEMENTS  
SUSCITÉS PAR LES ANTENNES-RELAIS DE TÉLÉPHONIE MOBILE**

Sous la direction du Dr Jacques GUILLET

Soutenue le 6 décembre 2016

Membres du jury :

Madame le Pr Laurence BORDENAVE  
Monsieur le Pr Jean-Philippe JOSEPH  
Monsieur le Pr Louis-Rachid SALMI  
Monsieur le Dr Damien MUZARD  
Monsieur le Dr Jacques GUILLET

Présidente  
Rapporteur  
Juge  
Juge  
Directeur



THÈSE PRÉSENTÉE POUR OBTENIR LE GRADE DE

**DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX**

ÉCOLE DOCTORALE DE MÉDECINE

Par Alexandra GUILLET

née le 17 février 1987 à Brest

**LES MÉDECINS GÉNÉRALISTES FACE AUX QUESTIONNEMENTS  
SUSCITÉS PAR LES ANTENNES-RELAIS DE TÉLÉPHONIE MOBILE**

Sous la direction du Dr Jacques GUILLET

Soutenue le 6 décembre 2016

Membres du jury :

Madame le Pr Laurence BORDENAVE  
Monsieur le Pr Jean-Philippe JOSEPH  
Monsieur le Pr Louis-Rachid SALMI  
Monsieur le Dr Damien MUZARD  
Monsieur le Dr Jacques GUILLET

Présidente  
Rapporteur  
Juge  
Juge  
Directeur

## Remerciements

À mon oncle et directeur de thèse, Jacques GUILLET, qui m'a pris sous son aile pour travailler sur ce sujet passionnant et complexe. Tes judicieux conseils et ta patience ont rendu cette collaboration très agréable. Je te dis toute mon affection et mon admiration.

À Madame le Professeur Laurence BORDENAVE, vous me faites l'honneur de présider ce jury de thèse et je vous en remercie. Veuillez accepter l'expression de mon profond respect et de ma reconnaissance.

À Monsieur le Professeur Jean-Philippe JOSEPH pour avoir accepté d'effectuer le rapport de cette thèse. Merci pour le soin que vous avez apporté à la rédaction de celui-ci, pour vos conseils et votre bienveillance.

À Monsieur le Professeur Louis-Rachid SALMI, merci d'avoir accepté de juger ce travail, soyez assuré de mon respect et de ma reconnaissance.

Au Docteur Damien MUZARD, qui a eu la gentillesse de rejoindre ce jury, merci d'avoir accepté de juger ce travail. Soyez assuré de mon respect et de ma reconnaissance.

Au Professeur Roger SALAMON et à l'équipe de l'ISPED pour avoir aidé à la réalisation du questionnaire, soyez assuré de ma reconnaissance.

### Remerciements personnels

Merci à ceux qui se sont déplacés, et à ceux qui l'auraient fait s'ils avaient pu.

Un merci tout particulier à mes petites fées de l'orthographe (et des fautes de typographies) : avec par ordre alphabétique Amélia, Anaëlle, Damien et Marion. Merci d'avoir pris le temps de lire mon petit pavé !

Un grand merci à Isabelle pour son aide dans la rédaction du résumé en anglais. Merci à tous d'avoir été aussi consciencieux et réactifs !

À ma famille

À mon père, qui m'a appris à avancer et à garder le sourire malgré les difficultés. Ton dynamisme et ton humour forcent le respect. J'espère en avoir un peu hérité.

À mes frère et sœurs, Aurélia Stéphanie et Christophe, tous si différents et adorables. Merci de m'avoir motivé et soutenu pendant la réalisation de cette thèse. Je n'ai pas assez de place pour dire tout le bien que je pense de chacun de vous, ni la fierté que vous m'inspirez. On en a fait du chemin depuis Brest. Cette complicité que nous avons su garder est essentielle pour moi. Vous méritez le meilleur.

À mes beaux-frères Aymeric et Mathieu, je compte sur vous pour prendre soin de mes grandes sœurs. Je vous embrasse!

Une pensée pour mes magnifiques nièces Éléa et Nina.

À ma grand-mère Gloria, un petit concentré de force et de tendresse à elle toute seule.

À mes tantes et oncle Cathy, Maylis et Jean, Dominique, et mes cousins Guillaume et Xavier.

À ma cousine Audrey pour le coaching motivation.

J'ai déjà une famille incroyable, mais j'ai eu la chance d'être adoptée par une deuxième.

À Chantal, Yves, Quentin (et Morgane) Geoffrey (et Myriam). Pour m'avoir accueilli à bras ouverts, pour toutes vos attentions (en particulier tout ce qui se mange!) et votre gentillesse.

Je vous dis merci.

À Anaëlle, tu sais l'affection que j'ai pour toi, tu es plus qu'une amie, je me sens en famille avec toi. Toujours à l'écoute dans les moments difficiles... et toujours partante pour passer de bons moments! Merci pour tout. Et mention spéciale à ta famille que j'ai pris énormément de plaisir à côtoyer davantage cette année. Merci à Pierre Janine et Alexandre d'avoir fait le déplacement.

Aux amis "poitevins"

À Amélia, Anne-Sophie, aux deux Céline et à Laurianne : nos petites retrouvailles annuelles sont vraiment des moments forts. Vivement la prochaine fois sur Bordeaux!

À Anne-Laure : cela fait trop longtemps que le trio infernal n'a pas sévi. Je vous embrasse toi et ta petite famille.

À Stéphanie et Maxime. Je vous souhaite beaucoup de bonheur, à vous et à vos petits!

Aux amis "bordelais".

À Marie et Beesham. Marie, pour ta fraîcheur, tes « marinades », et les fous rires qu'on a pu avoir ensemble ; et toi Beesham, discret mais si plein d'humanité. Merci de nous avoir permis d'assister à votre incroyable mariage qui restera un des grands moments de ma vie.

À Amélie, dommage que tu sois si loin! Merci pour tes conseils, tes encouragements et ta bonne humeur. Bonne chance pour ta nouvelle vie.

À Corinne, pour ta gentillesse, et le plaisir que j'ai à discuter avec toi, que ce soit au cabinet ou en dehors.

À Marion G. Même si on se voit (trop) peu, je sais que je peux compter sur toi, après toutes ces années. Merci de m'avoir aidé pour la relecture. Je compte venir te voir prochainement en Bretagne ! Je t'embrasse.

À tous les autres que je n'ai pas cité par manque de place mais que je n'oublie pas. Ils se reconnaîtront !

À Damien. Merci pour tellement de choses. Ton soutien, ta compréhension, ta diplomatie, tes relectures si pertinentes, ton aide pour envoyer les 400 enveloppes pour l'étude, pour m'avoir empêché de craquer lors de mes déboires informatiques...heureusement que tu étais là. Ces années ensemble sont passées si vite. La vie avec toi est à la fois simple et merveilleuse. Il faut vraiment qu'on s'attelle à cette préparation de mariage.

## Table des matières

Remerciements.....	4
Sommaire des tableaux et des figures.....	8
INTRODUCTION .....	12
1. Ondes électromagnétiques : généralités .....	13
1.1. Les ondes : rappels de physique .....	13
1.2. Les ondes électromagnétiques.....	13
1.3. Le spectre électromagnétique.....	15
2. Les antennes-relais.....	19
2.1. Un peu d'histoire .....	19
2.2. Les antennes-relais : quelques chiffres.....	20
2.3. Fonctionnement .....	20
2.3.1. Des antennes-relais.....	20
2.3.2. Les réseaux de téléphonie mobile .....	21
2.4. Législation actuelle.....	22
2.4.1. Concernant l'implantation .....	22
2.4.2. Concernant le respect des valeurs d'exposition .....	23
2.4.3. Valeurs limites d'exposition .....	23
2.5. Opposition aux antennes-relais.....	27
2.5.1. Les associations dites «anti-ondes».....	27
2.5.2. Inquiétudes de la population face aux antennes-relais : quelques données...	28
2.5.3. Défiance envers les antennes. Les origines ?.....	29
2.5.3. Un mot sur “ l'effet NIMBY”.....	34
2.5.4. Les effets sanitaires supposés des antennes-relais de téléphonie mobile.....	34
2.6. Effets biologiques et sanitaires des antennes-relais.....	35
2.6.1. Effets biologiques connus des champs électromagnétiques : effets thermiques et non thermiques.....	35
2.6.2. Les antennes-relais : revue des principaux rapports scientifiques. ....	36
2.6.3. Antennes et effet nocebo.....	45
2.6.4. Principe de précaution : a-t-il sa place dans le débat sur les antennes ?.....	45
3. L'Intolérance environnementale idiopathique attribuée aux champs électromagnétiques ou Hypersensibilité aux ondes électromagnétiques (HSEM).....	50
3.1. Définition.....	50
3.2. Prévalence.....	51
3.3. Présentation clinique.....	51
3.4. Que dit la Science ?.....	51
3.5. Effet nocebo et HSEM.....	52
3.6. Dispositifs anti-ondes et compléments alimentaires, sont-ils efficaces ? .....	52
3.7. Des pistes pour la recherche ?.....	53
3.8. Les décisions juridiques liées à l'HSEM.....	54
4. Le médecin généraliste face aux différents problèmes soulevés par l'exemple des antennes-relais.....	55
4.1. En première ligne.....	55
4.2. Médiatisation des sujets de santé : un outil à double-tranchant.....	55
4.3. Sélectionner l'information fiable. Quelques règles.....	57

4.4. La relation médecin malade : une relation de confiance et d'influence réciproque.	58
4.5. Médecine générale et incertitude.....	60
ÉTUDE DESCRIPTIVE : LES MÉDECINS GÉNÉRALISTES FACE AUX INTERROGATIONS SUSCITÉES PAR LES ANTENNES-RELAIS DE TÉLÉPHONIE MOBILE.....	63
1. Objectifs de l'étude.....	63
2. Matériel et méthode.....	63
2.1. Type d'étude.....	63
2.2. Population de l'étude.....	63
2.3. Outil : le questionnaire.....	64
2.3.1. Sa genèse.....	64
2.3.2. Son contenu.....	64
2.4. Déroulement de l'étude.....	64
3. Résultats.....	65
3.1. Population répondante.....	65
3.1.1. Taux de réponse.....	65
3.1.2. Démographie.....	65
3.2. Enquête .....	67
3.2.1. Objectif principal.....	67
3.2.2. Objectifs secondaires.....	68
3.2.3. Questions subsidiaires.....	72
3.3. Études croisées .....	74
3.3.1. Caractéristiques de la population considérant les antennes comme dangereuses.....	74
3.3.2. Caractéristiques de la population des médecins généralistes ayant cherché à s'informer .....	80
3.3.3. Caractéristiques des médecins ayant cherché à s'informer.....	82
3.3.4. Caractéristiques de la population ayant été confrontée au problème des antennes relais et/ou des ondes électromagnétiques.....	85
4. Discussion .....	86
4.1. Discussion de la méthode.....	86
4.1.1. Recrutement.....	86
4.1.2. Recueil des données .....	86
4.1.3. Le questionnaire .....	87
4.2. Discussion des résultats.....	88
4.2.1. Démographie.....	88
4.2.2. Objectif principal .....	89
4.2.3. Objectifs secondaires.....	91
5. Conclusion et perspectives de l'étude.....	103
Bibliographie.....	104

## Sommaire des tableaux et des figures

- Figures :

<u>Figure 1</u> : nature et propagation d'une onde électromagnétique (Bonn et Rochon 1992).....	14
<u>Figure 2</u> : classification par fréquence des rayonnements non-ionisants et ionisants (INRS 2016).	15
<u>Figure 3</u> : classification des radiofréquences .....	18
<u>Figure 4</u> : taux d'équipement français en téléphonie mobile (CREDOC 2015).....	20
<u>Figure 5</u> : valeurs maximales d'exposition pour les radiofréquences (ICNIRP, 1998).....	24
<u>Figure 6</u> : valeurs limites d'exposition du public (JORF du 5 mai 2002).....	25
<u>Figure 7</u> : les mécanismes de production de la défiance.....	30
<u>Figure 8</u> : résultat du sondage INPES : médecins déclarant être sollicités par leurs patients sur les risques ou les pathologies liés à l'environnement.....	95

- Tableaux :

<u>Tableau 1</u> : répartition par genre de l'échantillon des médecins généralistes interrogés .....	65
<u>Tableau 2</u> : répartition par âge de l'échantillon des médecins généralistes interrogés.....	65
<u>Tableau 3</u> : répartition de l'échantillon des médecins généralistes interrogés par type d'exercice. .	66
<u>Tableau 4</u> : durée d'installation au moment de l'enquête.....	66
<u>Tableau 5</u> : région d'exercice au moment de l'étude.....	66
<u>Tableau 6</u> : que pensez-vous de la dangerosité des antennes-relais ?.....	67
<u>Tableau 7</u> : avez-vous déjà essayé de vous informer sur le sujet des antennes-relais ?.....	68
<u>Tableau 8</u> : sources citées par les médecins ayant cherché à s'informer.....	71
<u>Tableau 9</u> : médecins non informés au sujet des antennes-relais : souhaitent-ils le faire suite à ce questionnaire ?.....	71
<u>Tableau 10</u> : nombre de médecins ayant reçu en consultation au moins un patient pour un motif qu'il rattachait aux ondes électromagnétiques.....	72
<u>Tableau 11</u> : nombre de médecins ayant reçu en consultation au moins un patient pour un motif qu'il rattachait aux antennes-relais.....	72
<u>Tableau 12</u> : nombre de médecins ayant reçu en consultation au moins un patient pour un motif qu'il(s) rattachai(en)t à l'une des deux problématiques.....	73
<u>Tableau 13</u> : caractéristiques démographiques de l'échantillon et perception du danger.....	74
<u>Tableau 14</u> : représentation du danger potentiel des antennes-relais selon le sexe.....	74
<u>Tableau 15</u> : représentation du danger potentiel des antennes-relais selon l'âge .....	75
<u>Tableau 16</u> : représentation du danger potentiel des antennes-relais selon le type d'exercice.....	76
<u>Tableau 17</u> : représentation de la dangerosité en fonction de la durée d'installation.....	77
<u>Tableau 18</u> : perception du danger chez les MG ayant été confronté au problème en consultation	78
<u>Tableau 19</u> : perception d'un danger selon confrontation au problème des antennes relais en consultation.....	79
<u>Tableau 20</u> : perception du danger selon information .....	80
<u>Tableau 21</u> : caractéristiques des médecins ayant cherché à s'informer.....	82
<u>Tableau 22</u> : information sur les antennes-relais selon expérience vécue en consultation.....	84
<u>Tableau 23</u> : caractéristiques des médecins confrontés au problème des antennes-relais, et/ou des ondes électromagnétiques en général en consultation.....	85
<u>Tableau 24</u> : type d'exercice des médecins confrontés au problème des ondes en général en consultation.....	85
<u>Tableau 25</u> : type d'exercice des médecins confrontés au problème des antennes-relais en consultation.....	85
<u>Tableau 26</u> : répartition des médecins généralistes en activité régulière tous modes d'exercice confondus selon leur âge dans les zones Gironde, Aquitaine, Poitou-Charentes, France(cartographie de l'ordre national des médecins réalisée en 2016).....	88
<u>Tableau 27</u> : Perception de la dangerosité des antennes en fonction des sources utilisées.....	98

- Histogrammes

<u>Histogramme 1</u> : perception d'un danger potentiel des antennes-relais par les médecin.....	67
<u>Histogramme 2</u> : nombre de médecins de l'échantillon ayant cherché à s'informer sur le sujet des antennes-relais.....	68
<u>Histogramme 3</u> : perception d'un danger chez les médecins ayant cherché à s'informer ou non sur le sujet des antennes-relais.....	69
<u>Histogramme 3 bis</u> : perception d'un danger des antennes-relais chez les médecins ayant cherché à s'informer et chez les non-informés.....	69
<u>Histogramme 3 ter</u> : perception d'un danger des antennes-relais chez les médecins ayant cherché à s'informer et chez les non-informés.....	70
<u>Histogramme 4</u> : perception d'un danger ou non en fonction de l'âge des médecins interrogés.....	75
<u>Histogramme 5</u> : perception ou non d'un danger des antennes-relais selon le type d'exercice.....	76
<u>Histogramme 6</u> : représentation de la dangerosité des antennes-relais en fonction de la durée d'installation.....	77
<u>Histogramme 6 bis</u> : représentation d'une dangerosité ou non selon durée d'installation.....	78
<u>Histogramme 7</u> : perception ou non d'un danger représenté par les antennes-relais selon confrontation ou non au problème des antennes-relais en consultation.....	79
<u>Histogramme 8</u> : perception du danger des antennes-relais selon présence ou non d'une information antérieure à l'étude.....	80
<u>Histogramme 9</u> : perception d'un danger selon information ou non sur le sujet des antennes-relais.....	81
<u>Histogramme 10</u> : Répartition des médecins informés et non informés par mode d'exercice.....	83
<u>Histogramme 11</u> : Répartition des médecins informés et non informés sur la question des AR par tranche d'âge.....	84

## Table des abréviations

AFSSET	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail
ANFR	Agence Nationale des Fréquences Radio
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARCEP	Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes
ARTAC	Association Recherche Thérapeutique Anti-Cancéreuse
ASEF	Association Santé Environnement France
CEM	Champs ElectroMagnétiques
CIRANO	Centre Interuniversitaire de Recherche en ANalyse des Organisations
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CISMEF	Catalogue et Index des Sites MÉdicaux de langue Française
COMEST	COMmission Mondiale d'Éthique des connaissances Scientifiques et des Technologies
CREDOC	Centre de Recherche pour l'ÉtuDe et l'Observation des Conditions de vie
CRIIREM	Centre de Recherche et d'Information Indépendant sur les Rayonnements ÉlectroMagnétiques non ionisants.
CSTEE	Comité Scientifique sur la Toxicité, l'Écotoxicité et l'Environnement
DAS	Débit d'Absorption Spécifique
EBF	Extrêmement Basse Fréquence
EHS	ÉlectroHyperSensibilité
GSM	Global System for Mobile Communications
HAS	Haute Autorité de Santé
HSEM	Hypersensibilité Électromagnétique liée aux ondes.
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INERIS	Institut National de l'EnviRonnement Industriel et des Risques
INPES	Institut National de Prévention et d'Éducation pour la Santé
INRS	Institut national de recherche et de sécurité
InVS	Institut de Veille Sanitaire
IR	InfraRouge
IRDES	Institut de Recherche et Documentation en Économie de la Santé
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
LTE	Long Term Evolution
MG	Médecin Généraliste
NIMBY	Not In My BackYard

OEM	Ondes ÉlectroMagnétiques
PP	Principe de Précaution
PRIARTEM	Pour Rassembler Informer et Agir sur les Risques liés aux Technologies ÉlectroMagnétiques
REM	Rayonnement ÉlectroMagnétique
RI	Rayonnements Ionisants
RNI	Rayonnements Non Ionisants
SCENIHR	Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks
SFRP	Société Française de RadioProtection
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UNAFORMEC	Union Nationale des Associations de Formation Médicale et d'Évaluation Continues
UV	Ultraviolet

## INTRODUCTION

Depuis quelques dizaines d'années, les télécommunications ont connu une expansion rapide, suscitant un véritable engouement auprès de l'ensemble de la population. Ne pas posséder de téléphone portable nanti d'une connexion internet est devenu une bizarrerie, et ce phénomène s'amplifie au fur et à mesure que les générations se succèdent.

Mais qui dit téléphone mobile dit : antennes-relais. Nécessaires pour transmettre le signal, elles cristallisent autour d'elles une véritable méfiance, dont les principaux porte-paroles sont les associations anti-ondes comme Robin des toits ou PRIARTEM. Les alertes les concernant trouvent un écho au sein de la population, et certains riverains envisagent chaque nouvelle implantation avec suspicion. Les médias grands publics, friands de dossiers anxiogènes se sont saisis du sujet, entretenant une ambiance d'angoisse et d'incertitude.

Des études ont été réalisées il y a quelques années afin d'évaluer l'incidence des ondes électromagnétiques ainsi que de certaines autres "nuisances" environnementales sur l'activité des médecins généralistes. Si ceux-ci ont convenu de l'importance de la question environnementale au cours de leur exercice, la plupart d'entre eux avait jugé à l'époque que les formations et informations reçues étaient insuffisantes et qu'ils ne se sentaient pas prêts à donner des conseils en matière de prévention environnementale.

Il est très difficile de trouver des études traitant spécifiquement du problème des antennes-relais, des représentations, et de l'information des médecins généralistes à leur sujet.

Cette thématique soulève différentes interrogations. On peut bien sûr raisonner en terme de danger ou d'innocuité, le débat public portant essentiellement sur cette dichotomie. Mais elle pose d'autres questions fondamentales, telles que la médiatisation des sujets de santé, la défiance suscitée par certains secteurs technologiques et leurs répercussions sur la pratique médicale elle-même. On peut également s'interroger sur l'impact de ces éléments sur les représentations et la façon de s'informer des médecins prenant en charge la population.

Ce travail comporte une première partie théorique et une étude descriptive. Dans la partie théorique, après un rappel sur les ondes électromagnétiques, nous aborderons l'objet du travail, à savoir les antennes : leur fonctionnement, les réglementations d'exposition, les effets sanitaires étudiés via une synthèse des principaux rapports existant. Puis nous réaliserons une rapide vue d'ensemble sur la question de l'hypersensibilité électromagnétique, et pour finir, nous résumerons les problèmes soulevés par le sujet, qui sont au cœur de notre travail centré sur la population des médecins généralistes.

Dans une deuxième partie, nous nous intéresserons au point de vue de médecins généralistes libéraux dans une étude descriptive transversale.

Les objectifs de l'étude sont les suivants :

- Connaître leurs représentations sur le sujet des antennes-relais, à savoir leur perception d'un potentiel danger pour la santé, et vérifier leur adéquation avec les données actuelles de la Science.
- Vérifier si certains ont déjà cherché à s'informer sur la question et sur quelles sources.
- Évaluer l'existence d'une demande au sein de leur patientèle.

## REVUE DE LA LITTÉRATURE

### 1. Ondes électromagnétiques : généralités

#### 1.1. Les ondes : rappels de physique

Une onde est la propagation d'une perturbation dans un milieu défini. Elle produit, là où elle passe, des variations réversibles des propriétés physiques du milieu. La vitesse à laquelle elle se déplace est définie par les caractéristiques du milieu de propagation (1,2,3). Elle a la particularité de transporter de l'énergie sans se déformer ni transporter de matière avec elle.

Il en existe différents types :

- longitudinales : propagation dans la même direction que la perturbation (ressort).
- transversales : propagation perpendiculaire au sens de la perturbation (cas des tremblements de terre et des ondes électromagnétiques).

Le milieu de propagation d'une onde peut être tridimensionnel (ondes sonores et lumineuses) bidimensionnel (onde à la surface de l'eau) ou unidimensionnel (cas d'une corde vibrante).

On peut imaginer une onde comme une succession de vagues : la longueur d'onde correspond à la distance séparant deux crêtes successives, et la fréquence au nombre de vagues se succédant sur une période d'une seconde. La fréquence s'exprime en hertz. Plus les vagues se succèdent rapidement, plus la fréquence augmente. La notion de fréquence s'applique à toutes les ondes y compris le son et la lumière (2,3).

Le fonctionnement des antennes-relais met en jeu un type d'onde particulier, les ondes électromagnétiques.

#### 1.2. Les ondes électromagnétiques

L'onde électromagnétique est composée comme son nom l'indique d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Plus précisément, l'onde est générée par le déplacement des charges électriques qui induit une perturbation magnétique perpendiculaire à sa trajectoire. Cette propagation ne nécessite aucun support, elle peut se faire dans l'air comme dans le vide (3,4).

En cas de charges électriques, immobiles, on parle d'électrostatisme. Ce phénomène nécessite la présence d'aimants permanents, d'électroaimants alimentés en courant continu ou plus généralement de sources de courants continus pour être maintenu.

Dans le cadre de l'électromagnétisme, deux "modèles" peuvent s'appliquer selon les besoins de l'expérimentateur : le modèle ondulatoire, et le phénomène corpusculaire (5).

- Modèle ondulatoire

Un champ électromagnétique apparaît dès lors que des charges électriques sont en mouvement. Ce champ résulte de la combinaison de deux ondes oscillant perpendiculairement à la même fréquence (l'une électrique, l'autre magnétique) et se propageant à la vitesse de la lumière(6).

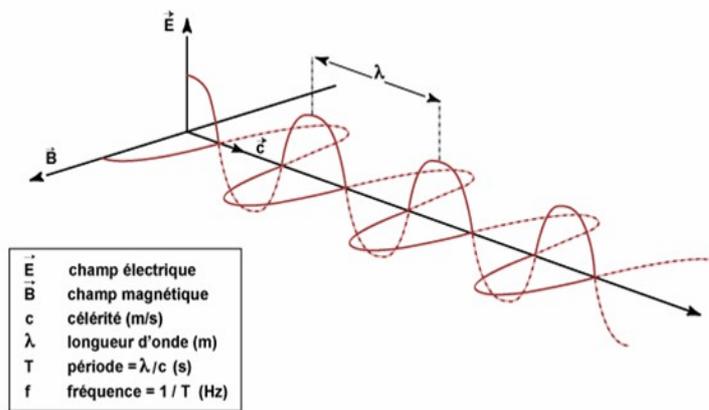


Figure 1 : nature et propagation d'une onde électromagnétique selon Bonn et Rochon (1992) (7)

Elle est caractérisée par les grandeurs physiques suivantes :

- la longueur d'onde ( $\lambda$ ) mesurée en mètre.
- la fréquence ( $\nu$ ) mesurée en hertz, soit le nombre de cycles par unité de temps.

1 Hz = 1 oscillation par seconde. On utilise généralement les multiples du hertz (1 kilohertz (kHz) = 1000 Hz : 1 mégahertz (MHz) = 1 million de hertz, 1 gigahertz (GHz) = 1 milliard de Hertz)

- la période ( $T$ ) : l'inverse de la fréquence, à savoir le temps nécessaire pour que l'onde effectue un cycle. Unité : la seconde.

Longueur d'onde et fréquence sont inversement proportionnelles et unies par la relation suivante :

$$\lambda = c/\nu, c \text{ étant la vitesse de la lumière soit } 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}.$$

- Modèle corpusculaire

Le champ électromagnétique y est représenté comme un flux de particules chargées énergétiquement. On nomme ces particules photons ou quanta, entités à la base des principes de la physique quantique.

L'énergie ( $E$ ) transportée par un photon est définie par la relation de Planck-Einstein :

$$E = h.\nu$$

$E$  s'exprime en joule (J) et est proportionnelle à la fréquence ( $\nu$ ).  $h$  est la constante de Planck (exprimée en joule-seconde),  $h = 6,63.10^{-34}$  J.s

- Unités de mesure propres aux composantes des champs électromagnétiques

- l'intensité du champ électrique s'exprime en volt par mètre ( $V.m^{-1}$ ) et correspond à la force exercée par ses particules chargées.

- l'intensité du champ magnétique est mesurée en tesla (T), en ampère/mètre ( $A.m^{-1}$ ) ou en gauss (G).

A ces grandeurs de base s'ajoutent :

- la puissance d'émission en watts (W) ou en décibels (dB). Celle-ci dépend entre autres de la puissance électrique fournie à l'émetteur, mais aussi des caractéristiques du rayonnement de celui-ci.

- la densité de puissance du champ électromagnétique. Celle-ci s'exprime en  $W/m^2$ . C'est la puissance par unité de surface dans un lieu donné. La densité de puissance diminue donc très

rapidement, selon la loi de l'inverse du carré de la distance (exemple : à 10 m, d'une antenne, elle est divisée par  $10^2$  ou 100) (8).

Les champs électromagnétiques peuvent être de trois origines : naturelle (champ magnétique terrestre, foudre, rayonnement corporel) ; artificielle domestique (lignes électriques, radio, téléphones, plaques à induction etc) ; artificielle professionnelle (surtout dans l'industrie, soudage par résistance, électrolyse etc.) (9).

### 1.3. Le spectre électromagnétique

Il découle de l'ensemble de formules et règles évoquées précédemment que les rayonnements électromagnétiques de courte longueur d'onde (ou de haute fréquence) véhiculent davantage d'énergie que les rayonnements de grande longueur d'onde (ou de basse fréquence). Pour mémoire dans le chapitre précédent :  $\lambda = c/v$  et  $E = h.F$  (où  $v$  et  $F$  correspondent toutes deux à une même variable, la fréquence) (9,10).

Ondes radio, micro-ondes, rayons X, infrarouges, ou encore lumière visible correspondent à différents types de rayonnements électromagnétiques et chacun d'eux est caractérisé par une gamme de fréquences (11).

La palette de ces différents rayonnements constitue le spectre électromagnétique, dans lequel ils sont classés par ordre de fréquence.

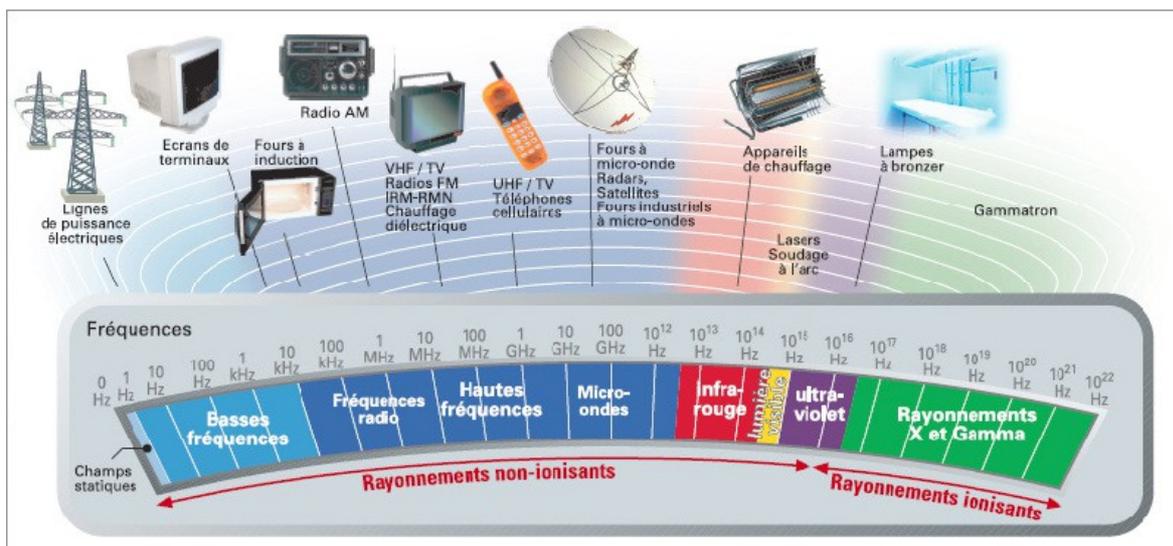


Figure 2 : classification par fréquence des rayonnements non-ionisants et ionisants (INRS 2016)(10)

Les basses fréquences : elles sont comprises entre quelques hertz et environ 10 kHz .En dessous de 300 Hz, on parle d'extrêmement basses fréquences. Au quotidien, les sources d'exposition aux champs basses fréquences sont nombreuses (courant électrique domestique, électroménager, fax, écrans d'ordinateurs etc.).

Les radiofréquences : de 10 kHz à 300 GHz. Elles occupent la majeure partie du spectre électromagnétique. Leur longueur d'onde peut être comprise entre quelques centimètres et au maximum plusieurs kilomètres. Elles sont notamment émises par les antennes-relais de téléphonie mobile.

Les micro-ondes appartiennent également à cette catégorie. Leur longueur d'onde varie entre 30 centimètres (1 GHz) et 1 millimètre (300 GHz). Le terme de micro-ondes provient du fait que leur longueur d'onde est plus courte que celles de la bande VHF (*Very High Frequency* ou

Très Haute Fréquence), utilisée par les radars pendant la seconde guerre mondiale. Elles sont utilisées dans le cas des fours à micro-ondes et des téléphones portables. Lorsqu'une micro-onde traverse la matière, elle perturbe les champs électriques et magnétiques, et a donc la capacité de mettre en mouvement les molécules sensibles aux champs électriques, et en particulier les molécules d'eau présentes dans les aliments. Agitées dans tous les sens (à la vitesse de l'onde traversante), elles se cognent les unes aux autres, et augmentent ainsi leur température. Les ondes ricochent ensuite sur le métal, permettant ainsi de chauffer la nourriture sans chauffer le four lui-même. Dans la mesure où ces ondes se comportent comme les ondes radio, elles permettent également le transport des informations, mais avec une moins grande portée. Les téléphones utilisent une puissance d'environ 2 watts, soit environ 400 fois moins que celle d'un four à micro-ondes.

Les infrarouges : leur fréquence est comprise entre 300 GHz et 385 THz (térahertz). Ils sont situés, comme leur nom l'indique, juste sous la couleur rouge du domaine visible. Ils sont utilisés dans les équipements de vision nocturne, les diodes électroluminescentes, les télécommandes etc.

La lumière visible : comprise entre 385 THz à 750 THz. Les rayonnements de plus basse fréquence sont rouges. Ceux de plus haute fréquence sont bleus et violets. On peut manipuler cette lumière grâce à des instruments d'optique : lentilles, prismes, etc. L'œil se comporte lui-même comme un instrument d'optique, avec ses limites : il ne saisit qu'une gamme réduite du spectre électromagnétique. L'énergie transportée par les photons de la lumière visible devient importante, car la fréquence est assez grande. Elle est à l'origine de la photosynthèse des végétaux ainsi que de l'effet photovoltaïque utilisé par les panneaux solaires.

Les ultraviolets : (750 THz à 3 PHz<sup>a</sup>) la lumière transporte de plus en plus d'énergie et est désormais capable de traverser la matière ; elle a donc un retentissement immédiat. Les ultraviolets sont déjà dangereux, car ils ne sont pas arrêtés par les couches superficielles de la peau, contrairement à la lumière visible. Ils sont responsables de ce que nous appelons les «coups de soleil», c'est-à-dire de brûlures.

Les rayons X (12) et gamma (13) : ce sont les plus énergétiques. Ils appartiennent aux rayonnements dits « ionisants ». Dangereux à haute dose, ils sont utilisés dans le cadre de la radiographie conventionnelle (12) pour les premiers, de la tomographie par émission de positons (ou TEP-scan) et la scintigraphie pour les seconds (13). Le dépôt d'énergie dans les tissus se mesure en gray (Gy). Il représente l'énergie absorbée par un kilogramme de matière exposé à un rayonnement ionisant apportant une énergie d'1 joule : 1 Gy = 1 J/kg. En radioprotection, des facteurs de conversion sont utilisés en fonction du type de rayonnement et des tissus traversés. Ils permettent de déterminer un risque d'effet aléatoire (ou stochastique) exprimé en sievert. Dans le domaine des rayonnements, les effets stochastiques semblent principalement induits par des micro-lésions de la molécule d'ADN, à la suite d'une exposition plus ou moins longue à des rayonnements ionisants plus ou moins énergétiques. Une problématique posée par ce type d'effet est évidemment l'estimation du risque pour des doses très faibles, puisque pour des doses élevées, les effets sont de type déterministe (décès ou lésions typiques). La probabilité qu'une cellule modifiée par une mutation viable de son ADN développe un cancer est faible ; le risque réel couru par une personne exposée à des rayonnements très limités (en dose et/ou en durée) est dès lors non quantifiable, mais théoriquement non nul.

---

a PHz : petahertz soit  $10^{15}$  Hz

- Différence entre rayonnements ionisants et non ionisants

Au sein de ce spectre, il est capital de différencier les rayonnements ionisants (RI) (X et gamma) des rayonnements non ionisants (RNI), notamment par rapport à leurs effets potentiels sur la santé.

Rayonnements ionisants

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) les rayonnements ionisants sont un type d'énergie libérée par les atomes sous forme d'ondes ou de particules (14). Grâce à leurs fréquences très élevées, ils sont capables de transporter suffisamment d'énergie pour créer une ionisation. Celle-ci correspond à une modification des liaisons électrodynamiques d'un atome ou d'une molécule, entraînant l'apparition de particules chargées. Les atomes touchés passent d'un état énergétique E1 à un état ionisé E2. La valeur d'énergie nécessaire pour ioniser l'atome correspond à E2-E1.

Voici les quantités d'énergie nécessaires pour ioniser les principaux atomes (en électron-Volt) (15,16) :

Carbone (C) : 11,24 eV	Hydrogène (H) : 13,54 eV
Oxygène (O) : 13,57 eV	Azote (N) : 14,24 eV.

Si nous prenons le corps humain, celui-ci est majoritairement constitué d'eau, une molécule comportant deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène. Pour que le rayonnement soit considéré comme ionisant, il faut donc que ses particules transportent une énergie au moins égale à 13,54 eV (longueur d'onde de 100 nm) pour altérer les molécules d'eau (15). Celles-ci vont se décomposer pour donner des radicaux libres.

La molécule ionisée va chercher à se stabiliser, lors de la réorganisation du cortège électronique, en expulsant l'excédent d'énergie, soit par émission de photons de fluorescence soit par rupture de liaison, ce qui peut entraîner une altération de son activité biochimique ou sa destruction. Après quelques microsecondes, l'excitation et l'ionisation entraînent l'apparition de radicaux libres, fortement réactifs. Après quelques millisecondes, ces radicaux libres provoquent des réactions chimiques anormales, qui dénaturent les protéines et autres constituants de la cellule, rompent les liaisons de l'édifice cellulaire et en perturbent le fonctionnement et la structure. Leur action sur l'ADN peut conduire, après un temps de latence plus ou moins long, à la manifestation de radiolésions.

Dans le spectre électromagnétique, sont considérés comme ionisants les rayons gamma, les rayons X et certains UV.

Rayonnements non-ionisants

Selon l'Agence Nationale des Radiofréquences, le terme de «rayonnement non ionisant» désigne tout rayonnement électromagnétique qui, contrairement au rayonnement ionisant n'a pas assez d'énergie pour modifier les éléments constitutifs de la matière et des êtres vivants (atomes, molécules) (17).

Les ondes radioélectriques, les IR, la lumière visible et la majorité des UV transportent une énergie inférieure à 13,54 eV et sont par définition non ionisants (Champion, 2002)(15). Voici les caractéristiques de leur énergie (E) et de leur longueur d'onde ( $\lambda$ ).

- Radiations UV :  $100 \text{ nm} < \lambda < 400 \text{ nm}$  et  $3,1 \text{ eV} < E < 12,4 \text{ eV}$
- Radiations visibles :  $400 \text{ nm} < \lambda < 750 \text{ nm}$  et  $1,65 \text{ eV} < E < 3,1 \text{ eV}$
- Radiations IR :  $750 \text{ nm} < \lambda < 1 \text{ mm}$  et  $1,2 \text{ meV} < E < 1,65 \text{ eV}$
- Ondes hertziennes :  $\lambda > 1 \text{ mm}$  et  $E < 1,2 \text{ meV}$

Les rayonnements électromagnétiques non ionisants n'ont pas la capacité d'interagir directement avec les tissus biologiques, mais possèdent tout de même une énergie pouvant être absorbée. De plus, leur composante électrique peut induire le passage d'un courant dans les tissus étudiés. La pénétration et les effets sur la matière seront différents selon la longueur d'onde du rayonnement (13).

Celles qui nous intéressent dans le cas des antennes-relais sont les ondes radioélectriques. Leur nom et leurs limites en fréquence résultent du fait qu'elles peuvent être obtenues électroniquement, et modulées finement afin de transmettre une information.

- Spectre des radiofréquences

La bande des radiofréquences dans laquelle on inclut habituellement les micro-ondes s'étend de 3 kHz à 300 GHz (18), soit des longueurs d'onde supérieures à 1 mm. Son utilisation est réglementée par une Agence des Nations Unies : l'Union Internationale des télécommunications.

Le spectre radio est divisé en huit sous-domaines. Leur nom fait directement référence à la valeur des fréquences. Les fréquences limites Very Low Frequency (VLF) et Very High Frequency (VHF) correspondent aux ondes radio. Les sous-domaines UHF SHF et EHF (respectivement Ultra, Super et Extremely High Frequency) correspondent aux micro-ondes. C'est le comportement des ondes électromagnétiques qui détermine en partie l'attribution des bandes de fréquences.

Désignation	Fréquence	Longueur d'onde	Exemples
Fréquences extrêmement basses (ELF)	0 - 300 Hz	$10^5 - 10^3$ km	Réseau électrique 50 Hz, électroménager...
Fréquences audio (VF)	0,3 - 3 kHz	1000 - 100 km	Transmission de données vocales, métallurgie, chauffage par induction...
Très basses fréquences (VLF)	3 - 30 kHz	100 - 10 km	Radio communications...
Basses fréquences (LF)	30 - 300 kHz	10 - 1 km	Radio diffusion GO, Fours à induction...
Fréquences moyennes (MF)	0,3 - 3 MHz	1 km - 100 m	Radio diffusion MO, PO, diathermie médicale...
Hautes fréquences (HF)	3 - 30 MHz	100 - 10 m	CB (Citizen Band), soudage, collage...
Très hautes fréquences (VHF)	30 - 300 MHz	10 - 1 m	Télévision, radio FM...
Fréquences ultra hautes (UHF)	0,3 - 3 GHz	1 - 0,1 m	Télévision, radars, téléphones mobiles, fours à micro-ondes, hyperthermie médicale...
Fréquences super hautes (SHF)	3 - 30 GHz	0,1 - 0,01 m	Radars, alarmes anti-intrusion
Fréquences extrêmement hautes (EHF)	30 - 300 GHz	0,01 - 0,001 m	Radars, communications par satellite...
Infrarouge (IR)	0,3 - 385 THz	1 mm - 780 nm	Spectrométrie IR, chauffage...
Lumière visible	385 - 750 THz	780 - 400 nm	Vision humaine, photosynthèse...
Ultraviolet (UV)	750 THz - 3 PHz	400 - 100 nm	Spectrométrie, lampes germicides, solarium...

Figure 3 : classification des radiofréquences (19)

## 2. Les antennes-relais

### 2.1. Un peu d'histoire

En 1873, James Clerk Maxwell réalise une synthèse des connaissances sur l'électromagnétisme, basée sur ses propres découvertes et celles d'autres prestigieux scientifiques dont André Ampère (mathématicien et physicien français, père du galvanomètre et de l'électroaimant), et Michael Faraday, (physicien anglais à l'origine de la découverte des courants électriques engendrés par le mouvement d'un aimant.). Les équations de Maxwell ont permis de lier l'électricité, le magnétisme et l'induction (20).

Elles prévoient l'existence d'une onde se déplaçant dans le vide, dont il mesure expérimentalement la vitesse avec les moyens de l'époque : il évalue alors la vitesse de la lumière à un déplacement de 310 740 000 mètres par seconde.

Il émet l'hypothèse en 1864, dans un article intitulé *A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field*, que la lumière pourrait être une onde électromagnétique. «L'accord des résultats semble montrer que la lumière et le magnétisme sont deux phénomènes de même nature et que la lumière est une perturbation électromagnétique se propageant dans l'espace suivant les lois de l'électromagnétisme.»(21)

Au fil de ses expériences, Maxwell a d'abord obtenu des ondes électriques dans des fils métalliques, puis a démontré l'existence d'ondes magnétiques dans l'air. Il avait remarqué qu'une simple modification d'amplitude ou de fréquence rendait possible le transport d'une voix ou de données entre un émetteur et un récepteur. C'est ainsi que Heinrich Hertz, en se basant sur ses travaux, a construit les premières antennes émettrices et réceptrices d'ondes.

Cette technologie s'est rapidement développée à la fin du XIXe siècle et c'est en 1895 que le russe Alexandre Popov a rendu possible la première transmission de signaux en Morse par voie hertzienne : la télégraphie sans fil était née.(21)

Les toutes premières antennes-relais ont été implantées en 1947 à titre expérimental par les scientifiques des laboratoires américains Bell. Il faudra attendre 1970 pour qu'ils installent le premier réseau commercial de téléphonie cellulaire à Chicago, permettant des échanges uniquement intra-muros.

On doit l'idée d'un téléphone mobile à Martin Cooper : celui-ci s'est inspiré de la série Star Trek, dans laquelle le capitaine Kirk utilisait un communicateur portatif pour transmettre ses ordres. Il passe son premier appel depuis un cellulaire en avril 1979. Le téléphone ne tient néanmoins toujours pas dans la poche (il reste volumineux, lourd et muni d'une antenne de dix centimètres).

En 1983, Motorola sort le premier véritable téléphone portable : le Motorola DynaTAC (800 grammes).

Le premier réseau cellulaire français a été installé en 1985. A l'époque, il s'agissait du système de radiotéléphonie Radiocom 2000 prenant en charge des mobiles de première génération (1G) fonctionnant sous la bande de fréquence des 400 MHz en mode analogique.

Ce réseau a été abandonné au profit du numérique et de la norme GSM en 2000, permettant grâce à des fréquences plus élevées de transporter davantage de données, à l'aide d'antennes 2G. Les réseaux 3G et 4G se développeront par la suite (22).

## 2.2. Les antennes-relais : quelques chiffres

Selon un rapport disponible sur le site [radiofrequence.gouv](http://radiofrequence.gouv), on trouvait en 2013 environ 80 000 antennes de téléphonie mobile sur le territoire français (23).

Le site [www.antennesmobiles.fr](http://www.antennesmobiles.fr) indique que 13 251 ont été installées en un peu plus de trois ans et demi, dans un contexte d'apparition récente de la 4G (24).

Ce site peut également comptabiliser les antennes en fonction du type de site d'implantation : silos, pylônes haubanés ou arbres, phares, monuments historiques ou même édifices religieux. Leur puissance d'émission est généralement comprise entre 1 et quelques dizaines de watts. Leur portée varie entre 1 et 10 kilomètres selon l'environnement (les obstacles étant beaucoup plus nombreux en ville) .

En 2015, 92% de la population française possédait un téléphone mobile selon le CREDOC (Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie), contre 89% en 2014) (25).

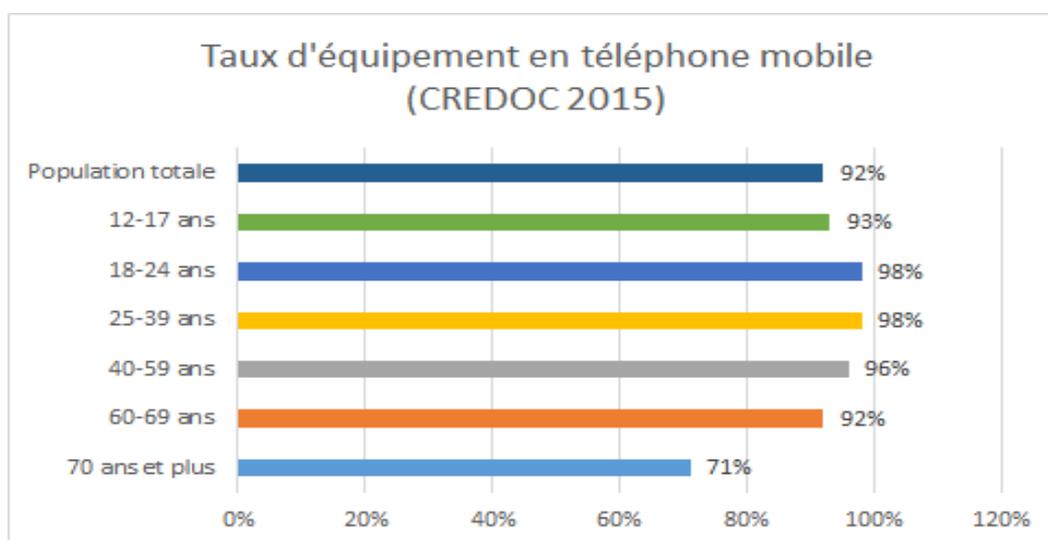


Figure 4 : taux d'équipement français en téléphonie mobile (CREDOC 2015) (25)

## 2.3. Fonctionnement

### 2.3.1. Des antennes-relais.

L'Union Internationale des Télécommunications à laquelle adhèrent la quasi-totalité des pays du monde définit le domaine des télécommunications ainsi: «*Any transmission, emission, or reception of signs, writing, image, and sounds of any nature by wire, radio, optical or other electromagnetic systems*» (26). (Toute transmission, émission ou réception de signes, écriture, image et sons quelle qu'en soit la nature par système filaire, radio, optique ou autre système électromagnétique).

L'un des principaux vecteurs de cette télécommunication est l'antenne-relais. Le terme fait essentiellement référence aux réseaux de téléphonie mobile, mais il concerne également les réémetteurs de télévision terrestre et les équipements de radiocommunication (gendarmerie, police etc.). En radioélectricité, une antenne est un dispositif conducteur permettant de

rayonner (émetteur) ou de capter (récepteur) les ondes électromagnétiques (27). Elles sont généralement implantées sur des sites dégagés, perchés entre 12 et 50 mètres de hauteur afin de faciliter la propagation des informations et de limiter les obstacles pouvant gêner la transmission. C'est pourquoi on les trouve principalement sur des bâtiments, des pylônes et des châteaux d'eau (21). Chaque station de base comporte trois antennes-relais à 120° l'une de l'autre. Leur émission se fait dans un faisceau très concentré : environ 6 à 7° dans le plan vertical et 65° dans le plan horizontal (27). Les antennes sont réparties selon un maillage géométrique : chacune couvre trois cellules hexagonales, disposées de façon à s'imbriquer les unes dans les autres pour que chaque faisceau couvre la zone d'ombre présente au niveau de leur pied c'est-à-dire la zone intercellulaire. En ville les antennes sont séparées de quelques centaines de mètres contre 10 à 15 kilomètres en campagne (21). Le téléphone mobile est lui-même un émetteur-récepteur capable de distinguer et démoduler une information ; il émet en retour vers l'antenne de la cellule où il se trouve, qui redirigera les données vers un autre téléphone via le réseau filaire. C'est un système complexe, nécessitant un signal de bonne qualité.

Chaque antenne-relais comporte un certain nombre de canaux radio ou fréquences, pour communiquer avec les téléphones mobiles. Leur nombre étant limité, ces fréquences sont souvent réutilisées dans les cellules voisines. En réduisant la puissance de l'antenne et en limitant la taille des cellules, on évite ou du moins on minimise un chevauchement de couverture entre les cellules. Ceci toujours afin d'avoir le moins d'interférences possible, et donc un signal de meilleure qualité.

La dimension d'une cellule est fonction de la puissance de son émetteur-récepteur. Si celui-ci est très puissant, son champ d'action sera très vaste, mais sa bande de fréquence sera rapidement saturée par le grand nombre de communications. Par contre, en utilisant des cellules plus petites (émetteur-récepteur moins puissant) alors une même bande de fréquence pourra être utilisée plus loin, ce qui augmente le nombre de communications possibles (27).

Les modalités de calculs des puissances d'émission sont sous-tendues par des notions de physique complexes et avancées. Les détailler ne nous paraissant pas essentiel pour la compréhension du sujet, nous avons donc choisi de ne pas les aborder.

### 2.3.2. Les réseaux de téléphonie mobile

Les réseaux GSM (Global System for Mobile Communications) se situent dans des gammes de fréquences comprises entre 900 et 1800 MHz (d'où les appellations GSM 900 et 1800). Ils sont dits de deuxième génération (2G), et permettent uniquement l'échange de voix et messages. Ils disparaissent progressivement au profit de la 3G et de la 4G (25,27).

GPRS (2.5G) et EDGE (2.75G) sont des technologies de transition vers la 3G s'appuyant sur les réseaux GSM en permettant des échanges de données et l'accès au réseau internet. La 2G est amenée à disparaître progressivement au profit de la 3G et de la 4G (21).

La troisième génération (3G), portée par les antennes du réseau UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) est plus performante : grâce à un débit supérieur, elle permet un accès à internet, le transfert d'images, de vidéos et de courriers électroniques. Elle utilise actuellement la bande de fréquence de 2100 MHz mais pourra reprendre les fréquences abandonnées par le système GSM (900 et 1800 Hz donc).

Enfin la 4G, ou LTE (Long Term Evolution) utilise les bandes de fréquences de 800 MHz (laissées vacantes depuis le passage à la TNT) et 2,6 GHz. Les fréquences utilisées par la téléphonie mobile vont de 800 à 2100 MHz, contre 800MHz pour la télévision et 100MHz pour la radio<sup>a</sup>.

---

a : Ceux-ci ne fonctionnent qu'en mode réception. Les émissions sont permanentes, à un niveau de puissance constant, que les récepteurs

## 2.4. Législation actuelle

L'essentiel des réglementations françaises concernant les antennes est disponible sur le site [www.radiofrquences.gouv.fr](http://www.radiofrquences.gouv.fr) (23). En voici une synthèse.

### 2.4.1. Concernant l'implantation

Elle nécessite une déclaration préalable auprès de l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes (23) (ARCEP) conformément aux dispositions de l'article L.33-1 du code des postes et communications électroniques (27).

Pour les émetteurs d'une puissance inférieure à 5 watts, cette déclaration suffit.

Au-delà, une autorisation de l'Agence nationale des fréquences (ANFR) est requise pour pouvoir émettre.

L'implantation des antennes doit respecter les règles générales d'urbanisme ou selon les cas, les règles du plan local d'urbanisme (article L. 421-8 du Code de l'Urbanisme).

Conformément aux articles R. 421-9 et R.421-2 du code de l'urbanisme, les constructions sont soumises :

- à déclaration préalable si elles dépassent 12 mètres de haut ou si elles nécessitent la construction d'un local technique de 2 à 20 m<sup>2</sup>,
- à permis de construire si elles nécessitent la construction d'un local technique supérieur à 20 m<sup>2</sup> (28)

Ces obligations sont renforcées en site classé et en secteur sauvegardé. Par ailleurs, les exploitants de réseaux bénéficient de servitudes en cas d'installation sur des propriétés privées, sur autorisation délivrée par le maire au nom de l'état (articles L. 45-1 et L. 48 du code des postes et des communications électroniques) (30). Le pouvoir de décision des maires en matière d'implantation d'antennes se limite aux conditions touchant au Code de l'Urbanisme. Le maire peut refuser le projet d'implantation ou lui imposer des prescriptions spéciales s'il est de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique (art. R.111-2 du Code de l'urbanisme), à l'environnement (art. R.111-15) ou s'il porte atteinte au caractère ou à l'intérêt des lieux avoisinants, sites et paysages (art. R.111-21), protection des monuments historiques (art. L.621 et suivants du Code du patrimoine), des sites classés ou inscrits (art. L.341-1 et suivants du Code de l'environnement) (27-31).

Antennes et écoles : la réglementation n'impose actuellement aucune distance minimum entre les antennes-relais et des établissements particuliers, tels que les écoles.

Toutefois le décret du 3 mai 2002 (32) (relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques) prévoit que les exploitants communiquent un dossier qui précise les actions engagées pour assurer qu'au sein des établissements scolaires, crèches ou établissements de soins qui sont dans un rayon de cent mètres de l'installation, l'exposition du public au champ électromagnétique émis par cette installation est aussi faible que possible tout en préservant la qualité du service rendu.

---

soient allumés ou éteints. L'exposition de la population ne résulte que de l'émission par les stations, dont les puissances sont importantes afin de couvrir une zone étendue (plusieurs centaines de kilowatts). Leur nombre est donc moindre par rapport aux relais de téléphonie mobile.

## 2.4.2. Concernant le respect des valeurs d'exposition

L'ANFR est l'organisme chargé de veiller au respect des réglementations (tant en ce qui concerne l'implantation que dans la surveillance du niveau d'exposition).

Selon les conditions prévues par la loi, ses missions sont les suivantes :

- veiller au **respect des valeurs limites** réglementaires d'exposition du public (articles L. 34-9-1 et L. 43 du CPCE) ;
- tenir à jour le **protocole de mesures** dont les références sont publiées par arrêté ministériel ;
- gérer le dispositif national de mesure de l'exposition aux champs électromagnétiques (alinéa 17 de l'article R. 20-44-11 du CPCE, décret n° 2013-1162 et arrêté du 14 décembre 2013) ;
- contrôler la **conformité** des terminaux radioélectriques mis sur le marché (alinéa 12 de l'article R. 20-44-11).

La loi n° 2015-136 du 9 février 2015 relative à la sobriété, à la transparence, à l'information et à la concertation en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques dite loi Abeille a confié à l'ANFR de nouvelles missions, et en particulier celle de **recenser les points dits « atypiques »**, c'est-à-dire les lieux dans lesquels le niveau d'exposition aux champs électromagnétiques dépasse significativement ceux généralement observés sur le reste du territoire (29,30,32).

La circulaire du 16 octobre 2001 précise que l'exploitant de l'antenne doit prendre les mesures nécessaires pour éviter toute exposition du public à des niveaux dépassant les valeurs limites fixées par la réglementation (33).

Afin d'éviter toute exposition accidentelle, l'accès dans une zone où les valeurs sont susceptibles d'être dépassées (de quelques dizaines de centimètres jusqu'à quelques mètres face à l'antenne) doit être interdit et indiqué par une signalisation.

Chaque antenne indiquée à l'ANFR est ensuite répertoriée sur Cartoradio, un site internet accessible au public. Enfin un protocole de mesure aux alentours de l'antenne est fourni par l'ANFR, et ces mesures doivent lui être communiquées.

La loi n° 2009.967 du 3 août 2009 (Grenelle 1) prévoit la mise en place d'un dispositif de surveillance permettant à toute personne de faire mesurer gratuitement le niveau d'exposition de son logement par un organisme accrédité indépendant financé par un fond public alimenté par la contribution des opérateurs de réseaux émettant des ondes électromagnétiques (28)

## 2.4.3. Valeurs limites d'exposition

Initialement les premiers décrets concernant les limites d'exposition ne concernaient que les travailleurs exposés aux micro-ondes (1953). Puis ces réglementations se sont étendues à l'ensemble de la population.

C'est en 1984 que le Comité International pour les Rayonnements Non Ionisants a publié ses premières recommandations. Elles ont été révisées en 1988 et 1998. Cet organisme a été remplacé par la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP), qui est à l'origine de la plupart des recommandations françaises. Elle est aujourd'hui considérée comme une référence. C'est une organisation non gouvernementale regroupant des experts scientifiques indépendants. Son rôle est d'étudier les risques potentiels liés aux différents types de rayons non ionisants et d'élaborer des guides pour l'établissement de valeurs limites d'exposition basées sur les connaissances scientifiques actuelles (34). Ces valeurs sont exprimées en volts par mètre (V/m).

- Valeurs limites d'exposition aux ondes émises par les antennes-relais de téléphonie mobile en France (17,34)
  - 41 V/m pour une antenne GSM 900 (téléphonie mobile 2G)
  - 58 V/m pour une antenne GSM 1800 (téléphonie mobile 2G)
  - 61 V/m pour une antenne UMTS (3G et Wi-fi) (17)

Ces valeurs sont atteintes à moins de 5 mètres de ces antennes, mais en ce qui concerne la population générale au sol, elle n'est exposée en moyenne qu'à des champs d'une intensité avoisinant les 2 V/m, ce qui est loin des valeurs limites d'exposition (ICNIRP, 1998) (34).

- Valeurs limites d'exposition pour les ondes électromagnétiques en général en France

Les valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques sont fixées, en France, par le décret 2002-775 du 3 mai 2002 relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques (télécommunications ou installations radioélectriques) (32). Elles suivent la recommandation européenne 1999/519/CE (pour le public) et la directive européenne 2004/40/CE (pour les professionnels) (35).

Il est important de faire une distinction entre deux entités soumises à des réglementations :

- les niveaux de référence, correspondant à des limites exprimées en grandeurs physiques mesurables, qui doivent être appliquées au niveau de l'émetteur, et permettent d'évaluer l'exposition et de respecter les restrictions de base au niveau de l'organisme.
- les restrictions de base, à savoir les valeurs limites en terme d'exposition recevable au niveau de l'organisme pour éviter un effet biologique.

**Niveaux de référence (35)**

Ils sont exprimés en intensités des champs électrique (volt par mètre) et magnétique (ampère par mètre) ou induction magnétique (tesla) en un point donné, en fonction de la fréquence du champ électromagnétique utilisée par l'émetteur. Pour les différents types de fréquences, les valeurs limites du champ électrique sont les suivantes :

- 28 V/m pour l'émission FM
- 41 V/m pour une antenne GSM 900 (téléphonie mobile 2G)
- 58 V/m pour une antenne GSM 1800 (téléphonie mobile 2G)
- 61 V/m pour une antenne UMTS (3G et Wi-fi)
- 28 V/m pour un émetteur de radiodiffusion
- 31 à 41 V/m pour un émetteur de télédiffusion

Ces valeurs ont été établies à partir d'un barème en fonction de chaque fréquence (17).

Fréquences	Intensité du champ électrique (V/m)
10 à 400 MHz	28
400 à 2000 MHz (antennes-relais)	$1.375 * f * 0.5$ (f étant la fréquence en MHz)
2 à 300 GHz	61

Figure 5 : valeurs maximales d'exposition pour les radiofréquences (ICNIRP, 1998) (34, 36)

**Restrictions de base (34,35)**

Elles sont exprimées en Débit d'Absorption Spécifique (DAS), en densité de courant ou en densité de puissance selon la fréquence du champ électromagnétique. Le DAS correspond à la puissance absorbée par unité de masse du tissu du corps, qui s'exprime en watt par kilogramme ( $W.kg^{-1}$ ).

L'exposition de l'antenne-relais est lointaine et diffuse, donc l'intensité du champ magnétique subi par le corps humain est homogène, et mesurable directement à l'aide d'appareils de détection. Dans d'autres cas comme celui du téléphone portable, la partie du corps proche de la source est la plus touchée (tête, poche de pantalon etc.), et l'énergie absorbée par les tissus biologiques ne peut être évaluée qu'indirectement, la mesure ne pouvant se faire à l'intérieur du corps. Ceci rend les restrictions de base difficiles à quantifier. On raisonne donc en terme de niveaux de référence pour contrôler l'exposition locale. Les niveaux de référence correspondent à des valeurs environnementales, de quantités plus facilement mesurables : le champ électrique, le champ magnétique et la densité de puissance. Pour chaque paramètre caractérisant l'exposition, le «pire cas» est envisagé (polarisation du champ, profil du signal, taille du sujet, caractéristiques électriques des tissus). La probabilité de leur concomitance est en réalité extrêmement faible mais c'est une sécurité supplémentaire dans le processus de calcul.

Pour établir les doses-limites, les scientifiques définissent d'abord l'effet critique, c'est-à-dire le niveau d'exposition au-delà duquel il est possible d'observer le premier effet thermique ayant des conséquences sanitaires connues. On lui applique alors un facteur de sécurité de 50 afin d'obtenir une valeur limite d'exposition 50 fois inférieure. Ceci permet de prendre en compte les incertitudes scientifiques pouvant exister du fait de difficultés méthodologiques (liées au modèle dosimétrique ou à l'extrapolation de l'animal à l'homme par exemple). Après application de ce facteur 50, les seuils définis sont de 4 W/Kg (DAS corps entier de l'animal) et de 100 W/Kg pour une exposition localisée. Un facteur de sécurité de 10 a été choisi pour obtenir la limite de **0,4 W/Kg** pour les professionnels (directive 2004/40/CE) (33). Un facteur de réduction supplémentaire de 5 est appliqué pour le public soit **0,08 W/Kg** (directive 1999/519/CE) (33-35). Au total, une fois ces différents facteurs appliqués (50, 10 et 5), on obtient une valeur 2500 fois plus faible que celle pour laquelle les premiers effets sont observés en l'état actuel des connaissances.

Ces réglementations concernent le DAS pour un corps entier. Des valeurs localisées (tête-tronc et membres) ont également été calculées. Le DAS tête-tronc à ne pas dépasser pour un téléphone portable est de 2 W/Kg, et doit impérativement figurer dans le guide d'utilisateur du téléphone (arrêté du 8 octobre 2003 relatif à l'information des consommateurs sur les terminaux radioélectriques) (33).

Fréquences	Densité de courant (mA/m <sup>2</sup> )	DAS corps entier (W/kg)	DAS local tête et tronc (W/kg)	DAS local membre (W/kg)	Densité de puissance (W/m <sup>2</sup> )
> 0 - 1 Hz	8	-	-	-	-
1 - 4 Hz	8/f <sup>a</sup>	-	-	-	-
4 - 1000 Hz	2	-	-	-	-
1000 kHz - 100 kHz	f/500	-	-	-	-
10 kHz - 10 MHz	f/500	0,08	2	4	-
<b>10 MHz - 10 GHz</b>	-	<b>0,08</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-
10 - 300 GHz	-	-	-	-	10

Figure 6 : valeurs limites d'exposition du public (Source : Journal Officiel de la République Française du 5 mai 2002)(32,36)

a : f est la fréquence en Hz ; la valeur limite d'exposition en Débit d'Absorption Spécifique pour un téléphone portable est en caractères gras.

- Réglementations à l'étranger (34,37)

Environ trente pays ont adopté ces directives, dont la plupart des pays d'Europe de l'Est, l'Inde, le Brésil. Les États-Unis, le Canada et quelques autres pays suivent les recommandations d'un autre organisme, l'IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*). Leur approche correspond à celle de l'ICNIRP : mêmes bases scientifiques, même évaluation du risque. Dans la gamme 10 MHz - 300 MHz, les niveaux de référence retrouvés ne sont pas exactement les mêmes (exemple : pour 10 MHz le niveau de référence de l'IEEE pour le public est de 82,4V/m pour le champ électrique, contre 28 V/m en France).

En 2004, le Conseil Européen a recommandé que les lignes directrices de l'ICNIRP soient adoptées dans toute l'Union Européenne. La grande majorité des pays membres les ont suivies, soit en les intégrant dans leurs réglementations (Allemagne, Autriche, Espagne, Estonie, Finlande, France, Hongrie, Portugal, République Tchèque, Slovaquie, Roumanie), soit en les présentant sous forme de recommandations (Danemark, Irlande, Lettonie, Malte, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suède).

Toutefois, des approches différentes sont appliquées dans certains états membres, avec l'introduction de limites plus restrictives dans des « lieux de vie » (Belgique, Italie, Luxembourg, Grèce, Pologne, Lituanie, Bulgarie, Slovénie). C'est aussi le cas pour la Suisse et le Liechtenstein. Les valeurs choisies par ces états reposent sur l'application du principe de précaution face à d'éventuels risques sanitaires liés à l'exposition aux champs électromagnétiques, et les valeurs limites d'exposition n'ont pas été fixées sur la base d'un calcul scientifique explicite (37).

Quelques exemples européens (38) :

- en Italie, le seuil est de 20 V/m pour l'ensemble des technologies, sauf dans les lieux où un individu est susceptible de passer plus de quatre heures par jour. Dans ce cas, le seuil passe à 6 V/m.
- en Belgique, une norme est rentrée en application depuis fin mars 2009. Cette norme stipule que dans la région de Bruxelles, le seuil à ne pas dépasser est de 3 V/m. Ce seuil est applicable à toutes les zones accessibles au public pour les fréquences comprises entre 400 MHz et 2 GHz.

➔ Limites de ces réglementations

Le DAS comporte certaines limites. En effet seule la valeur la plus élevée est prise en compte, sans précision quant à la valeur moyenne ou les conditions exactes de la mesure. Celle-ci est réalisée sur une faible portion de tissu (10g) et cela rend l'extrapolation à un corps humain entier assez difficile (35).

Se pose également la question de l'exposition des enfants, au cours de laquelle les effets biologiques pourraient ne pas être équivalents à ceux d'un adulte. Ce problème a été soulevé par l'ANSES (Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail). Nous parlerons de leurs rapports dans le chapitre consacré aux effets sanitaires. Ceci ne concerne pas les antennes-relais mais les téléphones mobiles et jouets connectés.

## 2.5. Opposition aux antennes-relais

### 2.5.1. Les associations dites «anti-ondes»

Les associations les plus connues sont “Robin des toits”, “CRIIREM” (Centre de Recherche et d'Information Indépendant sur les Rayonnements Électro Magnétiques non ionisants) et PRIARTEM (Pour Rassembler Informer et Agir sur les Risques liés aux Technologies ÉlectroMagnétiques).

PRIARTEM (38), créée en 2000, est la plus ancienne. Son action se concentre sur les implantations d'antennes de téléphonie mobile. Son ambition est de veiller à ce que celles-ci soient “respectueuses des conditions de vie et de santé de tous”. Sa revendication principale est l'abaissement du seuil légal des champs électriques à 0,6 V/m .

L'association “Robin des toits” (39), plus récente (2004) va plus loin que PRIARTEM dans ses revendications. Elle réclame également un abaissement des seuils à 0,6 V/m pour les antennes-relais, mais aussi un abandon de toutes les technologies sans fil comme le Wi-fi, le DECT, le Bluetooth etc. A noter également que cette association propose des mesures “indépendantes” payantes de champ électrique aux particuliers et aux collectivités.

Enfin on peut citer la CRIIREM (40) (Centre de Recherche et d'Information Indépendant sur les Rayonnements Électro Magnétiques non ionisants). Ses revendications sont les mêmes que celles de Robin des Toits. Elle propose des mesures de champs électriques ainsi qu'une activité de consultation. Ses méthodes alarmistes ont été pointées du doigt, notamment lors de la classification des ondes radiofréquence dans la catégorie 2B (peut-être cancérigène) (41) par l'OMS. La CRIIREM avait alors déclaré que cela les rangeait dans la même catégorie que l'amiante et le VIH (qui appartiennent en réalité à la catégorie 1 correspondant aux cancérigènes avérés).

Une des figures emblématiques de la lutte anti-onde est le Professeur Belpomme, cancérologue et président de l'ARTAC (42) (Association pour la Recherche et la Thérapie Anti-cancéreuse). Il organise régulièrement des conférences dont la plupart traitent des ondes électromagnétiques et de l'électrosensibilité. Il possède également une activité de consultation orientée vers les personnes se disant électrosensibles.

De façon générale, les militants anti-ondes appellent à l'application du principe de précaution sur les valeurs réglementaires d'exposition.

Les forces en présence utilisent des paradigmes différents, ce qui est source de confusion et de conflit. D'une part, les experts scientifiques ont pour mission de surveiller les risques potentiels plausibles de certaines technologies comme les antennes-relais et de les garantir non pas nuls (car c'est impossible), mais acceptables pour la population générale. Toutefois, l'épaisse littérature existante sur les antennes-relais n'indique actuellement aucun effet sanitaire y compris pour des seuils très supérieurs à ceux des valeurs réglementaires en vigueur.

D'autre part, les opposants pointent justement du doigt cette incapacité des scientifiques à garantir une absence totale de risque. En effet, pour certains d'entre eux, exposer une population alors que des incertitudes existent est moralement inacceptable. Cette attitude n'est pas dénuée de logique mais présente tout de même une certaine ambivalence. Le caractère collectif des antennes en fait des proies logiques (inesthétiques, envahissantes) mais détourne l'attention de ce qui les rend actuellement indispensables, à savoir une adhésion complète de la population à une technologie avec laquelle elle s'est familiarisée : le téléphone portable.

- Abaisser les valeurs d'exposition à 0,6 V/m : origine de la revendication ?

Cette demande prend sa source dans une étude autrichienne de 1996 (35).

Celle-ci étudiait les effets d'une exposition GSM grâce à des électroencéphalogrammes réalisés durant le sommeil des sujets. Des modifications du tracé ont été obtenues au-delà de  $0,5 \text{ W/m}^2$ . Un organisme national a donc décidé d'abaisser le seuil réglementaire en appliquant un facteur de sécurité de 500 à cette valeur, soit  $1 \text{ mW/m}^2$  ou  $0,614 \text{ V/m}$ .

Cette étude a été répliquée par la même équipe en 1998 et par une autre en 2000, ces résultats n'ont jamais été reproduits. Les premiers effets similaires ne sont même apparus sur le tracé qu'à partir de  $50 \text{ W/m}^2$ , soit une puissance cent fois supérieure à celle des premiers résultats.

Il a donc été conclu à une absence de preuve scientifique.

2.5.2. Inquiétudes de la population face aux antennes-relais : quelques données.

Dans son rapport de 2009, l'AFSSET (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail) a évalué la répercussion sur la population de la controverse existant concernant les ondes électromagnétiques (35).

- Une population divisée

Les préoccupations concernant les risques pour la santé des champs électromagnétiques divisent la population en deux parties sensiblement égales. Les personnes qui se disent très et plutôt préoccupées par les risques potentiels pour la santé des champs électromagnétiques représentent 48 % des personnes interrogées dans l'Euro baromètre.

Une forte disparité règne dans l'Union européenne : ainsi 27 % des Suédois, 28 % des Finlandais, 30 % des Danois et 31 % des Tchèques, Estoniens Hongrois, Néerlandais se montrent préoccupés par le sujet, alors que 69 % des Italiens, 82 % des Chypriotes, et 86 % des Grecs le sont. La France se situe en position médiane avec 52 % de la population préoccupée par ce risque (35).

- Un problème d'information

En France, 70 % des personnes interrogées ne se déclarent pas satisfaites de l'information reçue sur le sujet. Les citoyens les plus préoccupés par les risques sur la santé sont aussi ceux qui se sentent les moins bien informés. Dans les motifs d'insatisfaction quant aux informations reçues sur les risques possibles pour la santé des champs électromagnétiques, nous trouvons dans l'ordre décroissant : l'information est insuffisante 50 %, l'information n'est pas objective 11 %, l'information n'est pas communiquée de manière objective 10 % ; l'information n'est pas fiable 9 %, l'information est compliquée 8 %, etc. (35).

- Un problème de confiance

L'AFSSET dans son rapport de 2009 a constaté que la confiance des français en la capacité des autorités à les protéger des risques associés aux stations de base de téléphonie mobile est assez faible : seules 21 % des personnes déclarent avoir confiance, 32 % avoir plus ou moins confiance, et 42 % ne pas avoir confiance. Ce sujet est l'un de ceux pour lesquels les français sont les plus méfiants vis-à-vis des autorités publiques : il arrive en 26<sup>ème</sup> position sur les 31 situations de risques environnementaux proposées.

Ce jugement négatif s'est progressivement accentué (36 % des personnes interrogées déclaraient ne pas avoir confiance dans les autorités pour les protéger des stations de bases de téléphonie mobile en 2002 contre 42 % en 2007) (35).

A la question « pour chacun des domaines suivants estimez-vous que l'on dit la vérité sur les dangers qu'ils représentent pour la population », les réponses positives viennent également en

26<sup>ème</sup> position par rapport aux 31 autres risques environnementaux avec seulement 14 % de oui, 25% de plus ou moins d'accord, et 56% de non.

### 2.5.3. Défiance envers les antennes. Les origines ?

Comme nous allons le voir, la littérature disponible sur les antennes elles-mêmes semble plutôt rassurante, même s'il est impossible de garantir un risque zéro.

Actuellement, le travail des scientifiques se concentre davantage sur l'évaluation du risque lié aux téléphones portables. Les nouvelles études en cours portent essentiellement sur eux, et notamment sur leur rôle dans la genèse de certaines tumeurs cérébrales comme les gliomes et neurinomes de l'acoustique. L'exposition localisée en particulier au niveau de la tête, et ce à un âge de plus en plus précoce, rend cette hypothèse tout à fait légitime.

Pour faire une comparaison, un téléphone peut émettre jusqu'à 5 mW/cm<sup>2</sup>, contre 2 µW/cm<sup>2</sup> à 15 mètres d'une antenne-relais, sachant qu'à 150 mètres, elle n'en émet plus que 0,02 µW/cm<sup>2</sup> (sa puissance diminuant avec le carré de la distance).

Pourtant, les antennes semblent toujours cristalliser les tensions. Les associations en ont fait le symbole de leur croisade contre les ondes, et la baisse des seuils réglementaires d'exposition est devenue la pierre angulaire des revendications.

Les différentes actions en justice intentées par des riverains, l'écho que trouvent les discours alarmistes des médias et des associations au sein de la population, semblent indiquer que l'acceptation des antennes par la population est loin d'être évidente. Et pourtant, la vente de téléphones mobiles ne faiblit pas comme le montre la récente étude du CREDOC (25).

Des travaux menés par le CNRS (Borraz, Devigne & Salomon, 2005) (43) ont montré que les préoccupations exprimées à propos des antennes ne sont pas seulement d'ordre sanitaire. A l'origine, les réticences prenaient leurs sources dans des conflits d'aménagement du territoire, (considérations esthétiques, patrimoniales, ou encore de démocratie locale (43)). Les riverains concernés ont d'ailleurs dénoncé de manière récurrente le manque d'information et de concertation préalables. Mais les mobilisations locales et les protestations ont peu à peu glissé vers une inquiétude sanitaire. Le mouvement contestataire a progressivement gagné en force et s'est organisé.

Comment en est-on arrivé à un tel mouvement de rejet?

Un article publié dans la revue "L'actualité chimique" a analysé les origines de la défiance de la population face à certains secteurs en analysant les composantes problématiques dans son domaine, la chimie (44). Il précise d'ailleurs que ces mécanismes peuvent tout à fait s'appliquer à d'autres secteurs pour peu qu'ils répondent à certains critères que nous allons détailler ensemble.

Voici le diagramme réalisé par son auteur, Richard Emmanuel Eastes (cf page suivante).

Une technologie :

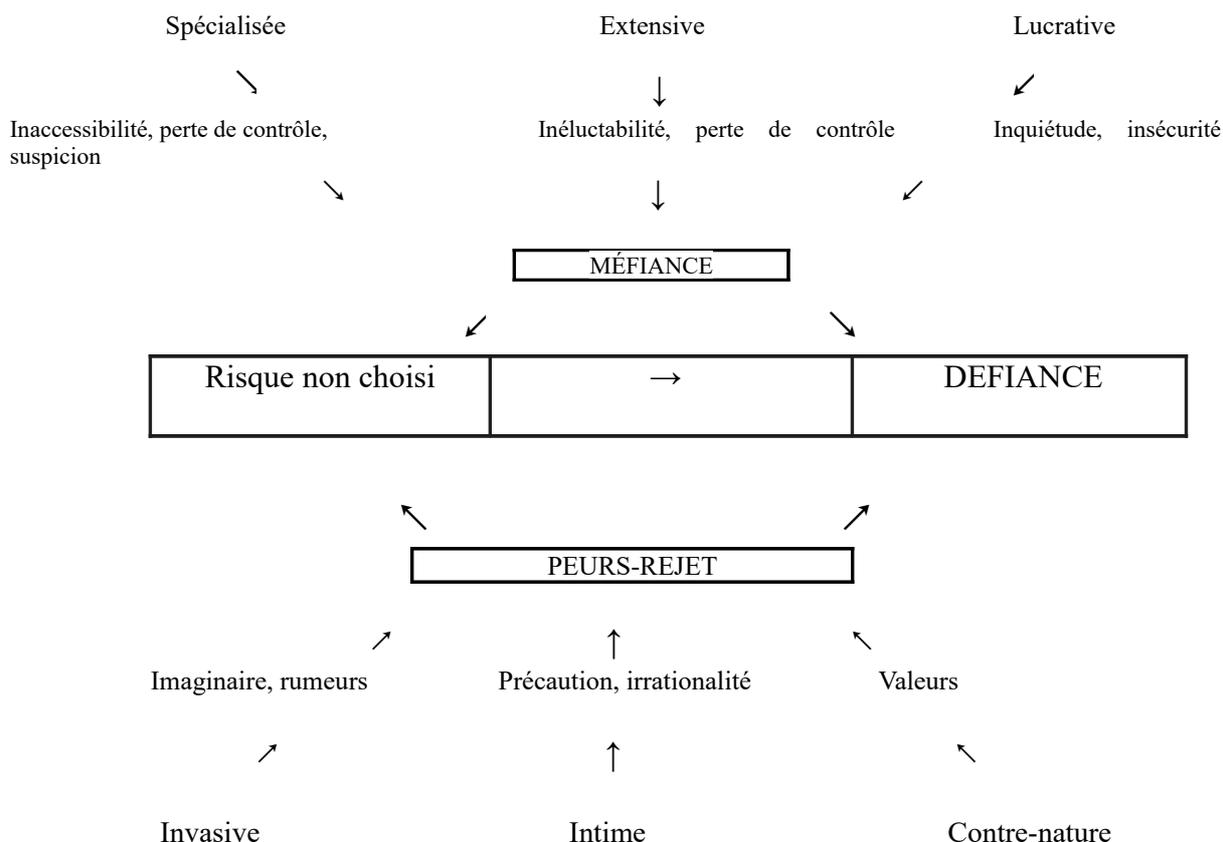


Figure 7 : les mécanismes de production de la défiance par une activité qui possède les caractéristiques indiquées en haut et en bas de l'image (44).

Nous allons donc utiliser cette trame et vérifier son applicabilité au domaine des antennes-relais pour chaque caractéristique.

- Production de la méfiance

- Un secteur et des applications spécialisés

La problématique des antennes touche plusieurs domaines d'expertise : l'ingénierie, la médecine mais aussi la physique et la chimie organique. La multidisciplinarité du sujet le rend particulièrement complexe.

La compréhension des différents mécanismes et de leur action sur la santé implique un travail collectif d'experts, chacun effectuant sa participation selon son propre domaine de compétences. Énormément de paramètres doivent donc être pris en compte et croisés afin que les conclusions soient les plus exhaustives possibles.

L'accès à ces informations est loin d'être évident, tant pour le public que pour la population médicale. La décision et l'analyse des risques est confiée à des institutions et des groupes d'experts dont les conclusions prudentes ont quelques difficultés à faire entendre leur voix au travers des multiples formules chocs et alarmistes. Les communications d'experts ne sont d'ailleurs pas toujours correctement interprétées par un public non familiarisé avec le vocabulaire scientifique ; la tournure de certaines conclusions peut parfois même induire une confusion ou des raccourcis.

Prenons deux exemples : la monographie de l'OMS de 2011 (41) et le rapport de l'AFSSET de 2009 (35).

Le classement des ondes dans la catégorie des facteurs "peut-être cancérigènes" a servi de levier pour certains militants « anti-ondes ». D'aucuns ont pu prendre cette décision pour un aveu, une reconnaissance d'un risque avéré. La réalité est plus complexe et moins tranchée. Cette décision repose sur la possibilité d'un risque accru de gliome cérébral chez des utilisateurs intensifs de téléphone portable mis en évidence par l'étude INTERPHONE (45), de niveau de preuve toutefois jugé limité par l'OMS. A défaut d'avoir lu le rapport, encore fallait-il connaître la classification de l'OMS pour comprendre la nuance existant entre une substance "peut-être" cancérigène et "probablement" cancérigène, pour ne pas tirer de conclusion hâtive. Une telle phrase citée hors de son contexte a de fortes chances d'être interprétée par un public non averti comme beaucoup plus alarmante qu'elle ne l'est en réalité, en particulier quand une composante émotionnelle est présente dans l'équation.

Dans son rapport de 2009, l'AFSSET a réalisé une importante méta-analyse, concluant à l'absence d'effet sanitaire avéré des antennes-relais.

Pourtant, sa conclusion met l'accent sur des "effets des radiofréquences sur des fonctions cellulaires rapportées par une dizaine d'études considérées comme incontestables", et préconise une réduction des émissions afin de les maintenir aussi basses que possible.

Cette discordance a été relevée par l'Académie de Médecine, qui a souligné le fait que cette communication pouvait alerter inutilement la population (46).

Dans une étude de 2007, l'INPES a mis en évidence le manque de confiance de la population en l'expertise scientifique relative aux stations de base de téléphonie mobile. Le nombre de personnes qui se déclaraient « très ou plutôt confiantes » dans celle-ci n'était que de 49,5 %. Ceci plaçait la téléphonie mobile en dernière position derrière six autres risques présentés, dont l'amiante (73,6 %) et la pollution extérieure (72,7 %), qui suscitaient une plus grande confiance (47).

#### - Un caractère extensif

Cet élément est probablement moins valable pour les antennes que pour le secteur chimique. Le Dr Eastes traite ici du phénomène de méfiance généré par des multinationales lointaines et déshumanisées, et d'un processus de décision trop lointain pour que la population puisse avoir la moindre prise sur les choix effectués. C'est en partie vrai mais les réglementations permettent en théorie un contrôle des bonnes pratiques au niveau local concernant l'implantation, ce qui limite les abus. Les maires bénéficient d'un pouvoir décisionnel pour les problèmes d'implantation liés à l'urbanisme (48). Pour le reste, l'ANFR est l'organisme en charge de veiller au respect des réglementations.

#### - Un secteur lucratif

Donc suspect. Chacun sait que le respect de l'humain et de l'environnement n'a pas toujours sa place dans une logique de profit. Les énormes sommes investies impliquent généralement une obligation de réussite, quitte à ce qu'elle se fasse au détriment du bien-être des populations. Les réglementations et les différents travaux réclamés pour évaluer les risques sont donc probablement insuffisants pour faire oublier les enjeux financiers, et la remise en cause de l'indépendance des chercheurs vis-à-vis des lobbies de la téléphonie s'avère être une tactique particulièrement payante. Les conflits d'intérêts font d'ailleurs partie des arguments les plus utilisés par les militants anti-ondes pour décrédibiliser certains rapports ayant tendance à innocenter les antennes-relais.

- Peurs et rejet

- Caractère invasif

En 2015, 92% de la population française possédait un téléphone portable (25). Le secteur ne cesse d'évoluer, notamment avec le développement de la 4G. L'implantation des antennes suit fatalement les besoins, ou du moins, la consommation de la population, et leur prolifération importante est source d'inquiétudes.

Un sondage réalisé par PRIARTEM et Agir pour l'environnement a montré que 80 % des sondés seraient plutôt favorables (35 %) ou tout à fait favorables (45 %) à une loi ayant pour objectif de réglementer davantage le développement des antennes-relais (49).

- Une technologie parfois vécue comme une atteinte à l'intimité

L'exposition aux ondes électromagnétiques est permanente. Elle a lieu au travail, mais aussi au domicile, et sur le trajet entre les deux. Ce constat est déjà douloureux pour certains sans même qu'on puisse parler de proximité ou qu'il n'y ait de contact visuel avec la source d'inquiétude.

L'implantation de l'antenne-relais à proximité du domicile peut alors parfois être vécue comme une véritable agression, une épée de Damoclès impossible à esquiver et difficile à ignorer si celle-ci est visible.

De la même façon, les implantations proches de crèches ou d'écoles ont un véritable impact émotionnel sur les familles, ne souhaitant pas exposer leur progéniture à un risque incertain.

Le caractère "invisible" de la menace (très souvent retrouvé dans les titres d'articles de presse grand public) introduit une notion de danger sournois, implacable car inévitable et joue peut-être également un rôle dans les représentations collectives.

La question de l'esthétique pourrait également être classée dans cette catégorie. Elle est à elle seule l'origine de certaines actions en justice. Un opérateur a été attaqué pour nuisance esthétique, et condamné en première instance le 16 février 2008 par le tribunal de Carpentras à démonter une antenne-relais pour ce motif.

Les opérateurs ont essayé de faire des efforts afin que les antennes se fondent mieux dans le paysage (en leur donnant un aspect extérieur végétal par exemple), mais les associations anti-ondes leur ont alors reproché d'essayer de cacher les antennes.

- Une technologie "contre-nature" ?

Les enjeux environnementaux occupent aujourd'hui une place importante dans les préoccupations de la population. On peut observer un grand retour des valeurs naturalistes (47), se traduisant par une consommation plus responsable et une volonté de trouver des solutions alternatives à certains modes de production actuels, plus en accord avec le respect de l'environnement.

Cette attitude est louable mais peut avoir pour effet un rejet automatique de certaines technologies considérées comme "contre-nature" et donc indésirables. Encore une fois l'impact émotionnel ne doit pas être sous-estimé : sa violence peut rendre une argumentation rationnelle scientifique impuissante face au poids de certaines représentations et d'un rejet parfois à la limite du viscéral (nous reparlerons de l'effet nocebo).

- Risque choisi, risque accepté et risque subi

Les craintes focalisées sur les antennes peuvent être mises en opposition avec l'acceptation large d'une technologie moins bien cernée comme celle du téléphone portable. Ce paradoxe peut en partie s'expliquer par une différence de perception entre un risque choisi (l'achat et l'utilisation du téléphone) et un risque subi (l'implantation d'une antenne-relais proche de son

domicile).

L'article du Dr Eastes aborde cette question essentielle en prenant différents exemples.

Le risque choisi est un risque délibérément pris par un individu alors qu'il n'y est pas obligé (exemple de la cigarette).

Le risque accepté concerne des activités nécessaires comportant un risque reconnu, mais jugé acceptable (exemple de la conduite automobile).

Dans le secteur de la téléphonie, un risque de l'utilisation du téléphone portable semble plausible au vu des données de la littérature, même si rien n'a été prouvé à ce jour.

La population juge toutefois ce risque suffisamment acceptable pour en posséder un, ou même en acheter à des enfants.

Mais dans le cas des antennes-relais, la notion de choix disparaît. La population a peu de prise sur leur prolifération et leur installation. Elle peut ainsi difficilement choisir de ne pas y être exposée. Le risque est alors subi, ce qui influe considérablement sur le ressenti, et le rend beaucoup moins acceptable surtout si la personne exposée a le sentiment que certaines informations pourraient lui être dissimulées.

A chaque type de risque son moyen de protection : dans le cas du risque choisi, ce sera la prudence, pour le risque accepté, la prévention, et enfin le risque subi sera atténué par des précautions s'il est jugé inacceptable.

- Au final

La méfiance, la peur, le rejet ou une sensation de risque subi sont autant de voies menant à la défiance. Et pour peu que l'objet du "délit" soit inesthétique, tous les ingrédients sont réunis pour que la désapprobation s'installe.

L'argumentation fonctionne donc parfaitement avec les antennes-relais, et permet de mettre le doigt sur certaines origines du "malaise" ambiant.

Un des points sur lequel des améliorations pourraient être apportées est le problème de communication entre les décideurs et le public, actuellement insuffisante pour peser sur les représentations de la population. Face à certaines actions militantes, le cancérologue Maurice Tubiana soulignait la "disproportion entre les efforts relativement réduits qui suffisent à susciter des peurs, et les conséquences économiques de ces peurs" (50).

Et n'oublions pas que même la population scientifique incluant les médecins n'est pas à l'abri de ces peurs et de cette défiance (51). Le sujet ne repose pas sur des connaissances médicales pures mais touche à de multiples domaines d'expertise, et ne s'inscrit pas dans le cursus des études médicales. Il est donc plausible que certains d'entre eux ne soient pas épargnés par ces différents mécanismes.

Une étude chinoise s'est penchée sur le rôle de la communication dans le processus d'implantation des antennes. L'équipe a réalisé une série de mesures concernant les valeurs d'exposition et a mené en parallèle une campagne d'information concernant ces protocoles de mesure. Deux constats ont été faits : non seulement les niveaux d'exposition proches des stations GSM étaient très bas, inférieurs aux recommandations, mais l'effort de communication semble avoir permis d'améliorer les perceptions de la population par rapport à ces champs magnétiques et de favoriser les échanges entre les riverains et les autorités (52).

### 2.5.3. Un mot sur “ l’effet NIMBY”.

Un sondage a été réalisé en 2003 par le CREDOC (Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie) et publié par "60 millions de consommateurs" (53). Ses conclusions étaient les suivantes :

- 41 % des interrogés se déclaraient inquiets de la présence en ville et en campagne de nombreuses antennes-relais ;
- 63 % déclaraient qu'ils n'accepteraient pas que l'on pose une antenne à proximité de leur lieu de résidence ;
- 75 % étaient favorables à ce que leur installation soit interdite près des écoles ;
- 70 % souhaitaient une réglementation pour éviter leur prolifération sur les toits ;
- 55 % étaient favorables à ce que l'on interdise de nouvelles installations.

Ces résultats datent de 2003, pourtant le nombre d'utilisateurs de téléphones portables n'a pas ralenti sa progression (92% de la population en 2015 (25) selon une étude du CREDOC ).

Le nombre de refus de vivre près d'une station de base de téléphonie mobile a tendance à augmenter car il est passé de 50 % en 2004 à 64 % en 2007.

Nous n'avons pas trouvé de donnée plus récente.

Ce paradoxe a engendré ce que les anglo-saxons nomment l'effet NIMBY (acronyme de “Not In My BackYard”, littéralement “Pas dans mon arrière-cour”).

Cette expression, née aux États-Unis, était initialement utilisée de façon péjorative pour désigner l'attitude d'opposition de personnes qui, bien que bénéficiant des avantages d'un projet d'intérêt général, refusent d'être exposées aux éventuelles nuisances générées par son installation, même si cela implique que d'autres personnes les subissent à leur place.

L'expression a évolué pour devenir neutre, et désigne maintenant une opposition à l'implantation de nouvelles infrastructures potentiellement nuisibles (54).

### 2.5.4. Les effets sanitaires supposés des antennes-relais de téléphonie mobile.

La visite de certains sites anti-ondes à la recherche d'effets sanitaires décriés amène quelques remarques.

L'existence de “lanceurs d'alerte” peut être salutaire dans certains cas, tant que l'alerte dispose d'une certaine consistance scientifique.

La plupart du temps, aucune distinction n'est faite entre les différentes sources électromagnétiques (antennes, téléphones, wi-fi, Bluetooth, DECT etc.) ce qui entretient une confusion.

Le problème des différentes informations données par ces sites est qu'ils ne tiennent pas toujours compte du niveau de preuve (comme dans le cas du rapport BioInitiative), et que certaines des revendications ne sont pas forcément pertinentes ou applicables en pratique (l'exemple des 0,6 V/m).

Peu d'allégations impliquent directement les antennes-relais, si ce n'est une accusation de provoquer des troubles du sommeil, dont “des centaines de personnes peuvent témoigner” (39). Cet élément n'a à priori pas été retrouvé lors des différentes études réalisées (cf AFSSET 2009). Ont également été cités des problèmes liés à la médecine vétérinaire (augmentation de mortalité chez des veaux, baisse de qualité du lait, baisse de ponte dans une exploitation avicole) sur lesquels nous ne nous étendrons pas, n'ayant trouvé aucune donnée scientifique concluante lors des recherches.

## 2.6. Effets biologiques et sanitaires des antennes-relais

### 2.6.1. Effets biologiques connus des champs électromagnétiques : effets thermiques et non thermiques

L'organisme humain est le siège de multiples réactions chimiques engendrant des émissions électromagnétiques, et ceci sans aucune influence externe. Ces réactions correspondent au mode de fonctionnement normal de celui-ci. Le système nerveux transmet les informations sous forme d'impulsions électriques, ce qui les rend détectables par des outils comme l'électrocardiogramme ou l'électroencéphalogramme.

Les champs électromagnétiques extérieurs ont la capacité d'interagir avec ce système. Différents effets biologiques peuvent être observés selon le type de tissu traversé et la fréquence de l'onde électromagnétique étudiée (55).

Une fréquence inférieure à 100 KHz entraîne une stimulation électrique des tissus excitable comme le système nerveux et les muscles.

Au-delà de 10 MHz, l'absorption est prépondérante et c'est donc un échauffement des tissus que l'on peut observer : c'est l'effet thermique.

Entre 100 KHz et 10 MHz, les effets thermiques et non thermiques cohabitent.

Dans le cas des antennes-relais de téléphonie, nous parlons de fréquences supérieures à 400 MHz. C'est donc l'effet thermique qui va nous intéresser.

- Effets thermiques

Les effets thermiques résultent de l'action d'hyperfréquences sur des molécules chargées électriquement, provoquant une friction et un dégagement de chaleur, ce qui entraîne une élévation de la température des tissus (35, 55).

Les multiples stimuli externes subis par le corps humain entraînent des réactions biologiques d'adaptation, de compensation, généralement bien supportées et sans incidence sur la santé. Les effets néfastes apparaissent lorsque le système biologique n'est plus capable de compenser.

Dans le cadre de l'effet thermique, l'adaptation se fait via la thermorégulation, ce qui limite l'échauffement des tissus concernés.

Comme nous l'avons dit dans le chapitre sur les réglementations, l'élaboration des restrictions de base repose sur les seuils auxquels ont été observés les premiers effets thermiques.

Ainsi, on peut observer un échauffement excessif des tissus au-delà de quatre watts par kilogramme (W/Kg) pour une exposition "corps entier" et de cent watts par kilogramme pour une exposition localisée chez l'adulte.

- Effet non thermiques ?

Christophe Champion (15,16) (2002) a décrit l'action des rayonnements non ionisants de la façon suivante. Suite à l'excitation d'une molécule, l'énergie est absorbée par celle-ci et se transforme pour donner :

- une énergie électronique (quelques électron-volt ou eV) ;
- puis une énergie de vibration (quelques 1/10e d'eV) ;
- puis une énergie de rotation (quelques 1/100e d'eV) ;
- et enfin un retour à l'état électronique fondamental.

Dans le cas des ultraviolets (transport d'énergie important) toutes les étapes ont lieu, d'où des réactions photochimiques avec impact sur les molécules (libération de radicaux libres). Les infrarouges génèrent seulement des énergies vibratoires et rotatoires. Les ondes hertziennes engendrent uniquement une rotation, ce qui en terme d'énergie est considéré comme négligeable et n'induit donc à priori pas de modification chimique significative.

A ce jour, les effets thermiques sont donc les seuls à avoir été mis évidence lors d'une exposition aux ondes radioélectriques.

(Annexe 1 : effets biologiques des différents rayonnements électromagnétiques)

## 2.6.2. Les antennes-relais : revue des principaux rapports scientifiques.

La communauté scientifique a commencé à s'intéresser aux effets sanitaires des champs électromagnétiques à la fin des années 70, dans un contexte d'expansion des télécommunications.

Dans une publication de 1979, Wertheimer et Leeper (56) ont ouvert le débat en montrant une augmentation de l'incidence des leucémies chez des enfants résidant dans des zones fortement exposées aux champs magnétiques d'extrêmement basse fréquence. Puis avec l'apparition des téléphones portables, les chercheurs se sont tournés vers les radiofréquences, notamment en cherchant une implication carcinogène.

A la demande des autorités publiques, les rapports d'expertise se sont multipliés afin d'évaluer les risques des radiofréquences (incluant celles des antennes-relais) pour la population. Ces rapports ont passé au crible les études sur le sujet afin d'en donner un panorama le plus complet possible<sup>a</sup>.

En France, le site de l'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) est une référence en ce qui concerne les risques environnementaux. Des rapports d'experts y sont publiés régulièrement, et portent sur les risques liés à des sujets aussi divers que l'alimentation, la santé au travail, la médecine vétérinaire etc.

Voici les conclusions des principaux rapports disponibles.

- Rapport de l'AFSSET concernant les radiofréquences (2009) (57)

L'AFSSET (Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail) a changé de nom pour devenir l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) quelques années plus tard. Elle est à l'origine du rapport le plus complet réalisé sur le sujet des radiofréquences, incluant celles émises par les antennes-relais de téléphonie mobile. Nous nous attarderons sur ce rapport dont la rigueur a été saluée par la communauté scientifique, malgré des conclusions en demi-teinte.

Dans ce rapport, 226 études publiées entre 2005 et 2009 ont été passées en revue.

Sur ces 226 études, 102 ont mis en évidence des effets biologiques, dont 11 ont été retenues, les autres présentant des faiblesses méthodologiques. Sur les 124 ne montrant pas d'effet, 73 ont été retenues comme fiables.

### Études portant sur les radiofréquences en général : études ayant soulevé des questionnements

Onze études ont été retenues, qui rapportaient des perturbations organiques mineures et

---

a : on peut citer principalement les monographies de l'OMS [WHO, 1993] , les publications du Centre International de Recherche contre le Cancer (CIRC) en 2013 [IARC, 2013] ; le rapport de la Health Protection Agency (HPA) en 2012 et les rapports d'expertise de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES, anciennement AFSSET) en 2003, 2009 et 2013. [AFSSET, 2003, 2009]; [Anses 2013 et 2016]

hétérogènes sans impact majeur.

- Une **hausse de l'endocytose** (58) (transport de molécules à l'intérieur de la cellule) dans des cellules exposées aux radiofréquences [Mahrouf N. et al 2005]. Ce phénomène apparaissait après quelques minutes et au-delà d'un seuil de DAS légèrement supérieur aux niveaux atteints à l'intérieur de corps avec des téléphones mobiles. Les chercheurs supposent que la composante électrique des ondes pourrait rendre les cellules plus perméables à certaines molécules.
- Une augmentation de la **vulnérabilité des cellules issues de neuroblastome** (59) au peroxyde d'hydrogène, un oxydant impliqué dans certains processus neurodégénératifs, c'est-à-dire une potentialisation du stress oxydatif sur ces cellules en particulier, sans que cela soit extrapolable à l'homme [Del Vecchio G. et al 2009].
- Une étude menée en 2005 par une équipe japonaise [Miyakoshi J. et al. 2005] a cherché à savoir si l'exposition aux radiofréquences induisait une **réponse cellulaire spécifique au stress** (60), comme une production de la Heat Shock Protein (HSP). L'expression d'HSP n'était pas différente entre les cellules exposées et les cellules témoins. Pourtant l'exposition à 10 W/Kg semblait inhiber une modification chimique nécessaire à la fonction de protection des HSP27. Toutefois au vu de la puissance appliquée, ce phénomène serait probablement lié à l'effet thermique lui-même.
- Concernant le **taux d'apoptose** (61), une équipe française [Joubert V. 2008] a mis en évidence une augmentation de celui-ci dans un groupe de cellules exposées aux radiofréquences, ainsi qu'une élévation de 2°C. Un groupe de cellules témoins maintenues à la même température que le groupe observé n'a pas présenté cette augmentation ; il ne s'agirait donc pas que de l'effet thermique. A noter que ces résultats ne se sont pas reproduits dans d'autres études pourtant menées par la même équipe.
- Une étude italienne de 2008 [Palumbo R. 2008] aurait mis en évidence une **augmentation de l'activité de la caspase 3** (62) (enzyme jouant un rôle dans le déclenchement de l'apoptose). En revanche, aucun effet n'a été observé ni sur le cycle cellulaire ni sur l'apoptose elle-même au cours de cette étude.
- Dans une lignée de cellules humaines du système nerveux exposées aux radiofréquences, une équipe de l'université de Bari (Italie) a observé l'expression de différents gènes intervenant dans la cascade d'événements aboutissant à l'apoptose [Buttiglione et al 2009]. Un effet faible et transitoire a été observé sur l'expression des gènes EGr-1. Ceux-ci sont connus pour être liés à l'**apoptose** induite par certaines radiations ionisantes comme les UV. Mais encore une fois ces résultats n'ont pas été reproduits par d'autres études.
- Enfin l'étude INERIS France (63) [Ammari M. 2008] a montré une augmentation significative de l'expression GFAP (acide protéique fibrillaire glial) dans différentes régions du cerveau chez les rats soumis à un signal avec un DAS de 6 W/Kg cinq jours par semaine pendant vingt-quatre semaines. Ceci suggère une **prolifération de la glie** lors d'une exposition chronique, et donc une **altération des tissus de soutien**. Toutefois cet effet n'est pas apparu lors d'une exposition plus prolongée à 1,5 W/Kg. Rappelons que la limite légale d'exposition pour les téléphones portables est de 2 W/Kg.

L'Académie de Médecine a émis un avis sur les onze études retenues. Elles n'ont pas été validées, dans la mesure où elles n'ont jamais été répliquées, et ont même été contredites par d'autres travaux. Leur niveau de preuve scientifique est donc considéré comme faible.

## Conclusions du rapport de l'AFSSET

“À ce jour, il ressort de cette analyse que, en conditions non thermiques, les radiofréquences supérieures à 400 MHz :

ne modifient pas les grandes fonctions cellulaires telles que l'expression génique, la production de radicaux libres oxygénés et l'apoptose notamment des cellules d'origine cérébrale (provenant de gliome ou de neuroblastome humains), les plus exposées en cas d'utilisation d'un téléphone mobile ;

- ne sont pas un facteur de stress pour les cellules en comparaison des facteurs de stress avérés. Les seuls effets de stress observés sont des effets thermiques associés à des niveaux d'exposition élevés.
- ne provoquent pas d'effet génotoxique ou co-génotoxique reproductible à court ou à long terme et ne sont pas mutagènes dans les tests de mutagenicité classique.
- ne provoquent pas d'augmentation d'incidence ou l'aggravation de cancers dans les conditions expérimentales testées. Les résultats convergent donc vers une absence d'effet cancérigène ou cocancérigène des radiofréquences pour des expositions pouvant excéder 4 W/kg.
- n'ont pas d'effet délétère sur le système nerveux, que ce soit en termes de cognition et de bien-être, en termes d'intégrité de la barrière hémato-encéphalique ou en terme de fonctionnement cérébral général.
- n'ont pas d'effet susceptible d'affecter le fonctionnement du système immunitaire.
- n'ont pas d'impact sur la reproduction et le développement d'après les études les plus récentes et les mieux paramétrées. Cependant, les résultats ne sont pas homogènes, et plusieurs études devraient être répliquées dans des conditions d'expérimentation fiables, avec notamment des données dosimétriques.
- n'ont pas d'effet délétère sur le système cochléo-vestibulaire après une exposition aiguë.

Et d'après les résultats d'un nombre limité d'études, les radiofréquences supérieures à 400 MHz :

- ne paraissent pas perturber le système cardio-vasculaire, en particulier la régulation de la pression artérielle et du rythme cardiaque.
- n'auraient pas d'effet délétère sur le système oculaire.
- ne modifieraient pas le taux de mélatonine chez l'homme.

Quelques études isolées ont porté sur des effets ponctuels, ce qui ne permet pas de donner une conclusion valide. Certaines mériteraient d'être reproduites.”

Elle a tout de même rappelé certaines limites concernant :

- l'évaluation des sources de l'exposition (utilisation d'appareils de mesures complexes, simulations numériques imparfaites et évaluation par interrogatoire des utilisateurs, comportant un biais de mémorisation)
- l'évaluation des effets de l'exposition (les effets sanitaires étudiés sélectionnés étaient ceux qui semblaient les plus plausibles, et la plupart des tests sont réalisés sur des mannequins ce qui pose la question de l'extrapolabilité à l'homme).
- l'évolution incessante des sources d'exposition.

L'AFSSET conclut son rapport en indiquant que les données expérimentales n'ont pas mis en évidence d'effet sanitaire à court ni à long terme lors d'une exposition aux radiofréquences (incluant les antennes-relais).

Les données épidémiologiques n'indiquent pas non plus d'effet à court terme de l'exposition

aux radiofréquences, même si des interrogations persistent pour les effets à long terme. Aucun des résultats n'appuie actuellement cette hypothèse.

Aucune réduction générale de la puissance des antennes n'était donc recommandée par ce rapport, une telle mesure "n'étant pas justifiée scientifiquement". Cependant cette conclusion rassurante est tempérée par l'évocation du principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable). L'un des rédacteurs, Jean-François Doré s'est appuyé sur ce principe pour recommander de "réfléchir à la diminution des niveaux d'expositions dans les lieux présentant des valeurs sensiblement plus élevées que le niveau moyen ambiant."

Malgré ces conclusions rassurantes, l'agence a insisté dans son communiqué de presse sur des "effets des radiofréquences sur des fonctions cellulaires rapportées par une dizaine d'études considérées comme incontestables".

Les Académies de Médecine et de Science se sont d'ailleurs étonnées de cette discordance entre le travail, jugé complet et rigoureux, et ces conclusions plus alarmistes, ne reflétant pas les précédents résultats.

- Avis des Académies de Médecine et des Sciences (46)

Ce communiqué rédigé par le Professeur André Aurengo valide le rapport AFSSET 2009, approuvant "sans réserve" son travail et soulignant sa cohérence avec d'autres rapports d'expertises collectives (OMS, SCENIHR, ICNIRP<sup>a</sup>) à savoir : l'absence d'effet sanitaire démontré (génotoxicité, effet inducteur non-thermique d'apoptose cellulaire, effet cancérogène, effet délétère sur le système immunitaire, interaction cellule-onde etc.).

Comme nous l'avons précisé dans le paragraphe sur le rapport de l'AFSSET, les Académies ont pointé du doigt la discordance entre ses conclusions rassurantes et son communiqué de presse plus alarmiste, et ceci en l'absence de matériel susceptible d'inquiéter les scientifiques. Elles ont également évoqué le risque de renforcement artificiel de l'anxiété au sein de la population, avec tout ce que cela implique en terme de santé publique.

Pour elles la diminution de puissance des antennes entraînerait, afin d'améliorer la couverture du réseau, une augmentation de la puissance des téléphones portables, ce qui ne serait absolument pas pertinent sur le plan sanitaire, l'exposition au téléphone portable étant très supérieure à celle des antennes.

Enfin le bulletin s'achevait sur un encouragement à poursuivre les recherches épidémiologiques.

- Monographie de l'OMS (2011) (41)

Ce rapport portait en particulier sur les téléphones portables et le risque de cancer mais il est important de l'aborder car ses conclusions ont probablement joué un rôle dans les représentations de la population générale (soignants compris) sur les ondes au sens large, en incluant les antennes-relais. Les études ont été passées en revue de façon critique, et évaluées dans leur ensemble. Deux études sur plus d'une centaine ont retenu l'attention du CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer).

La première était une étude finlandaise basée sur des données de 1996 et publiée en 2002, montrant une hausse du risque de gliome chez les utilisateurs de téléphones analogiques (non numériques).

La deuxième est l'étude Interphone (45). Cette étude rétrospective de l'utilisation du

---

<sup>a</sup> OMS : Organisation Mondiale de la Santé ; SCENIHR : Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks ; ICNIRP : Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants

téléphone portable a montré un risque accru de 40 % de développer un gliome chez les plus grands utilisateurs (moyenne rapportée : 30 minutes par jour sur une période de 10 ans). Toutefois les biais de cette étude (de l'aveu même de l'équipe) peuvent avoir faussé les résultats. Son niveau de preuve a donc été jugé limité, mais suffisant pour classer les ondes électromagnétiques radiofréquences comme étant "peut-être cancérogènes pour l'homme", soit une classification 2B (Annexe 2 : classification de l'OMS). Le niveau de preuve a également été jugé limité pour le neurinome de l'acoustique, et insuffisant pour les autres types de cancer. L'OMS a donc recommandé une surveillance étroite du lien possible entre téléphone portable et cancer, via de nouvelles études: "Étant données les implications de cette classification et de ces résultats pour la santé publique, il est crucial que des recherches supplémentaires soient menées sur l'utilisation intensive à long terme des téléphones portables», a déclaré le Directeur du CIRC (Centre international de recherche sur le cancer), Christopher Wild. « En attendant qu'une telle information soit disponible, il est important de prendre des mesures pratiques afin de réduire l'exposition, comme l'utilisation de kits mains-libres ou des textos».

### ● Rapport du SCENIHR

Le SCENIHR (ou *Scientific committee on emerging and newly identified health risks*) est un comité scientifique européen créé par la Commission Européenne portant sur les risques émergents liés à l'environnement. Le rapport qu'il a réalisé comportait également une revue de la littérature, s'étalant de 2009 à 2013 et portait sur les ondes électromagnétiques en général incluant les téléphone portables (64).

Voici ses principales conclusions :

- la question d'une éventuelle augmentation du risque de développer un neurinome du nerf vestibulo-acoustique reste ouverte ;
- un effet est possible sur le sommeil (sans que l'on sache si cela peut avoir une incidence sur la santé) ;
- il n'y a pas d'effet avéré sur le développement, la reproduction, la barrière hématoencéphalique, etc
- le risque de gliome chez les utilisateurs intensifs de téléphone portable est écarté ;
- concernant l'électro hypersensibilité aux ondes électromagnétiques, il conclut, avec un poids de la preuve modéré, à une absence d'effet des radiofréquences sur les symptômes ressentis.

Pour finir, le rapport recommande la réalisation d'études dans le domaine des radiofréquences, avec une priorité forte pour des études de cohorte relatives au risque de cancer, à la fois pour les adultes et les enfants.

L'ANSES (65) a analysé ce rapport après avoir réalisé un travail similaire en parallèle.

S'ils se rejoignent sur certaines conclusions, il existe des points de divergence :

- concernant le risque de gliome, l'ANSES estime le niveau de preuve trop limité pour conclure à un risque mais ne l'écarte pas.
- elle recommande la poursuite des études sur les effets potentiels génotoxiques et cancérogènes des radiofréquences, contrairement au SCENIHR.

L'ANSES leur a reproché de ne pas suffisamment avoir analysé les raisons pour lesquelles certaines études ont été écartées et d'autres non, notamment certains résultats positifs.

### ● Rapport de l'ANSES (2012) (65)

Dans ce rapport de 2012, différents travaux d'études ont été repris, la plupart à partir

de l'ancien groupe de travail de l'AFSSET (cité précédemment). Puis des sujets d'actualité ont été abordés comme les expositions, les effets des ondes et les questionnements autour de l'hypersensibilité électromagnétique. Nous n'en citerons que deux.

A- Étude : “Réponses cellulaires aux expositions millimétriques.” [Le Dréan Y., 2012]

Au cours de ce travail (66), des cultures de peau humaine ont été exposées à des ondes millimétriques (ondes EHF), d'une densité de puissance moyenne de 20 mW/cm<sup>2</sup> (correspondant à la norme grand public définie par l'ICNIRP pour les expositions locales). Deux types de réponses ont été étudiées : l'expression de gènes marqueurs (codant pour des facteurs impliqués dans le phénomène inflammatoire avec comme témoin plusieurs gènes référents invariants) et l'expression de gènes codant des protéines chaperons, impliquées dans le choc thermique.

Les résultats montrent que l'exposition aux ondes peut interférer avec la physiologie cellulaire, mais uniquement pour des densités de puissance suffisamment élevées pour induire un effet thermique. Ce phénomène peut s'observer à partir d'un seuil compris entre 10 et 20 mW/cm<sup>2</sup>, les limites légales étant de 1 mW/cm<sup>2</sup> pour le public et 5 mW/cm<sup>2</sup> pour les travailleurs. En pratique les conditions d'exposition induisant cette réponse correspondraient au cas où l'antenne serait placée à proximité du corps.

Pour mémoire, ceci concerne les ondes millimétriques ou EHF, (Extremely High Frequency), utilisées par les réseaux privés, les radars anticollision pour automobiles, les liaisons vidéo transportables etc. Les ondes émises par les antennes sont des ondes décimétriques ou UHF Ultra High Frequency.

B- Evaluation des effets génotoxiques sur des amniocytes humains exposés aux GSM-900 grâce au caryotype en bandes R.[Yardin C. et al 2010] Publiée en 2010 dans *Radiation Research* (67)

Dans cette deuxième étude, quatre échantillons de liquide amniotique ont été exposés à des ondes électromagnétiques à fréquence utilisée par la téléphonie mobile (GSM 900) pendant cent métaphases. Les métaphases comportant des anomalies de nombre ou de structure chromosomique ont été comptabilisées ainsi que le nombre total d'anomalies et de cassures chromosomiques. Ces résultats ont été comparés avec ceux obtenus sur des cellules non exposées.

L'étude conclut que les radiations n'induisent pas de lésion chromosomique sur les cellules exposées pendant 24 heures.

- Rapport du COPIC (valeurs d'exposition et faisabilité d'une réduction de l'exposition à 0,6 V/m) (68)

Le COPIC est le comité opérationnel sur les ondes de téléphonie mobile. Il a été mis en place par le gouvernement, avec pour mission de vérifier si un abaissement de l'exposition aux ondes émises par les antennes-relais était réalisable sans compromettre la couverture réseau. Un état des lieux des expositions effectives par rapport à celles préconisées par la loi a aussi été demandé.

Dans un premier temps, une modélisation a été faite (mesures théoriques en basant les calculs sur l'hypothèse que les émetteurs fonctionnent tous en même temps et à puissance maximale) sur des millions de points différents répartis sur 16 zones.

L'état des lieux a indiqué que 90% des niveaux d'expositions modélisés étaient inférieurs à 0,7 V/m, et 99% inférieurs à 2,7 V/m (les valeurs limites légales se situant entre 40 et 61 V/m).

Dans les points les plus exposés, l'antenne-relais n'était pas la source principale dans 20%

des cas (wi-fi, téléphones mobiles etc.).

Les simulations ont également montré qu'un abaissement de l'exposition à 0,6 V/m (seuil généralement réclamé par les associations anti-ondes) entraînerait une forte détérioration de la couverture et du réseau. Afin de la compenser, le nombre d'antennes devrait être au minimum multiplié par trois. Enfin, une simulation de l'impact du déploiement d'antennes 4G sur l'exposition du public a confirmé une augmentation de l'exposition, avec une augmentation moyenne de l'exposition en façade et au sol de 50 % environ. Par exemple, sur la zone étudiée Paris (14<sup>e</sup> arrondissement), l'exposition moyenne passerait de 0,6 V/m à 0,9 V/m environ, ce qui reste toujours très largement en-dessous des limites réglementaires.

- Le rapport Bioinitiative (69)

Il s'agit également d'une méta-analyse. Le rapport porte à la fois sur les champs électromagnétiques de très basse fréquence (50-60 Hz) et sur ceux associés aux radiofréquences comme celles utilisées dans la téléphonie mobile. Ses principales conclusions étaient les suivantes : les effets biologiques négatifs des champs électromagnétiques sont avérés, avec plus ou moins d'incertitudes selon les cas, les normes actuelles d'exposition aux rayonnements électromagnétiques sont inadaptées et doivent être révisées à la baisse, d'autres effets biologiques (autres que les effets thermiques actuellement retenus) doivent être pris en compte.

Le rapport fait donc appel au principe de précaution pour baisser les normes actuelles d'exposition.

Ce rapport a été fortement critiqué par différentes associations gouvernementales de santé (l'ANSES, le groupe EMF-NET de la commission européenne, le conseil de santé des Pays-Bas et l'office fédéral allemand de radioprotection)

Pour citer l'ANSES : "Certains articles ne présentent pas les données scientifiques disponibles de manière équilibrée, n'analysent pas la qualité des articles cités ou reflètent les opinions ou convictions personnelles de leurs auteurs".

Enfin, bien que se présentant comme un travail d'expertise collective, il est précisé au début que « les informations et conclusions de chacun des chapitres sont sous la seule responsabilité de leurs auteurs ». Aucune information n'est donnée sur la méthode de travail, ni même sur un quelconque travail collectif préalable.

Elle pointe également les conflits d'intérêt de certains chapitres, et le caractère "militant" du texte (70).

Malgré ces différents problèmes, ce rapport est fréquemment cité et alimente la méfiance ambiante.

- Enfance et radiofréquences : ANSES 2016 (71)

Le rapport de l'AFSSET de 2009 (35) avait indiqué que la caractérisation de l'exposition des enfants aux radiofréquences et ses effets sanitaires éventuels restaient méconnus, et ce du fait du nombre insuffisant de données disponibles.

Les objectifs du rapport étaient donc les suivants :

- réaliser un inventaire des différents produits radioélectriques à destination des enfants de moins de six ans.
- faire un état des lieux des réglementations en vigueur et des textes normatifs applicables concernant l'exposition des enfants aux champs électromagnétiques émis par les dispositifs radioélectriques.

- établir une revue de la littérature relative à l'influence du champ électromagnétique sur les personnes, et plus spécifiquement sur les enfants (celle-ci s'étalait du 1er janvier 2005 au 31 décembre 2013) ;
  - caractériser l'exposition des enfants à certains dispositifs radioélectriques ;
  - essayer d'évaluer, si possible, les risques sanitaires potentiels pour les enfants liés à leur exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences émis par des dispositifs radioélectriques qui leur sont destinés.
- Conclusions du rapport

- Exposition des enfants et des adolescents

Une forte expansion des nouvelles technologies est observée chez les enfants, notamment par l'arrivée de jouets connectés et par la possession d'un téléphone mobile à un âge de plus en plus jeune (mais généralement au-delà de sept ans).

Les modélisations numériques réalisées suggèrent que l'exposition d'un adulte et celle d'un enfant ne sont pas équivalentes, en particulier au niveau des aires cérébrales périphériques, les plus proches de la paroi crânienne.

Ceci semble lié à certaines particularités anatomiques de l'enfant (poids et taille plus faibles) ou aux propriétés diélectriques des tissus jeunes ou immatures. L'exposition des enfants et des adultes pourraient ne pas être équivalentes, en particulier au niveau des aires cérébrales les plus proches de la boîte crânienne.

De plus, les études ayant évalué le DAS « corps entier » rapportent des niveaux d'exposition plus élevés chez les enfants que chez les adultes (en particulier dans deux gammes de fréquence : vers 100 MHz et de 1 à 4 GHz).

Un DAS réglementaire pour un adulte peut dépasser les restrictions de base de 40% si on l'applique à l'enfant. Autrement dit, le DAS de l'enfant correspondrait dans certains cas à celui de l'adulte auquel on ajouterait 40%. Ceci s'applique pour toute personne d'une taille inférieure à 1,30 mètres.

Cela signifie que les valeurs limites d'expositions prévues pour les adultes ne sont pas suffisamment protectrices pour que les restrictions de bases soient respectées chez l'enfant.

- Effets sanitaires

Les données actuelles répertoriées ne permettent pas de conclure sur l'existence ou non d'un effet négatif sur le comportement, les fonctions auditives, le développement, les systèmes reproducteurs mâle et femelle, le système immunitaire.

Il n'a pas non plus été possible de conclure sur une éventuelle toxicité systémique, des effets tératogènes ou des effets cancérigènes. En revanche les études semblent orienter vers un possible effet des radiofréquences en ce qui concerne les fonctions cognitives et le bien-être des enfants. Toutefois l'ANSES juge le lien de causalité difficile à établir, l'utilisation du téléphone mobile lui-même pouvant être mise en cause dans ces résultats.

- Recommandations suite à ce travail

L'ANSES a rappelé une précédente recommandation incitant à limiter l'usage du téléphone portable et les expositions multiples chez les jeunes enfants, ainsi qu'à utiliser autant que possible des kits mains-libres.

Elle préconise une adaptation des recommandations en ce qui concerne les dispositifs radioélectriques, et notamment ceux destinés aux enfants (tablettes tactiles, veille-bébés, jouets connectés, etc.), afin qu'ils soient soumis aux mêmes obligations réglementaires que celles encadrant les téléphones mobiles (contrôle des niveaux d'exposition, information du

public, affichage du DAS) .

Elle demande également que les niveaux de référence visant à limiter l'exposition environnementale aux radiofréquences soient réévalués, afin d'assurer des marges de sécurité suffisamment grandes pour protéger la santé et la sécurité de la population générale, et particulièrement celles des enfants.

Enfin elle recommande de réévaluer la pertinence du DAS utilisé pour l'établissement des valeurs limites d'exposition des personnes, à des fins de protection contre les effets sanitaires connus et avérés (effets thermiques) des radiofréquences, et de développer un indicateur représentatif de l'exposition réelle des utilisateurs de téléphones mobiles, quelles que soient les conditions d'utilisation : signal utilisé, bonne ou mauvaise réception, mode d'usage (appel, chargement de données, etc.).

### ● Dernières études sur le sujet ?

Afin de vérifier la littérature récente sur la question des antennes, nous avons effectué différentes recherches sur Pubmed par mot-clé afin de vérifier si de nouvelles données existent, pouvant remettre en cause les rapports précédemment cités. Le rapport ANSES sur les radiofréquences date de 2012, nous avons donc éliminé les études antérieures.

Une recherche avec les mots-clés "relay" et "antennas" ou "masts" ne donne aucun résultat en lien avec le sujet postérieur à 1999<sup>a</sup>.

Une étude serbe (72) réalisée en 2016 portant sur les valeurs d'exposition (et non sur les risques sanitaires) semble avoir montré que celles-ci pouvaient dans certains cas dépasser les réglementations de l'ICNIRP de 2,5%, et les réglementations nationales serbes de 15,6% (uniquement en zone extérieure).

Une étude de 2014 intitulée "*Radio-frequency electromagnetic field (RF-EMF) exposure levels in different European outdoor urban environments in comparison with regulatory limits*" (73) a également réalisé des mesures dans quatre villes européennes (Bâle, Amsterdam, Bruxelles, et Gand). Elle a montré que toutes les valeurs d'expositions y étaient très inférieures à celles proposées par l'ICNIRP, et qu'une baisse des réglementations n'était donc pas justifiée.

Une méta-analyse de 2016 a repris 17 études récentes évaluant l'effet de la proximité d'une station de base sur le bien-être de la population. Si des effets ont été constatés chez celui-ci, ils semblaient directement liés à la connaissance de l'existence d'une source d'ondes électromagnétiques à proximité. Selon les auteurs, "les effets (ndlr : sanitaires) des stations de base de téléphonie mobile semblent être peu probables" et plus vraisemblablement liés à un effet nocebo (74).

Nous n'avons pas trouvé de nouvelle étude semblant indiquer un effet sanitaire des antennes-relais pour les valeurs d'expositions actuelles.

### ● Synthèse de la recherche bibliographique sur les risques sanitaires des antennes-relais

Les différentes revues de la littérature réalisées n'ont à ce jour pas montré d'effet sanitaire des antennes-relais aux seuils actuels d'exposition.

De nouvelles études doivent être menées pour étudier les effets des autres sources électromagnétiques comme les téléphones portables.

Le tout récent rapport de l'ANSES préconise d'ailleurs une réévaluation de certaines valeurs

---

a Équations de recherche : (emf[All Fields] AND ("health"[MeSH Terms] OR "health"[All Fields])) AND ("2006/10/04"[PDat] : "2016/09/30"[PDat]) ; (phone[All Fields] AND ("alkalies"[MeSH Terms] OR "alkalies"[All Fields] OR "base"[All Fields]) AND station[All Fields]) AND ("2006/10/04"[PDat] : "2016/09/30"[PDat]) ; ("radio waves"[MeSH Terms] OR ("radio"[All Fields] AND "waves"[All Fields]) OR "radio waves"[All Fields] OR ("radio"[All Fields] AND "wave"[All Fields]) OR "radio wave"[All Fields])

réglementaires, celles-ci ayant été pensées pour respecter les restrictions de base chez l'adulte, induisant une probable surexposition chez les enfants du fait de particularités anatomiques. Mais cette préconisation touche essentiellement les téléphones portables et les jouets connectés. L'un des problèmes posés par les ondes reste l'accumulation de différentes sources électromagnétiques dont l'exposition reste difficile à quantifier dans son ensemble.

### 2.6.3. Antennes et effet nocebo

Du latin *nocebo*, je nuirai. Ce phénomène psychique induit qu'une exposition à un élément au cours de laquelle on s'attend à subir des effets indésirables risque de provoquer ces mêmes effets indésirables, et ce alors que l'élément lui-même est inoffensif.

Il est le pendant négatif de l'effet placebo.

Suite à l'installation de trois antennes-relais en mars 2009 dans la ville de Saint-Cloud, certains habitants ont commencé à éprouver des symptômes diffus et invalidants comme des céphalées, des dysgueusies, des troubles du sommeil etc.

L'association Robin des toits a donc lancé une plainte collective pour "troubles du voisinage". Or il a été montré que les symptômes des riverains se sont déclenchés environ un mois avant que les antennes ne soient connectées au réseau, et donc commencent à émettre.

Selon l'AFSSET (35), la conscience d'avoir une antenne relais dans son voisinage (parce qu'on la voit, qu'on le sait ou qu'on en a entendu parler) est susceptible d'engendrer, chez certaines personnes, des craintes, du stress, voire même des symptômes. Selon Lawrence Challis, professeur de physique à l'université de Nottingham (cf. audition de Lawrence Challis du 3 décembre 2008 page 383 du rapport de l'AFSSET), le témoignage des médecins généralistes va dans ce sens.

Dans son bulletin de 2009, l'Académie de Médecine indique qu'aucune étude ne montre que l'électrohypersensibilité est due aux ondes électromagnétiques. Les études suggèrent un effet nocebo et des facteurs neuro-psychiques individuels (46).

### 2.6.4. Principe de précaution : a-t-il sa place dans le débat sur les antennes ?

Il apparaît dans toutes les revendications anti-ondes. Certains tribunaux ont fait appel à lui pour condamner des opérateurs de téléphonie à démonter des antennes ou annuler leur installation. Mais le principe de précaution (PP) a-t-il sa place dans les débats sur les antennes-relais?

- La naissance d'un concept à la portée juridique, mais aussi philosophique (76)

Le philosophe Hans Jonas est souvent désigné comme le père fondateur du principe de précaution. Sa réflexion s'articule autour du principe que l'humanité a pour obligation morale "le maintien de la propre présupposition" du principe de responsabilité (77).

Cette phrase implique que la responsabilité "à côté de ses tâches particulières" à court ou moyen terme, comporte également la "responsabilité que par-delà son propre accomplissement subsiste encore la possibilité d'un agir responsable dans l'avenir". Il remet ainsi l'Humain et l'environnement au cœur des enjeux d'un progrès parfois déshumanisé. Cette obligation morale avait déjà été formulée par Emmanuel Kant, d'une façon plus

universelle : "Agis de façon que les effets de ton action soient compatibles avec la permanence d'une vie authentiquement humaine sur terre".

Selon l'intellectuel et philosophe français François Ewald, le développement de nos sociétés modernes a vu se succéder la dominance de trois grands principes de responsabilité (78).

Le principe de prévoyance, au XIXe siècle, est articulé autour de la faute et de la responsabilité individuelles. Tout aléa de la vie doit être assumé par l'individu sans aide des pouvoirs publics ; cette responsabilisation est supposée permettre une autorégulation des risques. Faute et erreur sont alors mises sur un même plan.

Le principe de solidarité, au XXe siècle marque l'avènement de l'État-Providence : de nombreuses avancées sociales ont lieu et l'individu ayant subi un aléa de la vie peut désormais bénéficier d'une indemnisation. Le risque est considéré comme inhérent à toute collectivité, échappant à la prévoyance individuelle, mais prévisible et pouvant donc dans une certaine mesure relever d'une prévention.

Enfin, le principe de précaution émerge dans les années 1960. La société prend conscience de sa vulnérabilité face à des catastrophes sanitaires provoquées par ses propres activités. L'idée d'une Science toute puissante et parfaitement maîtrisée par l'Homme se heurte à des dommages graves et irréversibles qui n'ont pas pu être anticipés. L'incertitude prend un sens nouveau, et doit désormais être intégrée dans le processus de décision, et être circonscrite par des précautions.

Dans son ouvrage "Risikogesellschaft" (La société du risque) (79), Ulrich Beck met en évidence le passage d'une société industrielle à une "société du risque", à savoir le glissement d'un paradigme positiviste vers une production d'incertitude née de nouveaux risques "civilisationnels" ou "modernes". Selon lui la science est alors devenue "de plus en plus nécessaire mais de moins en moins suffisante à l'élaboration d'une définition socialement établie de la vérité"

- Un principe moral qui s'est progressivement ancré dans le domaine juridique (80)

Sa première apparition remonte à la fin des années 1960 en Allemagne sous le terme "Vorsorgeprinzip". Elle portait alors sur la pureté de l'air. Le concept, ambitieux, intégrait à la fois une gestion des dangers immédiats, la prévention des risques à moyen terme et l'optimisation de la gestion des ressources naturelles à long terme.

C'est lors de la "Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement" en 1992 que le PP a pris une ampleur internationale.

L'article 15 de ce texte stipule que : "pour protéger l'environnement, des mesures de précaution doivent être largement appliquées par les États selon leurs capacités. En cas de risque de dommages graves et irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement" (81).

Son introduction dans le droit français s'est faite grâce à la loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, dite "loi Barnier" (82).

"L'absence de certitude, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable" ; cette définition figure toujours au début de l'actuel Code de l'Environnement.

Enfin, il ne sera intégré à la Constitution qu'en 2005, dans la loi constitutionnelle n°2005-205 du 1er mars 2005 relative à la Charte de l'environnement (83).

"Article 5. - Lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible

l'environnement, les autorités publiques veillent, par application du principe de précaution et dans leurs domaines d'attributions, à la mise en œuvre de procédures d'évaluation des risques et à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin de parer à la réalisation du dommage".

Il figure également dans le Traité de Maastricht (article 130 R) signé en février de la même année : " La politique de la Communauté [...] vise un niveau de protection élevé [...]. Elle est fondée sur le principe de précaution et d'action préventive, sur le principe de correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement et sur le principe du pollueur-payeur".

- Synthèse des définitions officielles

C'est un principe d'action prospectif ayant comme objectif une réduction des risques en situation d'incertitude.

"Il s'inscrit dans un contexte décisionnel en évolution, marqué par une incertitude multidimensionnelle quant aux conséquences environnementales, économiques, sociales, politiques ou éthiques des innovations technologiques. Autorités publiques, citoyens, acteurs économiques et sociaux sont en effet directement concernés par ses applications concrètes ou ses traductions." (84)

De multiples définitions existent selon les textes, mais en voici les conceptions les plus largement partagées, rapportées dans une synthèse réalisée par la COMEST (80) (COMmission Mondiale d'Éthique des Connaissances Scientifiques et des Technologies) organisme appartenant à l'UNESCO.

Le PP s'applique lorsqu'une incertitude scientifique importante existe par rapport à la causalité, l'ordre de grandeur, la probabilité et la nature d'un danger. Les incertitudes en question doivent être plausibles et avoir bénéficié d'un minimum d'analyse scientifique.

Une probabilité inconnue du risque serait en soi un motif suffisant pour déclencher son application. Dans le cas d'une probabilité déjà connue du risque, c'est le principe de prévention qui s'applique. Le risque amené à le motiver doit également être considéré comme "moralement inacceptable". Ce terme est important car il introduit une notion d'éthique dans la réflexion. La COMEST décrit un risque moralement inacceptable pour les humains ou l'environnement comme répondant à l'un des critères suivants (80) :

- "menaçant pour la vie ou la santé humaine",
- "grave et réellement irréversible", ou bien,
- "inéquitable pour les générations présentes ou futures",
- "imposé sans qu'aient été pris dûment en compte les droits humains de ceux qui le subissent".

Son intervention doit survenir avant que le danger suspecté ait eu le temps de faire des dégâts, et avant même qu'une quelconque certitude soit acquise sur la question. Enfin, en cas d'intervention, celle-ci doit être proportionnelle à l'ordre de grandeur du sujet possible.

Pour résumer il s'agit d'une attitude d'anticipation des risques, sa mise en place permet de cibler les risques hypothétiques les plus plausibles, et éventuellement d'essayer de les mettre en évidence via des recherches scientifiques. La distinction de perception entre risques avérés et risques hypothétiques est très importante car elle permet de déterminer ce qui relève de la recherche, de la précaution ou de la prévention. L'interdisciplinarité et l'indépendance sont des conditions nécessaires à sa réalisation.

- Le PP en pratique : un frein à l'innovation ?

Une innovation technologique en cours de développement est au départ une source d'espoirs, peut-être même un succès annoncé selon les bénéfices attendus. Mais ce qui la rend

révolutionnaire est précisément lié au fait qu'elle était inconnue ou non utilisée à grande échelle jusque-là. Il est parfois difficile, dans l'enthousiasme, de prévoir que la médaille aura un revers. Le passé a malheureusement montré que les succès les plus retentissants dans leur domaine ne sont pas à l'abri d'avoir des conséquences dramatiques sur le plan de l'environnement et de la santé. Avant d'être le cancérigène que nous connaissons, l'amiante a longtemps été un isolant particulièrement apprécié pour sa résistance à la chaleur, aux agressions électriques et chimiques, ainsi que pour ses pouvoirs absorbant et isolant.

Mais pour autant, il serait déraisonnable de réclamer que toute technologie nouvelle fasse la preuve de son innocuité avant d'être placée en contact avec le public : cette démarche serait un frein considérable au progrès. Par ailleurs, un risque ne s'envisage pas "tous azimut". Un minimum d'observation est nécessaire pour savoir comment orienter les recherches.

Le développement d'une "nouvelle technologie" peut se faire malgré la présence d'incertitudes. Mais cela implique que les responsables, conscients de ce brouillard, soient vigilants quant à de potentiels effets nocifs non envisagés au moment de la conception. Et si un risque plausible émerge et semble suffisamment inquiétant pour attirer l'attention vers un danger identifiable, c'est là que le PP a un rôle à jouer. Son rôle n'est pas de "bloquer" ou de "freiner" le développement de la technologie mais plutôt de lui prêter main forte : en identifiant d'abord les zones d'ombres et les lacunes de la connaissance scientifique, puis en cherchant à les atténuer et si besoin en les encadrant par des limites, des seuils d'expositions etc.

Le PP peut également permettre d'aiguiller des technologies potentiellement dangereuses vers des alternatives s'inscrivant dans une logique de développement durable et stimuler les recherches dans ce domaine.

- PP, un terme souvent mal compris

Son nom est régulièrement invoqué à tort dans le cadre des antennes-relais, y compris lors de décisions de justice pourtant lourdes de conséquences en terme de représentation des populations. La confusion semble naître d'une mauvaise connaissance à la fois de ses champs d'application, et des conséquences pouvant découler de sa mise en action.

Voici donc quelques notions parfois reliées à tort au PP.

- un principe d'abstention (ou un équivalent du dicton populaire "Dans le doute, abstiens-toi").
- une action ayant pour effet systématique une interdiction.
- une exigence zéro risque.
- un principe de prévention (qui lui, porte sur des risques avérés sans qu'on puisse en estimer la fréquence). L'incertitude ne porte pas sur le risque lui-même mais sur la probabilité de sa réalisation.)
- un principe portant uniquement sur des risques avérés.
- ou portant, a contrario, sur tous les risques hypothétiques, y compris ceux ne paraissant pas plausibles au vu des observations accumulées.
- un principe de gestion de crise.

L'une des stratégies utilisée les militants anti-ondes consiste à réclamer qu'une preuve de l'absence de risque soit apportée, ou à pointer l'incapacité des scientifiques à apporter cette preuve. Sauf que dans le cas des antennes, il s'agit d'un risque hypothétique, rendu peu plausible par les recherches déjà effectuées et non d'un risque avéré.

Cette méthodologie n'est donc pas adaptée au problème. Cette dérive semble avoir tendance à se généraliser ; c'est ce qu'on appelle l' "inversion de la charge de la preuve".

- Les obstacles à sa bonne application :
  - la jurisprudence, qui consiste à utiliser le principe de précaution dans les troubles de voisinage sous forme de crainte légitime, constitue une dérive à laquelle il convient de remédier ;
  - la mauvaise perception sociale d'un risque : celui-ci peut conduire non seulement le politique, mais aussi le juge à appliquer ce principe de façon erronée ;
  - l'absence de prise en compte des données scientifiques et de leur signification statistique par rapport à la précaution attendue.
- PP et antennes-relais : une jurisprudence jugée «regrettable»(85)

Dans un document de travail de 2013, un retour est fait sur certaines actions en justice ayant débouché sur une condamnation des opérateurs au titre du PP.

Le juge de la Cour d'Appel du Tribunal de Versailles a considéré que l'implantation d'antennes relais relevait d'un trouble du voisinage.

Le rédacteur du rapport souligne que le fait d'assimiler une crainte jugée "légitime" à un trouble de voisinage ne relève pas d'une application juridique du PP mais plutôt d'une forme de "prévention morale".

Dans le même esprit, le Tribunal de Grande Instance de Carpentras a ordonné le 16 février 2009 le démantèlement d'une antenne-relais située à proximité d'habitations en relevant l'existence d'une «crainte légitime d'une atteinte directe à [la] santé [des riverains] constitutive d'un trouble dont le caractère anormal tient au fait qu'il porterait atteinte, une fois réalisé, à l'intégrité physique sans qu'il soit à ce jour possible d'en mesurer toute l'ampleur». Cette décision a également été critiquée pour le motif qu'elle n'a pas tenu compte des données scientifiques disponibles.

- Conclusion

Il s'agit d'un principe d'action et non d'immobilisme. Son rôle n'est pas d'engendrer un repli mais une recherche prospective permettant de faire avancer les recherches dans les domaines de l'environnement et de la santé.

Ceux qui le réclament ne doivent pas oublier que le travail des scientifiques n'est pas de garantir le "zéro-risque" mais de "reconnaître et remédier à l'ignorance, à l'incertitude et au risque, en matière d'évaluation technologique et de prise de décision"(Harremoës 2001) (86).

Une utilisation inappropriée peut constituer un frein à l'innovation technologique (la "paralysie par l'analyse" décrite par Harremoës), et contribuer à entretenir les inquiétudes de la population et ce alors que des données scientifiques existent déjà.

Il est invoqué dans différents pays comme moyen pour répondre aux préoccupations des populations, alors que certaines des études montreraient que cette approche pourrait en déclencher de nouvelles et d'amplifier les perceptions de risques [Wiedemann et Schütz, 2005] (87). Une approche expérimentale leur permet de conclure que les mesures de précaution pourraient déclencher des préoccupations et amplifier les perceptions des risques. Dans le cas des antennes-relais, son application ne semble pas appropriée.

### 3. L'Intolérance environnementale idiopathique attribuée aux champs électromagnétiques ou Hypersensibilité aux ondes électromagnétiques (HSEM)

#### 3.1. Définition

L'appellation de cette entité émergente a évolué au fil du temps. Les premiers cas de "maladie des micro-ondes" ont été décrits dans les années 50 en Europe de l'est, chez des travailleurs exposés aux micro-ondes ou à certaines radiofréquences. Leurs symptômes : maux de tête, faiblesse, troubles du sommeil, instabilité émotionnelle, vertiges, pertes de mémoire, fatigue et palpitations cardiaques [Sadchikova, 1960] .

Dans les années 80, en Norvège et en Suède, des travailleurs exposés aux écrans d'ordinateur consultent la médecine du travail pour des éruptions cutanées ("Screen dermatitis"). D'autres symptômes ont été répertoriés par la suite, mais sans critère diagnostique bien défini.

Ils ont ensuite été regroupés sous le nom d'«Hypersensibilité à l'électricité», qui donnera le synonyme « Électrosensibilité ». Puis l'accent sera mis sur le caractère électromagnétique de l'exposition « Electromagnetic hypersensitivity ».

Le terme officiel retenu est désormais celui d' « Idiopathic Environmental Intolerance Attributed to electromagnetic fields » (intolérance idiopathique environnementale attribuée aux champs électromagnétiques) (88,89).

Pour des raisons pratiques, les médias emploient généralement le terme plus court d'électrosensibilité .

L'OMS a réalisé un aide-mémoire sur le sujet en 2005 (89). Voici sa définition :

«L'HSEM est caractérisée par divers symptômes que les individus touchés attribuent à l'exposition aux Champs ElectroMagnétiques (CEM). Si certains rapportent des symptômes bénins et réagissent en évitant autant qu'ils le peuvent ces champs, d'autres sont si gravement affectés qu'ils cessent de travailler et modifient totalement leur mode de vie. Cette sensibilité présumée aux CEM est généralement appelée "hypersensibilité électromagnétique" (HSEM). Elle est décrite comme une sensibilité accrue notamment aux radiofréquences et aux champs électriques ou magnétiques dans le cadre d'une exposition largement inférieure aux normes en vigueur, et a fortiori aux seuils décrits comme ayant des effets sur l'organisme ».

Ce n'est pas le seul syndrome d'intolérance idiopathique. Il en existe plusieurs, leur point commun étant un ensemble de symptômes non spécifiques inexpliqués sur le plan médical et entraînant un retentissement significatif sur la vie quotidienne des patients concernés. L'hypersensibilité chimique multiple par exemple, a été définie en 1987 par Mark Cullen comme une «pathologie acquise caractérisée par des symptômes récurrents concernant de nombreuses sphères du corps, consécutive à une exposition avérée à de multiples composés chimiques de nature très variée, à des niveaux d'exposition bien en deçà de ceux causant des effets nocifs dans la population générale. Aucune anomalie physiologique pouvant expliquer ces symptômes ne peut être mise en évidence» (90).

On peut encore citer le «syndrome d'intolérance aux odeurs chimiques». Les premiers cas ont été décrits en 1992 par une équipe parisienne à partir d'observations cliniques issues des consultations de pathologie professionnelle (91).

### 3.2. Prévalence

Des enquêtes ont été réalisées dans plusieurs centres de médecine du travail afin de chercher à déterminer le nombre de personnes touchées par l'HSEM.

Mais dans la mesure où il n'existe actuellement ni critère diagnostique ni reconnaissance officielle de ce syndrome (excepté dans certains pays), le recensement est compliqué. Selon l'OMS, la prévalence serait plus importante en Allemagne (8% selon Infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH, 2003) et en Autriche (3,5%) qu'en France (2%).

Les études de prévalence citées dans un rapport de l'AFSSET en 2009 l'ont estimée à environ 2% en France, 1,5% en Suède, 5% en Suisse (35).

Les formes cliniques dominantes semblent varier également selon les pays : une prédominance des symptômes dermatologiques est constatée dans les pays scandinaves, alors qu'en France ou aux États-Unis, les signes neurovégétatifs seraient plus présents (88).

### 3.3. Présentation clinique

Les présentations cliniques les plus fréquemment décrites comportent des signes dermatologiques (érythème facial, éruption, prurit, sensation de chaleur etc.) et neurovégétatifs (troubles de la mémoire, de la concentration, du sommeil, asthénie diffuse etc.) (88). Selon les sujets touchés, les signes surviendraient dans les minutes ou les heures qui suivent l'utilisation ou le rapprochement physique d'une source émettrice et disparaîtraient lors de l'éloignement de celle-ci.

Une étude de 2007 [Eltiti et al.] (92) a permis d'affiner le tableau clinique. Un questionnaire avec 57 items quantifiés a été rempli par 3633 témoins et 88 patients se déclarant électrosensibles.

Huit catégories de symptômes se sont distinguées au cours de cette étude (symptômes neurovégétatifs, cutanés, auditifs, céphalées, cardio-respiratoires, locomoteurs, liés au froid, liés à l'allergie). Elles ont été obtenues dans les deux groupes, le groupe témoin et celui se déclarant électrosensible. Par contre, l'intensité ressentie était supérieure dans ce dernier.

Une distinction a été proposée par l'AFSSET en 2009 (35) entre les intolérances aux ondes électromagnétiques et celles reliées aux ondes de la téléphonie mobile en particulier.

### 3.4. Que dit la Science ?

De nombreuses études (pour la plupart des études de provocation) ont été réalisées en France et à l'étranger, aucune pour l'instant n'a mis en évidence de lien de cause à effet entre les symptômes et les ondes électromagnétiques.

46 études de provocation en simple ou double aveugle ont analysé les réponses de 1176 patients se déclarant électrosensibles exposés à des sources de rayonnements électromagnétiques actifs ou non. Quelle que soit la nature de l'exposition, le groupe de sujets n'a pas montré plus de capacité à déterminer la réalité de l'exposition par rapport au groupe témoin [Rubin et al. 2006] (93).

La limite de ce mode de recherche est que seuls les effets à court terme peuvent être étudiés. Une acuité plus importantes des symptômes était retrouvée dans le groupe témoin mais

l'étude concluait que l'effet nocebo constituait une explication suffisante pour expliquer ce fait, et qu'une approche psychothérapeutique pourrait être intéressante dans la prise en charge des patients électrosensibles.

Une autre revue de la littérature, toujours avec James Rubin à sa tête, n'a pas non plus retrouvé de lien de cause à effet entre les ondes électromagnétiques et les symptômes présentés, tout en précisant que ceux-ci pouvaient dans certains cas s'avérer sévères (94).

### 3.5. Effet nocebo et HSEM

Certaines études semblent indiquer que certaines manifestations somatiques rapportées ressenties lors d'une exposition aux ondes pourraient être causées par un effet nocebo.

Cette hypothèse a été évoquée notamment suite à l'affaire des antennes de Saint-Cloud (cf chapitre sur les antennes) .

Des études ont été menées en France et à l'étranger afin de le mettre en évidence.

Une étude allemande réalisée en 2008 a pu objectiver ce phénomène, en mettant en évidence de véritables manifestations cérébrales du phénomène par IRM (83).

L'étude menée par Michael Landgrebe et Ulrich Frick, de l'Université de Regensburg en Allemagne a recruté une trentaine de patients dont la moitié se déclarait électrosensible.

Il leur a été expliqué qu'ils seraient soumis à une exposition soit à un appareil chauffant, soit à un téléphone portable, et ceci avec une surveillance de leur IRM cérébrale durant l'expérience. Le type de stimulus, qu'il s'agisse de la source de chaleur ou du faux rayonnement électromagnétique, était annoncé avant chaque exposition et les volontaires devaient évaluer leur inconfort sur une échelle de 1 à 5.

Dans le cas de la chaleur, les descriptions de l'expérience des deux groupes étaient comparables, y compris en ce qui concerne leur activité cérébrale. Concernant l'exposition au faux téléphone portable, seuls les "électrosensibles" ont rapporté des sensations, allant des picotements à la douleur. L'IRM cérébrale montrait une activation des mêmes zones cérébrales lors de l'exposition au faux portable que lors de l'exposition aux températures élevées.

Différentes études retrouvent des résultats abondant dans ce sens. On peut notamment citer celle publiée dans la revue « Cephalalgia » en 2007, intitulée *Mobile phone headache : a double blind, sham-controlled provocation study*. (96)

#### Avis de l'Académie de Médecine

Dans cette publication de 2009, il est indiqué qu' « aucune étude ne montre que l'électrohypersensibilité est due aux ondes électromagnétiques. Les études suggèrent un effet nocebo (inverse de l'effet placebo : troubles relatés résultant d'un mécanisme psychologique) et des facteurs neuro-psychiques individuels » (97).

La souffrance liée à une exposition aux ondes ne doit pas être prise à la légère car même dans le cas d'un effet nocebo, elle est réellement ressentie par le patient. La seule prise en charge actuellement préconisée est un accompagnement et un suivi psychothérapeutique (97).

### 3.6. Dispositifs anti-ondes et compléments alimentaires, sont-ils efficaces ?

Aucun traitement n'a actuellement fait la preuve de son efficacité dans le cadre de la prise en charge de l'HSEM, toutefois les thérapies cognitivo-comportementales pourraient

être envisagées, et la prise en charge des patients aurait tout intérêt à être la plus précoce possible. Les traitements alternatifs comme celui basé sur la chélation des métaux lourds ou la supplémentation par antioxydants n'ont pas fait la preuve de leur efficacité (35).

Concernant les dispositifs anti-ondes, aucune étude n'a pu apporter la preuve de leur efficacité (rapport de l'AFSSET).

Nous citerons tout de même une étude publiée en janvier 2016, intitulée "Radioprotective effects of the Ayurvedic medicinal plant *Ocimum sanctum* Linn. (Holy Basil) : A memoir". Celle-ci serait en faveur d'un effet protecteur des extraits de feuille de basilic sacré contre la rupture des brins d'ADN sur les tissus sains de souris porteuses de cancer radio-induit (de par le piégeage de radicaux libres et les effets anti-oxydant, chélateur de métaux et anti-inflammatoire). Ces résultats doivent bien sûr être répliqués (98).

### 3.7. Des pistes pour la recherche ?

Une publication canadienne de 2011 évoque deux études qui auraient montré au cours des tests de provocation une réponse somatique objective.

La première, [McCarty et al., 2011] (99) publiée dans *The Journal of Neurosciences*, a étudié en double-aveugle le cas d'une femme médecin auto-diagnostiquée hypersensible. Celle-ci avait été exposée à des ondes radio fréquences tandis que l'on surveillait l'apparition de symptômes (céphalées, palpitations, spasmes musculaires). La patiente ne savait pas si elle était exposée ou non mais les symptômes ont eu tendance à apparaître lors des transitions on-off. Ces résultats, selon les auteurs, seraient compatibles avec un lien de cause à effet. Ce qui pose problème dans cette étude, c'est bien évidemment le manque de puissance (un seul sujet), et le type de symptômes ciblés (spasme musculaire, palpitations etc.), difficiles à quantifier de façon objective.

Une autre, [Havas et al. 2011] (100) a observé le rythme cardiaque de différents sujets lors de faibles expositions électromagnétiques (100 Hz). Dans le groupe, 40 % affirmaient souffrir d'une électrosensibilité modérée à sévère, 16% une légère, 8% déclaraient ne pas être électrosensible du tout, et enfin un tiers des sujets ne savaient pas s'ils l'étaient.

Sur les 25 sujets, 10 ont présenté une élévation de leur rythme cardiaque, comprise entre 10 et 91 battements supplémentaires par minute. L'un d'entre eux notamment a présenté une accélération majeure au moment de l'exposition en aveugle (de 61 à 154 battements par minute) avec retour à la normale dès l'arrêt de l'exposition. Toutefois il a été constaté une discordance entre les symptômes ressentis (sur les 5 personnes alléguant des palpitations, 2 seulement ont présenté des modifications du rythme cardiaque, et cela de façon inconstante). Les auteurs concluaient en indiquant que ces résultats seraient compatibles avec une réaction du système nerveux autonome, via une stimulation du système sympathique et une régulation du système parasympathique (99).

Une autre hypothèse de travail a été testée au cours de deux expériences. Celles-ci semblent avoir montré que l'activité électrodermale (les modifications électriques de la peau au cours d'un stress) serait significativement plus élevée chez les personnes se déclarant électrosensibles. Ceci se manifeste par une brusque diminution de la résistance électrique cutanée liée à l'activité des glandes sudoripares lors des périodes d'anxiété, et d'augmentation de cette résistance lorsque l'attention décroît (88).

En marge de ces éléments, certaines recherches tendraient à montrer que certains facteurs dits organisationnels (insatisfaction au travail, manque de support de la part des collègues, excès de travail, introduction de nouveaux équipements) favoriseraient l'apparition et/ou le maintien des symptômes chez certains sujets travaillant sur ordinateur et présentant des signes cutanés. Toutefois les résultats n'ont pas été significatifs (88).

### 3.8. Les décisions juridiques liées à l'HSEM.

En 2014, un homme déclarant souffrir d' HSEM s'est vu accorder par la Maison Départementale des Personnes Handicapées une aide financière, dans le cadre d'un accord à l'amiable.

Avril 2015 : une demande d'aménagement de poste a été obtenue par une fonctionnaire territoriale après quatre ans de procédure sur décision du Comité Médical Supérieur.

Juillet 2015 : une journaliste de 39 ans a vécu pendant 10 ans recluse dans les montagnes afin d'échapper à des symptômes qu'elle estimait liés à une HSEM (céphalées, asthénie, acouphènes etc.). Après avoir été déboutée lors d'une première demande, le tribunal de contentieux de Toulouse a condamné la MDPH à lui verser une allocation adulte handicapé en juillet 2015.

Il faut bien comprendre que dans ces différents cas, c'est la souffrance du patient, le caractère handicapant de ses symptômes qui ont entraîné une réponse favorable. Sur un plan médical la pathologie elle-même n'est pour l'instant pas reconnue en tant que telle.

## 4. Le médecin généraliste face aux différents problèmes soulevés par l'exemple des antennes-relais.

### 4.1. En première ligne

*“Il (ndlr : le médecin généraliste) doit être à même d’assimiler et d’interpréter tous les éléments d’information fournis par le malade. Il se prononce en premier lieu sur tout problème qui lui est soumis en tant que médecin. Il assure le traitement d’entretien de ces patients. Ces contacts prolongés lui permettent de recueillir des informations à un rythme adapté à chaque malade et d’établir des rapports de confiance qu’il peut exploiter sur le plan professionnel. Il exerce ces fonctions en coopération avec des collègues, médecins ou non. Il est capable de jouer son rôle en tant que membre d’une équipe de santé tout en continuant à assumer la responsabilité personnelle du traitement de son malade à titre individuel. Il doit savoir quand et comment intervenir par les soins la prévention et l’éducation en vue de sauvegarder la santé de ses pareils et de leurs familles. Il se reconnaît en outre la responsabilité de donner des avis autorisés sur les questions concernant la santé de la collectivité au sein de laquelle il vit.»*

(Extrait de la Directive 2005/36/CE du Parlement européen et du Conseil du 7 septembre 2005 relative à la reconnaissance des qualifications professionnelles) (101).

Ce texte laisse entrevoir le poids qui peut parfois peser sur la communauté des médecins généralistes. Il est intéressant d’observer que la notion d’incertitude en est absente, bien que celle-ci est inhérente à la pratique de la médecine, une science mouvante et en constante évolution.

Le médecin généraliste est le premier interlocuteur, le trait d’union entre les patients et le monde médical. Ses missions sont multiples : pose de diagnostic, soins primaires, suivi, prévention, alerte, orientation, éducation etc. Les connaissances requises sont de plus en plus vastes, et les patients attendent de lui non seulement de les prendre en charge en cas de maladie, mais aussi de répondre à leurs interrogations, sur des sujets aussi divers que la nutrition, l’environnement, les “médecines” alternatives etc.

L’évolution technologique a vu grandir les préoccupations de la population vis-à-vis de certains risques environnementaux, en concomitance avec une médiatisation croissante des sujets liés à la santé.

### 4.2. Médiatisation des sujets de santé : un outil à double-tranchant.

Au fil du temps, les questions de santé ont progressivement envahi le paysage médiatique (102). Des effets positifs ont pu être observés. La diffusion à grande échelle de campagnes de prévention et de sensibilisation a rendu possible une évolution des mentalités sur certains sujets, comme la nutrition, le dépistage des cancers, les addictions, ou sur des sujets touchant davantage au domaine social comme les violences conjugales.

L’information du public non médical via des émissions de vulgarisation permet une plus large diffusion des connaissances (sur la reconnaissance de certaines maladies, sur les gestes qui sauvent), une meilleure intégration de certains groupes mis à l’écart de la société (handicapés, personnes séropositives) ou encore de mettre en lumière certaines pathologies afin

d'encourager les dons et faire progresser la recherche.

Selon une étude réalisée au CHU Saint-Pierre à Bruxelles, une information de qualité permettrait « d'améliorer le sentiment de contrôle, réduire l'anxiété et la détresse émotionnelle, accroître la compliance aux traitements, rendre les attentes plus réalistes et générer des sentiments de sécurité et de réassurance » (103).

Une bonne utilisation des données scientifiques disponibles, présentées de façon claire et compréhensible, peut donc être bénéfique.

En Europe, les professionnels de santé représenteraient la première source d'information dans le domaine de la santé dans 45 % des cas. Cependant, pour un cinquième des citoyens européens, la télévision représenterait la première source d'information médicale. En Belgique, 21 % de la population utilise Internet pour obtenir des informations médicales et 15 % en France. Un peu moins de la moitié des Européens (41,5 %) pense qu'Internet représente une bonne manière d'obtenir ces informations (103).

Mais ces critères ne sont pas toujours réunis, loin s'en faut. Nous savons bien que l'angle choisi par les médias ne reflète pas toujours la réalité scientifique. Les logiques de vente pour la presse, d'audience pour la radio et la télévision et de "nombre de clics" pour les sites internet entrent également dans l'équation, ce qui peut aboutir à des choix peu judicieux voire préjudiciables en terme de santé publique.

Une étude réalisée en Argentine a évalué le traitement des informations de santé par les médias grand public : celle-ci a conclu à un manque de fiabilité de ceux-ci par rapport aux données scientifiques établies par des experts (104).

La qualité des nouvelles médicales rapportées par les médias est donc très inégale et 43 % des citoyens européens ne leur ferait pas confiance (105). Un sujet très médiatisé et volontiers présenté sur un mode alarmiste et parfois erroné comme celui des antennes-relais peut impacter le public en y distillant des représentations négatives, du simple doute à la peur, voire à un effet nocebo comme dans le cas des antennes de Saint-Cloud. On ne peut donc pas nier aujourd'hui l'impact des médias sur le public qui est aussi une patientèle potentielle. L'influence peut s'exercer à différents niveaux : sur certaines de leurs perceptions, sur leur mode de vie, sur leurs priorités (88).

Or la Médecine est définie non seulement par des connaissances scientifiques, mais aussi par l'attitude du public en tant qu'acteur et consommateur de santé.

D'après l'enquête conjointe du Conseil National de l'Ordre des Médecins (CNOM) et de l'Institut Politique de Sondages et d'Opinions Sociales (IPSOS) de 2010 (106), 71% des Français consulteraient Internet pour obtenir des informations en matière de santé.

Nous allons le voir, une recherche bibliographique de qualité nécessite une démarche rigoureuse, et parfois difficile dans un contexte de controverse pour la communauté médicale, a fortiori pour une population non rompue à cette pratique. Devant des informations préoccupantes et manquant souvent de clarté, les patients pourraient être amenés à consulter leur médecin généraliste afin de chercher des réponses. Face à ces demandes, certains de ces médecins se tourneront vers un diplôme universitaire ou une formation continue, une grande partie cherchera à s'autoformer, en réalisant une recherche bibliographique. Dans certains cas, la recherche est simple, quand des recommandations et protocoles clairs sont établis, sur des bases scientifiques indiscutables. Mais ce n'est pas toujours le cas. Et la recherche peut alors devenir un véritable casse-tête dans un contexte de controverse médiatique et d'incertitude scientifique, comme c'est le cas pour les antennes. Et bien évidemment, les médecins sont également exposés à cette forte médiatisation, ce qui peut poser quelques problèmes en termes de préjugés.

Face à une surabondance de source, le tri des informations devient une nécessité.

### 4.3. Sélectionner l'information fiable. Quelques règles.

Voici les critères de qualité retenus par les Conseils Nationaux de la Formation Médicale Continue (107, 108) :

- la sélection des articles doit être réalisée par un comité scientifique et/ou de lecture selon des critères clairement identifiés, et tous les articles doivent comporter les noms et les coordonnées professionnelles des auteurs.
- l'existence d'une bibliographie référencée dans chaque article.
- la promotion des médicaments et du matériel médical, quelle que soit sa forme, illustrée ou rédactionnelle, doit être clairement identifiée et ne doit pas interrompre la continuité d'un article.
- le ou les rédacteurs d'un article, liés, directement ou indirectement, par un contrat de travail ou un contrat financier à un laboratoire pharmaceutique ou à une entreprise fabriquant ou distribuant du matériel médical, devront être clairement identifiés comme tels dans l'article.
- les articles d'ordre scientifique et didactique doivent être clairement distincts des informations d'ordre professionnel, syndical ou autres, et doivent constituer l'essentiel du contenu rédactionnel (en surface, hors articles promotionnels ou publicités).

Dans le cas d'une recherche bibliographique par internet, certains outils peuvent aider à sélectionner les sources (109).

- Le **Health On the Net** (109) (ou HONcode), est une organisation non gouvernementale donnant quelques critères de transparence à respecter par les sites web. Ceux qui souhaitent adhérer à cette charte et obtenir le label HONcode doivent satisfaire à 8 principes.
  1. Autorité : le site doit indiquer la qualification des rédacteurs.
  2. Complémentarité : compléter et non remplacer la relation médecin-patient.
  3. Confidentialité : la confidentialité des informations personnelles soumises par les visiteurs du site doit être préservée.
  4. Attribution : citer la/les source(s) des informations publiées et dater les pages de santé.
  5. Justification : justifier toute affirmation sur les bienfaits ou inconvénients de produits ou de traitements.
  6. Professionnalisme : l'information doit être la plus accessible possible, le nom du gérant du site doit être indiqué avec un moyen de le contacter.
  7. Transparence du financement : présenter les sources de financement.
  8. Honnêteté dans la publicité et la politique éditoriale: séparer la politique publicitaire de la politique éditoriale.

La possession du label HONcode ne garantit pas la qualité de l'information délivrée par le site web, mais uniquement sa transparence (109).

- Le **Netscoring** (110) est un autre outil de certification des sites web, notamment utilisé par le CISMef (Catalogue et Index des Sites Médicaux de langue Française).

Il s'agit d'un groupe pluridisciplinaire s'engageant à fournir des critères de qualité pour l'information en santé. Ces critères sont répartis en huit catégories principales : crédibilité, contenu, liens, design, interactivité, aspects quantitatifs, aspects déontologiques, accessibilité. Il a l'avantage par rapport au HONcode d'intégrer la notion de validité scientifique et d'indépendance.

L'INSERM (111) a édité une liste de vérifications à effectuer afin de sélectionner les sites web les plus sérieux à savoir : vérifier qui produit le site (organisme, association de malade, université, page personnelle etc.), quels sont ses financements, quelles sources sont utilisées,

de quand date la dernière mise à jour, et quels autres liens sont recommandés. Les derniers critères s'adressent en particulier au patient et sont un gage de qualité du site : la confidentialité, les mises en garde (incitant à consulter son médecin par exemple) et l'accessibilité aux handicapés.

On peut également citer le **Discern** (109), développé par un groupe multidisciplinaire comportant des cliniciens spécialistes, des représentants de groupes de soutien, des médecins généralistes, des experts en information en santé destinée à l'utilisateur, des professionnels de l'édition scientifique, etc. Il s'agit d'un questionnaire en seize questions construit pour permettre à un non-expert de juger de la qualité d'un texte médical (papier ou web).

Pour finir, un rapport a été remis par la Haute Autorité de Santé (HAS) en 2007 concernant la recherche d'informations médicales sur Internet (109).

Dans ce rapport, quelques pistes sont indiquées pour faciliter la recherche dans un moteur de recherche généraliste (préférer le langage médical, combiner les termes et utiliser des expressions, apprendre à relier correctement les termes d'une recherche, restreindre les recherches sur le titre, essayer singulier et pluriel etc.).

Selon la HAS, les sites bibliographiques de référence sont :

- Pubmed (112) (base de données de la National Library of Medicine, comportant 4500 revues biomédicales)
- ArticleInist (Institut National de l'Information Scientifique et Technique, répertoriant plus de dix millions de documents). Il a été remplacé par Refdoc (113) depuis.

Les bases de données gratuites sont Orphanet (114) et la Banque de Données Santé Publique (115) (BDSP).

Les sites des agences de santé (109) :

- l'AFSSAPS (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé) qui assure l'évaluation scientifique et médico-économique des produits de santé, exerce le contrôle des produits dans ses laboratoires et de la publicité et inspecte les établissements.
- L'AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments)
- L'ANSES (anciennement AFSSET)
- La HAS (Haute autorité de Santé)
- L'Agence de la biomédecine (domaines du prélèvement et de la greffe d'organes, de cellules et de tissus, de la procréation, de l'embryologie et de la génétique humaines)
- L'EFS (Établissement Français du Sang) : activités de collecte, de préparation, de qualification et de distribution des produits sanguins labiles aux établissements de soins.
- L'InVS (Institut de Veille Sanitaire)
- L'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire)
- L'INPES (Institut National de Prévention et d'Éducation pour la Santé)

Enfin, deux « catalogues » de référence sont cités : le Catalogue et Index des Sites Médicaux Francophones (CISMeF) et MedlinePlus aux États-Unis.

#### 4.4. La relation médecin malade : une relation de confiance et d'influence réciproque.

Le philosophe et médecin Edmund Pellegrino décrit dans son œuvre la rencontre clinique entre le médecin et le patient. Celui-ci, en état de souffrance ou "d'humanité blessée" viendrait voir son médecin, qu'il présume vouloir « l'aider et ne pas lui nuire, et se faire en tout temps l'avocat de son propre bien » (116).

La confiance est nécessaire à une relation médecin-malade fonctionnelle de bonne qualité (117). Elle peut jouer un rôle dans toutes les étapes de la prise en charge : en poussant le malade à se confier sur son problème sans omettre de détail déterminant pour la pose du diagnostic, en facilitant l'observance et l'application d'éventuels conseils hygiéno-diététiques etc. Confiance du patient mais aussi confiance du médecin dans les informations fournies par le patient et sa capacité à suivre les préconisations. Sans elle, difficile d'exercer avec empathie et bienveillance. Mais cette confiance ne doit pas se départir d'un certain recul.

Il peut arriver que le malade vienne en toute confiance solliciter l'aide d'un médecin sur un sujet sur lequel celui-ci soit ne possède pas la réponse, ou pense en toute bonne foi la posséder ou encore ne possède pas de conviction tranchée mais seulement une méfiance. Dans le cas où le médecin a évité les écueils de la recherche bibliographique et dispose de l'information considérée comme fiable, il est en capacité d'apporter une réponse aussi proche que possible de la vérité scientifique du moment. En cas d'ignorance, une abstention prudente est de mise, mais l'accueil réservé à celle-ci sera totalement variable selon le degré d'anxiété du patient (l'incertitude elle-même pourra générer l'angoisse chez l'un, quand l'absence de données négatives pourrait suffire à rassurer partiellement chez l'autre). Le patient pourrait essayer de se renseigner seul en réalisant lui-même une recherche sur internet, avec un fort risque de sélection d'informations non pertinentes. Si une conviction négative ou une méfiance existe, celle-ci pourrait exercer une influence sur le patient, même en l'absence d'expertise du médecin sur le sujet.

La prise en charge en médecine générale n'est pas une démarche mécanique immuable basée uniquement sur des protocoles établis. Le médecin est un être humain dont les expériences passées, et les représentations personnelles peuvent subtilement teinter les pratiques. Les représentations des individus jouent un rôle essentiel dans les relations de soins (117).

Le contexte d'incertitude scientifique est un véritable problème en médecine. Un médecin désireux de ne pas trahir la confiance de son patient en l'exposant à un danger potentiel pourrait être tenté d'adopter une attitude surprotectrice. Une sorte d'usage individuel d'un principe de précaution, dont nous avons vu qu'il n'était à priori pas justifié dans le cas des antennes-relais. Pourtant doté des meilleures intentions, et bien que cette attitude puisse se discuter sur le plan éthique, il risque lors de conforter les angoisses de son patient, avec toutes les répercussions que celles-ci peuvent avoir. À l'inverse, la patientèle pourrait exercer un effet sur les perceptions du médecin. Un médecin ayant reçu plusieurs patients pour un motif lié aux ondes pourrait légitimement remettre en question leur innocuité. Cette sorte de sensibilisation progressive serait susceptible de l'amener à considérer ces expériences comme un signal d'alerte, et pourquoi pas acquérir la conviction qu'il se passe quelque chose d'anormal.

Si certains évoquent une crise de confiance entre la population et le monde médical (ou scientifique au sens large), la relation entre les médecins généralistes et leurs patients semble avoir été relativement préservée : selon un sondage réalisé en 2010 par le groupe Pasteur mutualité (118), 910 des 1000 patients interrogés déclaraient faire confiance à leur médecin traitant. L'accès à l'information sur internet pour les patients ne semble pas avoir bouleversé cette relation, contrairement à ce que l'on aurait pu craindre. En effet, une thèse de 2015 réalisée en Gironde et dans les Landes a montré que si 64% des patients cherchent des informations médicales sur internet, eux et leurs médecins n'ont pas observé d'évolution de leur relation, notamment en termes de confiance (119).

Le premier interlocuteur des patients et le dépositaire de leur confiance dans de nombreux cas a un véritable rôle à jouer dans certains domaines de santé publique, notamment sur des sujets environnementaux, soit par le rôle d'alerte que lui confère sa présence sur le terrain, soit pour servir de médiateur entre la communauté scientifique et le public, et permettre ainsi d'apaiser le débat. Une situation d'incertitude peut venir mettre à mal la réalisation de ces missions.

#### 4.5. Médecine générale et incertitude.

*"Notre incertitude s'accroît en fonction de nos connaissances comme le périmètre d'un cercle en fonction de son rayon".* Socrate.

Voici comment le Comité de la Prévention et de la Précaution a défini l'incertitude dans le rapport ministériel "La décision publique face à l'incertitude" :

"l'incertitude signifie que les connaissances disponibles ne permettent pas de caractériser une situation aussi précisément qu'on le souhaiterait ; elle n'est pas synonyme d'ignorance. Il est donc important d'établir aussi clairement que possible les limites des connaissances existantes, afin d'en faire le meilleur usage"(120).

Une analyse menée par Renée Fox en 1988 décompose l'incertitude médicale en trois niveaux (121) :

- un niveau 1 qui "résulte d'une maîtrise incomplète ou imparfaite du savoir disponible",
- un niveau 2 qui "dépend des limites propres à la connaissance médicale" du moment,
- et un niveau 3 qui tient à la difficulté pour un praticien donné de faire la part du premier et du deuxième niveau.

Chaque profession est confrontée à son lot d'incertitudes. Dans le domaine médical, la décision engage la responsabilité du médecin et peut être lourde de conséquences ce qui la rend particulièrement inconfortable.

La fréquence des situations d'incertitude en médecine est discutée. Les données disponibles portent surtout sur l'incertitude diagnostique. Les travaux de prévalence dans ce domaine se sont intéressés aux symptômes médicalement inexplicables qui représenteraient 13% des consultations (122).

De tous les médecins, le généraliste est celui qui est confronté au champ de connaissances le plus étendu. De ce fait, certains professionnels considèrent que choisir une spécialité délimitée plutôt que la médecine générale générerait moins d'angoisse (Dowie J, 1988) (123). Selon Urfalino (2001) le médecin généraliste serait "structurellement une sorte de mauvais élève", condamné à ne jamais maîtriser totalement sa spécialité, étant entendu qu'il est impossible de tout savoir, surtout dans un domaine en perpétuelle évolution. De nouvelles connaissances sont acquises inlassablement, et bien souvent avec enthousiasme (123). C'est un aspect du métier qui le rend passionnant mais peut aussi exposer à une certaine frustration. Si de nombreux travaux semblent montrer que l'incertitude inhérente à l'exercice médical peut engendrer un stress, l'un d'entre eux en étudiant l'impact émotionnel du doute sur les généralistes avait mis en évidence les résultats suivants : l'indifférence y était très majoritairement notée comme "jamais" ressentie ; motivation, intérêt, stimulation, étaient au contraire considérés comme "souvent" ressentis, avant les autres propositions de sentiments plus négatifs (124).

Isabelle Baszanger, en 1981 (125), relevait les inadéquations existant parfois entre la formation originelle et ce à quoi le médecin généraliste est confronté lors de ses consultations. D'une part, parce que les cas cliniques dont on abreuve les étudiants sont souvent de "beaux" cas, typiques et relativement fléchés. Les choses sont souvent plus complexes en pratique courante. Au cours de ses études l'étudiant en médecine se prépare à travailler sur un modèle blanc-noir alors que la réalité se décline le plus souvent entre les deux, dans toutes les teintes de gris que l'on peut imaginer, et sans oublier que les éléments extérieurs (besoins individuels

des patients) doivent être pris en compte (123).

Une étude a été réalisée par l'UNAFORMEC auprès des médecins généralistes, afin de "quantifier" cette incertitude (124) : le nombre moyen quotidien de questions ne trouvant pas immédiatement une réponse de par les connaissances propres du praticien est de 2,5, soit 1 question pour 8 patients vus. Les thèmes de ces questions étaient équitablement répartis entre le diagnostic et la thérapeutique (médicamenteuse ou non). Vingt-cinq pour cent de ces questionnements ne trouveraient jamais de réponse malgré les recherches faites (126).

Une étude de l'INSERM menée en région PACA s'est interrogée sur les causes possibles de stress chez les médecins généralistes. Ont été citées entre autres : le manque de temps (80,8% des interrogés), une charge de travail excessive (72,5%), un manque de coordination avec les autres acteurs de santé (45,5%), une formation initiale inadaptée (24,9%) (127).

La complexité croissante des contextes médicaux (population vieillissante polypathologique, polymédication) ou sociaux (familles éclatées/recomposées), l'impact des médias, les nouveaux enjeux éthiques, la complexité des interactions entre biologie, culture et technique caractérisent aujourd'hui l'activité d'un médecin généraliste, et sont autant de paramètres à intégrer à la discussion lors d'une prise de décision. A l'heure où tous les sous-domaines de la médecine auraient tendance à se sur-spécialiser, l'activité des médecins généralistes se diversifie au gré des nouvelles problématiques, réelles ou fantasmées, liées aux nouvelles expositions à des "risques" potentiels.

## **Conclusion de la première partie**

Le sujet des antennes-relais est intéressant car il soulève de nombreuses questions. Sur le plan de la recherche et de la connaissance médicale, sur la gestion collective et personnelle de l'incertitude, sur les nouveaux enjeux environnementaux et la surveillance de leurs risques potentiels. Il nous interroge également sur le rapport ambigu qu'entretient notre société avec la technologie, mélange de fascination et de répulsion. Le professeur d'histoire du droit, théologien et sociologue Jacques Ellul a décrit la mutation de celle-ci d'un "vaste ensemble de moyens assignés chacun à une fin", en un "milieu environnant à part entière", un phénomène désormais "autonome", échappant de plus en plus au contrôle de l'homme. Pour lui, la technique n'est ni bonne, ni mauvaise ; elle est ambivalente. On ne peut dissocier ses effets positifs des effets négatifs, ses effets prévus de ses effets imprévus (128).

Ce constat douloureux s'est rappelé à nous en plusieurs occasions. Cohabitent ainsi une "addiction" collective aux nouvelles technologies comme le téléphone portable (J. Ellul employait le terme "d'aliénation" (129) et des craintes compréhensibles quant à leurs effets à long terme, difficiles à apaiser malgré des efforts importants réalisés dans le domaine de la recherche.

Les médecins généralistes, sur des questions comme celle-ci, sont exposés. Aux patients et à leurs questions, aux médias et à la vision parfois tronquée qu'ils ont tendance à propager, aux difficultés de la recherche bibliographique. L'approche globale de cette introduction permet d'éclairer le contexte dans lequel l'étude a été menée et son importance dans la problématique étudiée.

## ÉTUDE DESCRIPTIVE : LES MÉDECINS GÉNÉRALISTES FACE AUX INTERROGATIONS SUSCITÉES PAR LES ANTENNES-RELAIS DE TÉLÉPHONIE MOBILE.

Nous venons de faire le point sur l'état actuel des connaissances concernant les risques d'une exposition aux ondes émises par les antennes-relais. La littérature sur le sujet est plutôt rassurante.

Les inquiétudes liées aux nouvelles technologies, leur relais médiatique fort et la jurisprudence récente (la décision du tribunal de Toulouse vis-à-vis de la patiente électrosensible date d'août 2015) pourraient avoir amené les médecins à s'informer, spontanément ou suite à une demande de leur patientèle.

Leur représentation du danger de ces antennes (documentée ou non) pourrait influencer celle de leurs patients, c'est pourquoi nous avons cherché à évaluer leur perception de cette problématique, et leur adéquation avec les données scientifiques actuelles.

### 1. Objectifs de l'étude

**Objectif principal** : évaluer quelles sont les représentations des médecins généralistes libéraux (informés ou non) du danger potentiel des antennes-relais (autres sources électromagnétiques exclues contrairement aux études citées dans la partie théorique).

**Objectifs secondaires** : vérifier si les médecins généralistes ont déjà essayé de s'informer sur le sujet (et sur quelles sources) et s'ils ont effectivement été confrontés à des craintes émanant de leur patientèle.

### 2. Matériel et méthode

#### 2.1. Type d'étude

Nous avons réalisé une étude transversale descriptive qualitative de janvier à mai 2016 en envoyant un questionnaire à des médecins généralistes libéraux de différentes régions.

#### 2.2. Population de l'étude

Médecins généralistes exerçant une activité libérale, installés ou non. Les réponses concernent majoritairement des médecins de la région Aquitaine ainsi que des médecins du Poitou-Charentes.

Critères d'inclusion : Médecins généralistes exerçant une activité libérale, installés ou remplaçants.

## 2.3. Outil : le questionnaire

### 2.3.1. Sa genèse

Le questionnaire a été réalisé avec l'aide du Pr Roger Salamon et de l'équipe de l'institut de santé publique, d'épidémiologie et de développement du CHU de Bordeaux.

### 2.3.2. Son contenu

Les premières questions permettaient de caractériser la population répondante : sexe, tranches d'âges, type d'exercice (remplaçant, urbain, rural ou semi-rural), date d'installation si installé, région d'exercice.

Afin de répondre aux objectifs, le questionnaire comportait les items suivants (annexe 3).

- Avez-vous déjà reçu en consultation des patients pour des troubles qu'ils rattachaient aux ondes électromagnétiques ?
- Avez-vous déjà reçu en consultation des patients pour des troubles qu'ils rattachaient aux antennes-relais en général ? (dans chaque cas, les médecins devaient préciser s'il s'agissait de questions ou de symptômes, et si possible les quantifier).
- Avez-vous déjà essayé de vous informer sur le sujet ?  
Si oui, quelle(s) source(s) avez-vous utilisé ?
- Que pensez-vous de la dangerosité des antennes-relais ?
- Si vous ne vous êtes pas informé, pensez-vous le faire suite à ce questionnaire ?

## 2.4. Déroulement de l'étude

Dans un premier temps une déclaration a été réalisée auprès de la CNIL<sup>a</sup>.

Initialement, une étude multicentrique était envisagée. Dans cette optique nous avons contacté les différentes unions régionales de médecins libéraux, avec de nombreux refus liés à la surcharge de demandes de thésards.

C'est pourquoi nous avons adressé le questionnaire dans un premier temps à une mailing liste de remplaçants d'Aquitaine ainsi qu'à des contacts professionnels.

L'Ordre des médecins de Poitou-Charentes a ensuite donné son feu vert pour diffuser le questionnaire par mail, et enfin l'union des médecins libéraux d'Aquitaine nous a communiqué les adresses de 400 médecins généralistes de Bordeaux centre. Les étiquettes ont été fournies par ordre alphabétique, il n'y avait donc pas de randomisation possible. Aucun rappel n'a été réalisé, les réponses étant anonymes.

Pour la version informatique du questionnaire, les réponses ont été reçues présentées sous forme de tableau Excel grâce au logiciel Google Drive.

La version papier a été adressée à 400 médecins du Bordeaux centre ; une enveloppe timbrée était jointe afin d'optimiser au maximum le taux de réponse.

Après réception, les résultats ont également été saisis dans un tableau Excel afin d'être analysés.

Le résultat des pourcentages est systématiquement arrondi à la première décimale, à l'exception des totaux, calculés sur la base des chiffres bruts.

---

<sup>a</sup> Commission nationale de l'informatique et des libertés

### 3. Résultats

#### 3.1. Population répondante

##### 3.1.1. Taux de réponse

En tout 297 réponses ont été obtenues et incluses.

- 136 réponses de la part des médecins de Bordeaux centre sur 400 envois.
- 42 réponses de médecins généralistes du Poitou-Charentes suite à la diffusion du mail via l'Ordre des médecins. (Le nombre de destinataires n'a pas été communiqué. Selon l'atlas 2016 du Conseil de l'Ordre, le Poitou-Charentes compte actuellement environ 1451 médecins libéraux)
- 119 réponses via la mailing liste de remplaçants et une diffusion via des contacts remplaçants ou installés.

Le taux de réponse est impossible à calculer dans la mesure où les coordonnées informatiques des médecins généralistes ne pouvaient être obtenues, et où les réponses étaient anonymes, et il a donc fallu passer par des organismes pour les contacter, sans rappel possible.

##### 3.1.2. Démographie.

- Genre de l'échantillon

Femmes		Hommes		Total	
n	(%)	n	(%)	n	(%)
151	(50,8)	146	(49,2)	297	(100)

Tableau 1 : répartition par genre de l'échantillon des médecins généralistes interrogés (n=297).

- Âge de l'échantillon

20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +	Total
n (%)	n (%)				
50 (16,8)	94 (31,6)	34 (11,5)	56 (18,9)	63 (21,2)	297 (100)

Tableau 2 : répartition par tranche d'âge de l'échantillon des médecins généralistes interrogés (n=297).

- Type d'exercice

Remplaçant	Urbain	Semi-rural	Rural	Total
n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
84 (28,3)	155 (52,2)	41 (13,8)	17 (5,7)	297 (100)

**Tableau 3** : répartition des MG interrogés selon leur type d'exercice (n=297).

- Durée d'installation

Installation depuis					Remplaçants	N'ont pas répondu
< 5 ans	entre 5 et 10 ans	entre 10 et 15 ans	entre 15 et 20 ans	>20 ans		
n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
48 (16,2)	19 (6,4)	14 (4,7)	16 (5,7)	96 (32,3)	84 (28,3)	20 (6,7)

**Tableau 4** : répartition des MG interrogés selon la durée d'installation au moment de l'enquête (n=297).

- Région d'exercice

Aquitaine	Poitou-Charentes	Midi-Pyrénées	Picardie	Autres	Total
n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
238 (80)	42 (14,1)	6 (2)	4 (1,4)	7 (2,5)	297 (100)

**Tableau 5** : répartition des MG interrogés selon leur région d'exercice au moment de l'étude (n=297).

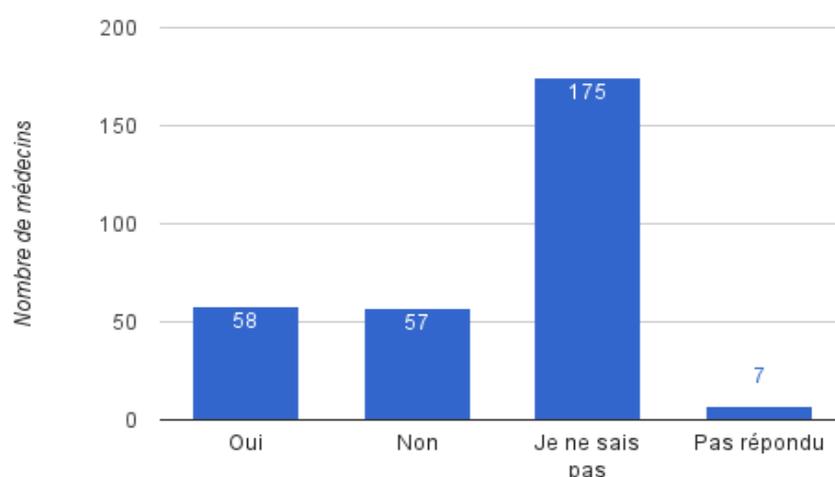
### 3.2. Enquête

#### 3.2.1. Objectif principal.

#### “Que pensez-vous de la dangerosité des antennes-relais?”

Oui je pense qu'elles sont dangereuses	Non je ne pense pas qu'elles représentent un danger	Je ne sais pas	N'ont pas répondu	Total
n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
58 (19,5)	57 (19,2)	175 (58,9)	7 (2,4)	297 (100)

Tableau 6 : « Que pensez-vous de la dangerosité des antennes-relais ? » (n=297)



Histogramme 1 : perception d'un danger potentiel des antennes-relais par les médecins (n=297).

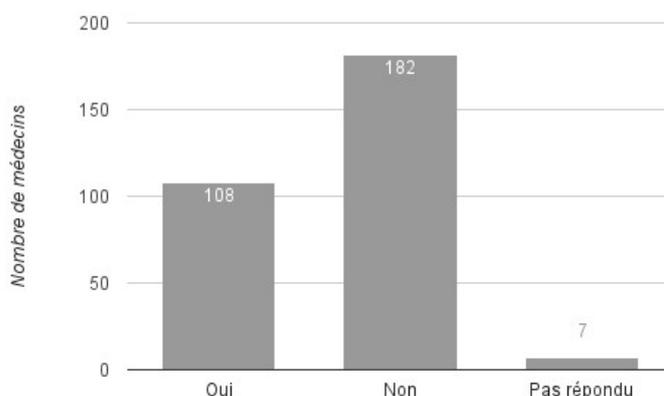
Au moment de l'enquête, 58 médecins généralistes sur 297 estiment que les antennes-relais pourraient être dangereuses pour la santé (19,5%). 57 médecins ne pensent pas qu'elles le sont (19,2%) et 175 ignorent si elles représentent un danger (58,9%).

### 3.2.2. Objectifs secondaires

#### «Avez-vous déjà essayé de vous informer sur le sujet ?

Oui		Non		N'ont pas répondu		Total	
n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
108	(36,4)	182	(61,3)	7	(2,3)	297	(100)

Tableau 7 : « Avez-vous déjà essayé de vous informer sur le sujet des antennes-relais ? » (n=297)

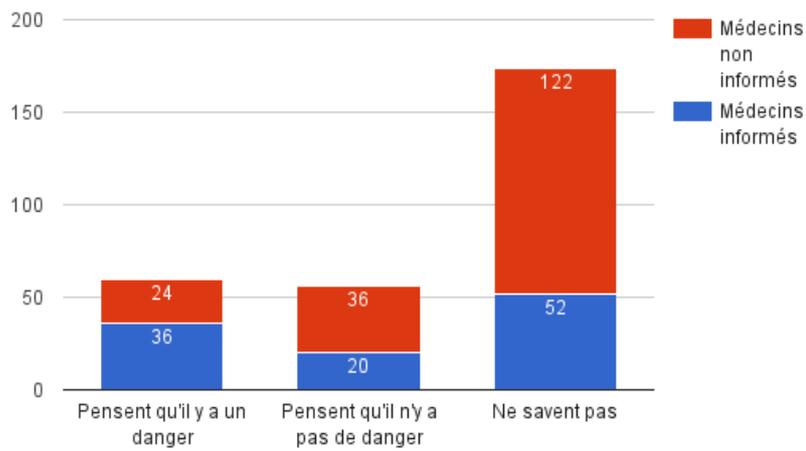


Histogramme 2 : nombre de médecins de l'échantillon ayant cherché à s'informer sur le sujet des antennes-relais (n=297).

Sur les 297 médecins interrogés, 108 ont cherché à s'informer sur la question soit **36,4%**.

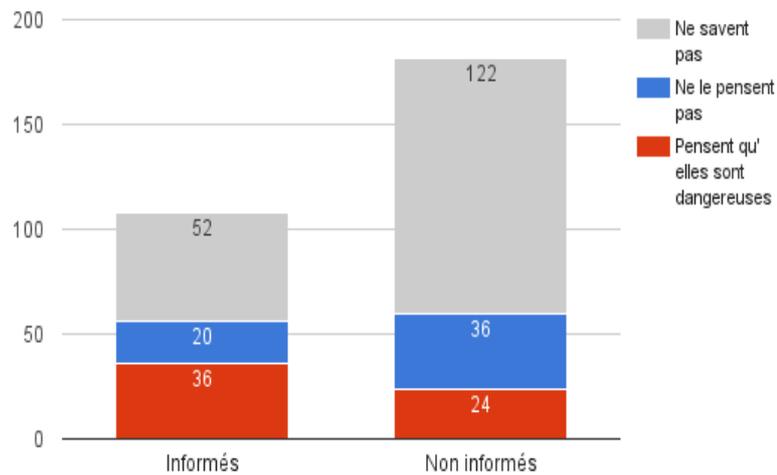
Si on croise les données de ces deux questions.

- Parmi les 108 personnes informées : 52 (48,1%) ne savent pas si les antennes représentent un danger, 20 (18,5%) pensent qu'elles sont inoffensives et 36 (33,3%) les estiment dangereuses.
- Parmi les 182 personnes non informées : 122 (67%) ne savent pas si les antennes représentent un danger, 36 (19,8%) pensent qu'elles sont inoffensives, et 24 (13,2%) les estiment dangereuses.



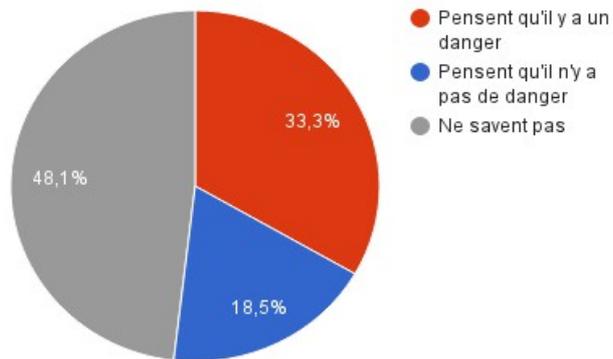
**Histogramme 3** : perception d'un danger chez les médecins ayant cherché à s'informer ou non sur le sujet des antennes-relais (n=297).

**Médecins informés**

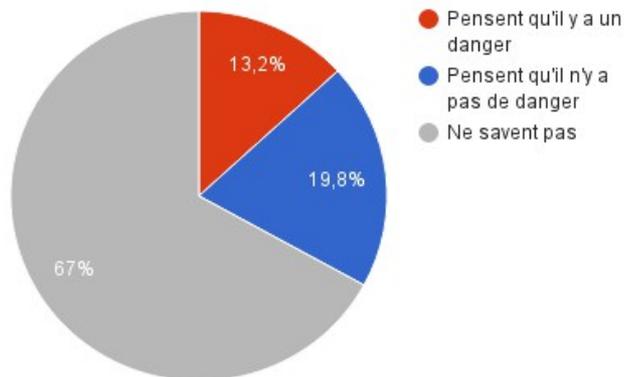


**Histogramme 3 bis** : perception d'un danger chez les médecins ayant cherché à s'informer (n=108) ou non (n=182) sur le sujet des antennes-relais.

### Médecins informés



### Médecins non informés



Histogramme 3 ter : perception d'un danger des antennes-relais chez les médecins ayant cherché à s'informer (n=108) et chez les non-informés (n=182).

**“Quelle(s) source(s) avez-vous utilisé pour vous informer?” (question ouverte)**

Parmi les 108 médecins informés, 90 ont répondu à cette question.

	Au moins une source médicale/scientifique citée	Médias grand public uniquement	Google ou Internet uniquement	Sources spécifiques	Total
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Pensent qu'elles sont dangereuses	10 (27)	15 (40,5)	8 (21,6)	4 (10,8) (conférence Pr Belpomme : 3 ; site INRS <sup>a</sup> : 1)	37 (100)
Ne pensent pas qu'elles soient dangereuses	9 (5,6)	3 (18,8)	2 (12,5)	2 (12,5) (formation au Val de Grace :1; site ASEF <sup>b</sup> : 1)	16 (100)
Ne savent pas	8 (21,6)	14 (37,8)	13 (35,1)	2 (5,4) (cf Pr Belpomme : 1 ; site ASEF : 1)	37 (100)
Total	27 (30)	32 (35,6)	23 (25,6)	8 (8,9)	90 (100)

a : Institut national de recherche et de sécurité

b : Association Santé Environnement France

**Tableau 8** : catégories de sources citées par les médecins ayant cherché à s’informer (n=90).

**“Si vous ne vous êtes jamais informé sur le sujet, comptez-vous le faire suite à ce questionnaire ?”**

Oui	Non	Pas répondu	Total (des non informés)
n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
77 (42,3)	93 (51,1)	12 (6,6)	182 (100)

**Tableau 9** : médecins non informés au sujet des antennes-relais : souhaitent-ils le faire suite à ce questionnaire ? (n=182)

Parmi les 93 ne souhaitant pas s’informer, 2 ont précisé sur le questionnaire papier que ce refus était lié à un manque de temps et 2 autres ont demandé s’il était possible de leur envoyer un résumé.

Sur le total des 297 médecins interrogés, 185 (62,3%) manifestent un intérêt suffisant pour le sujet pour soit s’être informé au préalable (108 médecins), soit envisager de le faire plus tard (77 médecins).

### 3.2.3. Questions subsidiaires

Le sujet traite des antennes-relais. Afin d'éviter une confusion dans les réponses, une distinction a été faite entre les motifs de consultation liés aux ondes électromagnétiques et aux antennes en particulier.

- “Avez vous déjà reçu en consultation un patient pour un motif qu’il rattachait aux ondes électromagnétiques en général?”

Pour des questions n (%)	Oui		Non		Total
	Pour des symptômes n (%)	Pour les deux n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
8 (2,7)	23 (7,7)	17 (5,7)	249 (83,8)	297 (100)	

**Tableau 10** : nombre de médecins ayant reçu en consultation au moins un patient pour un motif qu’il(s) rattachaient aux ondes électromagnétiques (n=297).

Au total 48 médecins sur 297 ont été confrontés au moins une fois en consultation à la problématique des ondes électromagnétiques en général soit 16,1%.

En complément il était demandé de préciser à combien de reprises le cas s’était produit. Parmi les 48 médecins ayant été confrontés au problème, 39 ont précisé le nombre de patients.

26 déclarent avoir reçu au moins 2 patients pour ce motif (dont 10 médecins pour plus de 10 patients et 4 médecins pour plus de 15 patients).

- “Avez vous déjà reçu en consultation un patient pour un motif qu’il rattachait aux antennes-relais en particulier ?”

Pour des questions n (%)	Oui		Non		Total
	Pour des symptômes n (%)	Pour les deux n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
15 (5)	14 (4,7)	17 (5,7)	251 (84,5)	297 (100)	

**Tableau 11** : nombre de médecins ayant reçu en consultation au moins un patient pour un motif qu’il(s) rattachai(en)t aux antennes-relais (n=297).

Au total 46 médecins de l’échantillon ont déjà été confrontés au moins une fois à la problématique des antennes-relais soit 15,5%.

En complément il leur était demandé de préciser le nombre de patients reçus.

Parmi ces 46 médecins, 42 ont précisé le nombre de patients :

- 27 déclarent avoir reçu au moins 2 patients pour ce motif.
- 14 déclarent avoir reçu au moins 5 patients pour ce motif.
- 8 déclarent avoir reçu au moins 10 patients pour ce motif.

Problématique	Ondes électromagnétiques (antennes exclues)		Antennes-relais		Ondes électromagnétiques (antennes incluses)	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Nombre de médecins	16	(5,4)	14	(4,7)	32	(10,8)

Tableau 12 : Nombre de médecins ayant reçu en consultation au moins un patient pour un motif qu'il(s) rattachei(en)t à l'une des deux problématiques (n=297).

Sur la totalité de l'échantillon, 62 (20,9%) médecins ont été confrontés au moins une fois à la problématique des ondes électromagnétiques en général et 46 aux antennes-relais en particulier **(15,5%)**

### 3.3. Études croisées

#### 3.3.1. Caractéristiques de la population considérant les antennes comme dangereuses

- Croisement selon le genre et l'âge des médecins généralistes interrogés

	Tranche d'âge	20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +	Total
Danger	Femmes	6	10	6	2	3	27
	Hommes	0	6	2	10	13	31
	Total	6 (10,3)	16 (27,6)	8(13,8)	12 (20,7)	16 (27,6)	58 (100)
Pas de danger	Femmes	5	7	1	2	2	17
	Hommes	2	11	5	6	16	40
	Total	7 (12,3)	18 (31,6)	6 (10,5)	8 (14)	18 (31,6)	57 (100)
Ne savent pas	Femmes	29	44	12	12	5	102
	Hommes	8	16	6	24	19	73
	Total	37 (21,1)	60 (34,3)	18 (10,3)	36 (20,6)	24 (13,7)	175 (100)
N'ont pas répondu	Femmes	0	0	2	0	3	5
	Hommes	0	0	0	0	2	2
	Total	0	0	2	0	5	7
Total des Femmes		40	61	21	16	11	151
Total des Hommes		10	33	13	40	52	146
Total		50	94	34	56	63	297

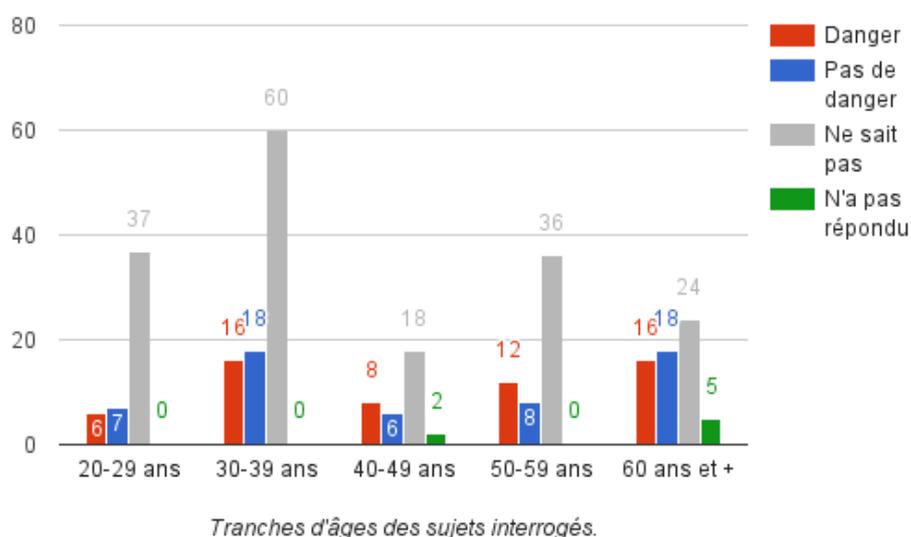
Tableau 13 : caractéristiques démographiques de l'échantillon et perception du danger (n=297).

	Danger		Pas de danger		Ne sait pas		N'a pas répondu		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Femmes	27	(17,9)	17	(11,3)	102	(67,5%)	5	(3,3)	151	(100)
Hommes	31	(21,2)	40	(27,4)	73	(50%)	2	(1,4%)	146	(100)
<b>Total</b>	<b>58</b>		<b>57</b>		<b>175</b>		<b>7</b>		<b>297</b>	

Tableau 14 : représentation du danger potentiel des antennes-relais selon le sexe des médecins interrogés (n=297).

	Danger		Pas de danger		Ne sait pas		N'a pas répondu		Total	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
20-29 ans	6	(12)	7	(14)	37	(74)	0	(0)	50	(100)
30-39 ans	16	(17)	18	(19,1)	60	(63,8)	0	(0)	94	(100)
40-49 ans	8	(23,5)	6	(17,7)	18	(52,9)	2	(5,9)	34	(100)
50-59 ans	12	(21,4)	8	(14,3)	36	(64,3)	0	(0)	56	(100)
60 et +	16	(25,4)	18	(28,6)	24	(38,1)	5	(7,9)	63	(100)
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>(19,5)</b>	<b>57</b>	<b>(19,2)</b>	<b>175</b>	<b>(58,9)</b>	<b>7</b>	<b>(23,4)</b>	<b>297</b>	<b>(100)</b>

Tableau 15 : représentation du danger potentiel des antennes-relais selon l'âge des sujets interrogés (n=297).

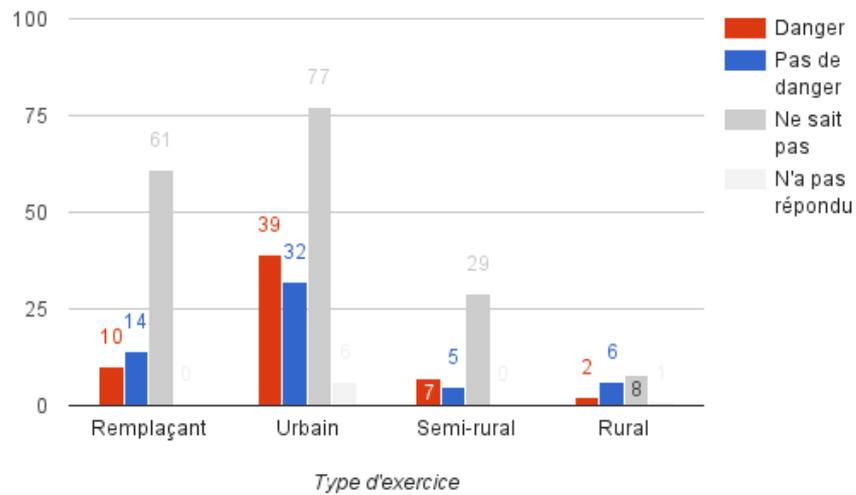


Histogramme 4 : perception d'un danger ou non en fonction de l'âge des médecins interrogés (n=297).

- Perception du danger en fonction du type d'exercice

Type d'exercice	Danger		Pas de danger		Ne sait pas		N'a pas répondu		Total	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Remplaçant	10	(11,8)	14	(16,5)	61	(71,7)	0	(0)	85	(100)
Urbain	39	(25,2)	32	(20,6)	77	(49,7)	6	(3,9)	155	(100)
Semi-Rural	7	(17,1)	5	(12,2)	29	(70,7)	0	(0)	41	(100)
Rural	2	(11,8)	6	(35,3)	8	(47,1)	1	(5,8)	17	(100)
Total	58		57		175		7		297	

**Tableau 16** : représentation du danger potentiel des antennes-relais selon le type d'exercice des médecins interrogés (n=297).

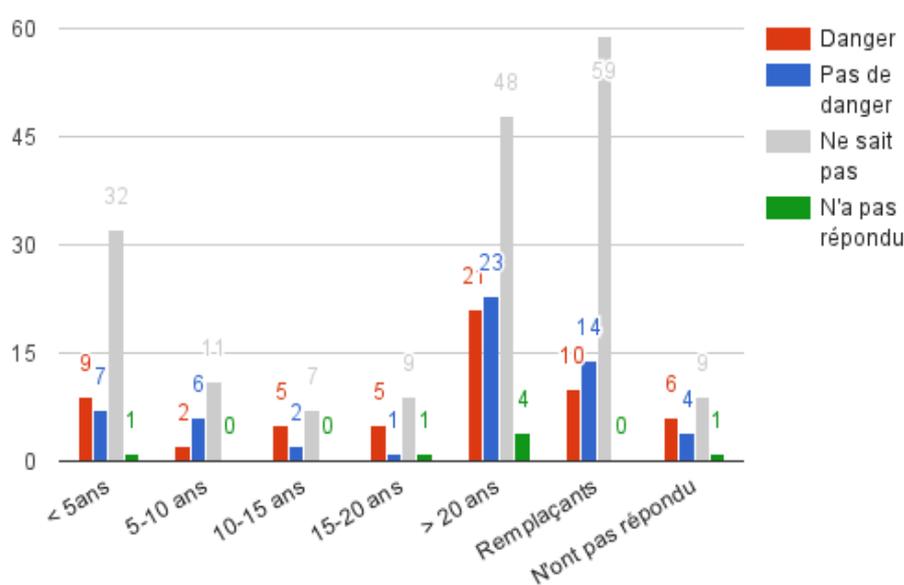


**Histogramme 5** : perception ou non d'un danger des antennes-relais selon le type d'exercice (n=297).

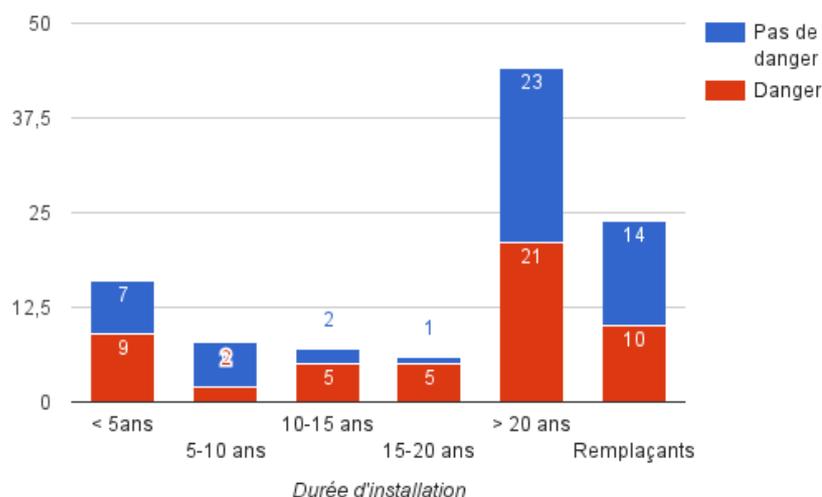
- Perception du danger représenté par les antennes en fonction de la durée d'installation

Installation depuis	Danger		Pas de danger		Ne sait pas		N'a pas répondu		Total	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
< 5 ans	9	(18,4)	7	(14,3)	32	(65,3)	1	(2)	49	(100)
5 à 10 ans	2	(10,5)	6	(31,6)	11	(57,9)	0		19	(100)
10 à 15 ans	5	(35,7)	2	(14,3)	7	(50)	0		14	(100)
15 à 20 ans	5	(31,3)	1	(6,3)	9	(56,3)	1	(6,3)	16	(100)
> 20 ans	21	(21,9)	23	(24)	48	(50)	4	(4,2)	96	(100)
Remplaçants	10	(12)	14	(16,9)	59	(71,1)	0		83	(100)
Pas répondu	6	(30)	4	(20)	9	(45)	1	(5)	20	(100)
Total	58		57		175		7		297	(100)

Tableau 17 : représentation de la dangerosité des AR en fonction de la durée d'installation (n=297).



Histogramme 6 : représentation de la dangerosité des antennes-relais en fonction de la durée d'installation.



Histogramme 6bis : représentation d'une dangerosité ou non selon durée d'installation (exclusion des médecins ne s'étant pas prononcés)

- Perception du danger des antennes selon confrontation ou non au problème en consultation

Motif de consultation	Danger n (%)	Pas de danger n (%)	Ne sait pas n (%)	Total n (%)
Antennes-relais	5 (35,7)	2 (14,3)	7 (50)	14 (100)
OEM <sup>a</sup>	2 (12,5)	3 (18,8)	11 (68,8)	16 (100)
Les deux	14 (43,8)	3 (9,4)	15 (46,9)	32 (100)
Total	21 (33,9)	8 (12,9)	33 (53,2)	62 (100)

Tableau 18 : perception du danger chez les médecins ayant été confrontés au problème des ondes électromagnétiques en général en consultation (n=62).

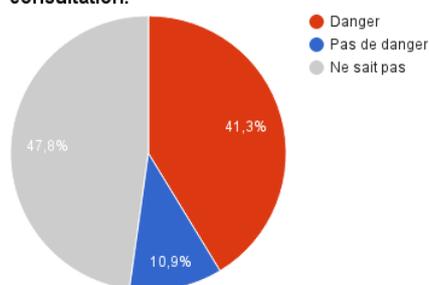
a OEM : ondes électromagnétiques

	Danger	Pas de danger	Ne sait pas	Pas répondu	Total
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Confrontés au problème en consultation	19 (41,3)	5 (10,9)	22 (47,8)	0 (0)	46 (100)
Non	37 (15,7)	49 (20,9)	142 (60,4)	7 (3)	235 (100)
Total	56	54	164	7	281

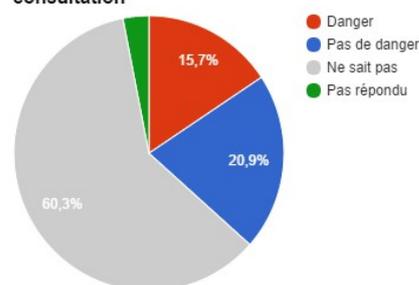
**Tableau 19** : perception d'un danger selon confrontation au problème spécifique des antennes-relais en consultation (avec exclusion des médecins ayant été confrontés à d'autres sources d'ondes électromagnétiques mais pas aux antennes-relais) (n=281).

Parmi les 46 médecins ayant déjà été confrontés au problème des antennes-relais, (exclusion des ondes électromagnétiques sans rapport avec les antennes), 19 considèrent qu'elles représentent un danger soit **41,3 %**.  
 Parmi les 235 médecins n'ayant jamais été confrontés au problème, 37 considèrent qu'elles pourraient représenter un danger soit **15,7%**.

**Perception d'un danger chez les médecins confrontés au problème des antennes relais en consultation.**



**Perception d'un danger chez les médecins non confrontés au problème des antennes relais en consultation**



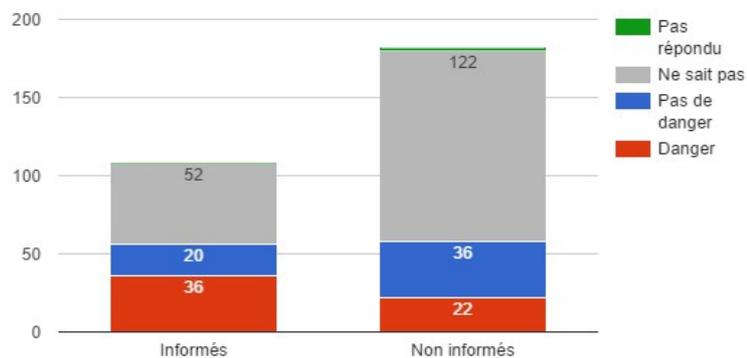
**Histogramme 7** : perception ou non d'un danger représenté par les antennes-relais selon confrontation (n=46) ou non (n=235) au problème en consultation.

### 3.3.2. Caractéristiques de la population des médecins généralistes ayant cherché à s'informer

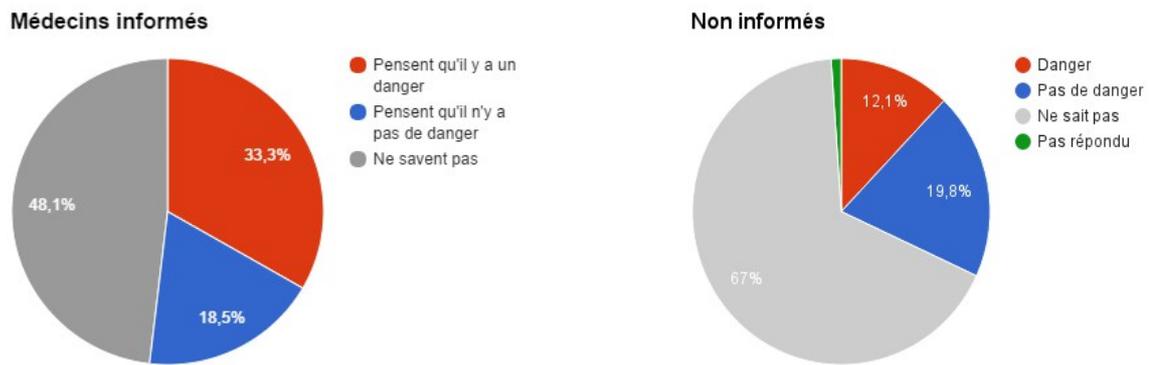
- Représentation du danger potentiel des antennes en fonction de l'information

	Danger n (%)	Pas de danger n (%)	Ne sait pas n (%)	Pas répondu n (%)	Total n (%)
Informés	36 (33,3)	20 (18,5)	52 (48,1)	0 (0)	108 (100)
Non informés	22 (12,1)	36 (19,8)	122 (67)	2 (1,1)	182 (100)
N'ont pas répondu	0	1	1	5	7
Total	58	57	175	7	297

Tableau 20 : perception du danger selon information ou non (n=297).



Histogramme 8 : perception du danger des antennes-relais selon présence ou non d'une information antérieure à l'étude.



Histogramme 9 : perception d'un danger selon information (n=108) ou non (n=182) sur le sujet des antennes-relais.

Parmi les 108 médecins ayant cherché à s'informer, **33,3%** estiment que les antennes-relais pourraient présenter un danger contre **12,1%** chez les non informés (182).

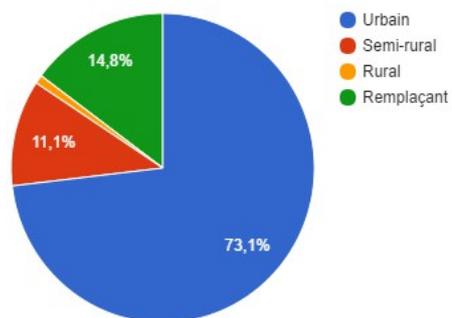
Le pourcentage de médecins estimant le danger absent est de 18,5% chez les médecins informés contre 19,8% chez les non informés.

### 3.3.3. Caractéristiques des médecins ayant cherché à s'informer

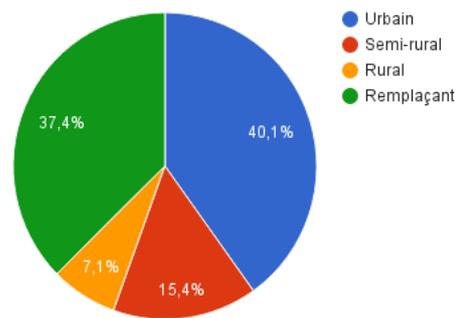
	Tranche d'âge	20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +	Total
		n (%)					
Informés	Urbain	2	11	10	22	34	79
	Semi-rural	1	1	3	2	5	12
	Rural	0	1	0	0	0	1
	Remplaçant	4	12	0	0	0	16
	<b>Total</b>	<b>7 (6,5)</b>	<b>25 (23,1)</b>	<b>13 (12)</b>	<b>24 (22,2)</b>	<b>39 (36,1)</b>	<b>108 (100)</b>
Non informés	Urbain	2	13	16	27	15	73
	Semi-rural	7	16	2	2	1	28
	Rural	2	5	1	3	2	13
	Remplaçant	32	35	0	0	1	68
	<b>Total</b>	<b>43 (23,6)</b>	<b>69 (37,9)</b>	<b>19 (10,4)</b>	<b>32 (17,6)</b>	<b>19 (10,4)</b>	<b>182 (100)</b>
Pas répondu	Urbain	0	0	1	0	4	5
	Semi-rural	0	0	0	0	0	0
	Rural	0	0	1	0	1	2
	Remplaçant	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>94</b>	<b>34</b>	<b>56</b>	<b>63</b>	<b>297</b>	

Tableau 21 : caractéristiques démographiques des médecins informés et non informés (n total=297)

Mode d'exercice des médecins informés



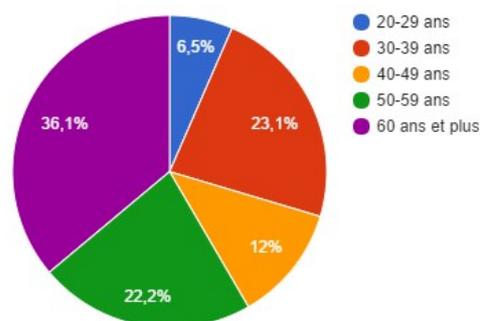
Mode d'exercice des médecins non informés



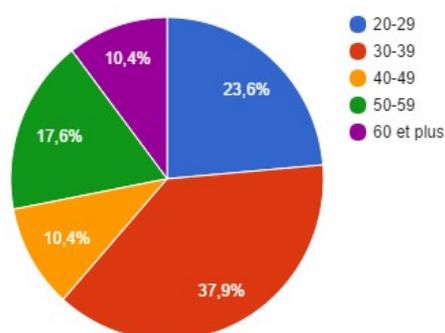
Histogramme 10 : Répartition des médecins informés (n=108) et non informés (n=182) par mode d'exercice.

Les médecins ayant cherché à s'informer sont pour une grande majorité installés en milieu urbain (73,1%). Leur proportion est de 40,1% parmi les non informés.

Age des médecins informés



Tranche d'âge des médecins non informés.



Histogramme 11 : Répartition des médecins informés (n=108) et non informés (n=182) sur la question des antennes relais par tranche d'âge

- Information et confrontation au problème des antennes-relais en consultation

	Confrontés au problème			Non confrontés	Total
	Des antennes n (%)	Des ondes <u>et</u> des antennes n (%)	Des ondes hors antennes n (%)	n (%)	n (%)
Informés	9 (8,3)	23 (21,3)	8 (7,4)	68 (63)	108 (100)
Non informés	5 (2,7)	8 (4,4)	8 (4,4)	161 (88,5)	182 (100)
Pas répondu	0	1	0	6	7
Total	14	32	16	235	297

Tableau 22 : information sur les antennes-relais selon expérience vécue en consultation (n=297).

Parmi les 108 médecins informés, 32 ont été confrontés au moins une fois au problème des antennes-relais en consultation (**29,6%**) contre 13 (**7,1%**) parmi les 182 non informés.

### 3.3.4. Caractéristiques de la population ayant été confrontée au problème des antennes relais et/ou des ondes électromagnétiques

	Tranche d'âge	20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +	Total
Antennes	Urbain	1	2	1	4	2	10
	Semi-rural	0	0	0	0	0	0
	Rural	0	0	0	0	0	0
	Remplaçant	3	1	0	0	0	4
	Total	4	3	1	4	2	14
OEM	Urbain	0	4	1	4	2	11
	Semi-rural	0	0	1	0	1	2
	Rural	1	0	0	0	0	1
	Remplaçant	1	1	0	0	0	2
	Total	2	5	2	4	3	16
Les deux	Urbain	0	1	2	7	10	20
	Semi-rural	1	0	0	2	1	4
	Rural	0	0	0	1	1	2
	Remplaçant	1	5	0	0	0	6
	Total	2	6	2	10	12	32

**Tableau 23** : caractéristiques des médecins confrontés au problème des antennes-relais, et/ou des ondes électromagnétiques en général en consultation.

Milieu urbain	Semi-rural	Rural	Remplaçant	Total
n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
41 (66,1)	6 (9,7)	3 (4,8)	12 (19,4)	62 (100)

**Tableau 24** : type d'exercice des médecins confrontés au problème des ondes en général en consultation (n=62).

20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +	Total
n (%)	n (%)				
8 (12,9)	14 (22,6)	5 (8)	18 (29)	17 (27,4)	62 (100)

**Tableau 25** : âge des MG confrontés au problème des ondes en consultation (n=62).

## 4. Discussion

### 4.1. Discussion de la méthode

#### 4.1.1. Recrutement

La plupart des unions régionales de médecins libéraux ne peuvent pas transmettre les études menées par des thésards hors région. Néanmoins nous avons pu diffuser le questionnaire via celle d'Aquitaine, ainsi que par l'Ordre des médecins du Poitou-Charentes. Nous avons utilisé la mailing-list des remplaçants d'Aquitaine ainsi que des contacts professionnels afin d'obtenir davantage de réponses.

La diffusion par courrier concernait 400 médecins généralistes libéraux de Bordeaux centre. En tout 297 réponses ont été obtenues et incluses.

- 136 réponses de la part des médecins de Bordeaux centre sur 400 envois.
- 42 réponses de médecins généralistes du Poitou-Charentes sur une population totale de 1751 médecins selon l'ARS (Agence Régionale de Santé).
- 119 réponses par la mailing-list de remplaçants et une diffusion à des contacts remplaçants ou installés.

Le taux de réponse ne peut être calculé dans la mesure où les réponses étaient anonymes, et où les coordonnées informatiques des médecins généralistes étaient impossibles à obtenir. Il a fallu passer par des organismes pour les contacter mais sans rappel possible.

Les critères d'inclusion étaient peu nombreux, à savoir tous les médecins exerçant une activité de médecine générale libérale, installés ou non.

Ce recrutement est à l'origine de biais de sélections importants, avec une sur-représentation des remplaçants et des médecins généralistes exerçant une activité urbaine. Nous aurons l'occasion de revenir sur la population des répondants au cours de la discussion.

#### 4.1.2. Recueil des données

Le questionnaire a été diffusé via deux supports : papier et informatique.

Ceci permettait de limiter le biais de sélection en incluant des médecins travaillant dans des cabinets non informatisés.

Le questionnaire étant relativement long, nous avons choisi de ne pas réaliser d'entretien téléphonique, afin que les médecins prennent le temps de répondre plutôt que de les déranger en pleine consultation. Mais cela rendait les réponses intraquables et empêchait tout rappel.

On note un biais de volontariat : les médecins concernés ou intéressés par le sujet auront eu davantage tendance à répondre que les autres.

L'étude a été menée quelques mois après la reconnaissance de la patiente électrosensible par le tribunal de Toulouse. Il est possible que cette proximité ait joué un rôle dans la façon des médecins d'appréhender le sujet.

### 4.1.3. Le questionnaire

Une partie de l'enquête concerne les perceptions du danger représenté par les antennes-relais au moment de l'étude. Ceci correspondait à notre objectif principal. On peut regretter l'utilisation non définie du terme "danger" mais il semblait préférable au terme de "risque", trop large.

La question touchant à l'objectif principal n'a volontairement pas été mise en début du questionnaire. L'ordre des questions leur permettait d'abord de se remémorer leurs expériences passées, afin de mieux mûrir leur réponse.

La deuxième partie de l'enquête concernait la notion d'information ou non sur le sujet des antennes-relais, ainsi qu'une question ouverte sur ses modalités. Cette question nous paraissait intéressante pour l'étude afin d'évaluer le retentissement de cette information sur la perception du danger. La question des sources était ouverte, ce qui a dans certains cas engendré des réponses imprécises.

Une des questions portait sur la confrontation ou non au problème en consultation, avec quantification si possible. Elle n'entre pas dans les objectifs de l'étude mais permet de mieux cibler la population interrogée et son vécu.

Les interrogés devaient également préciser si les patients avaient consulté pour des symptômes, des questions ou pour les deux. Suite à un problème technique dans la version informatique du questionnaire, les résultats n'ont pas été exploités : dans la mesure où ils n'entrent pas dans les objectifs de l'étude et comportent un biais de mémorisation, leur absence ne semble pas gêner l'analyse.

Nous avons séparé antennes-relais seules et ondes électromagnétiques incluant les antennes-relais afin de limiter le biais de confusion entre les deux, les sources électromagnétiques étant extrêmement diverses. Les deux sujets sont toutefois en rapport direct, donc ce biais existe toujours.

Par ailleurs, ceux que le sujet intéresse ou inquiète se souviendront davantage des cas rencontrés en consultation. Encore une fois la quantification n'est pas interprétable mais il aurait été intéressant de savoir si les médecins avaient été confrontés au problème de façon anecdotique ou significative, afin d'obtenir une meilleure vue d'ensemble.

Enfin, pour ce qui est de la perception d'un danger, il a été choisi de ne pas démultiplier les propositions, ce qui ne permettait pas de nuancer les réponses. Ceci a probablement poussé certains médecins à répondre "Je ne sais pas" ou à ne pas répondre alors qu'ils avaient une opinion sur le sujet, mais pas suffisamment tranchée pour la partager.

Grâce à ces différentes questions, il nous a été possible d'évaluer différents éléments touchant au positionnement des généralistes face aux antennes-relais : non seulement leur représentation de leur dangerosité éventuelle, mais aussi leur information et leur expérience passée dans ce domaine. Elle explore également une population moins souvent étudiée, à savoir les médecins remplaçants.

Nous n'avons pas trouvé d'étude explorant les perceptions des médecins généralistes sur le sujet ciblé des antennes-relais.

## 4.2 Discussion des résultats

### 4.2.1. Démographie

- Genre et âge

L'enquête retrouve 151 femmes (50,8%) et 146 hommes (49,2%).

La répartition des tranches d'âges était la suivante :

- 20-29 ans : 16,8 % de l'échantillon
- 30-39 ans : 31,6 % de l'échantillon
- 40-49 ans : 11,4 % de l'échantillon
- 50-59 ans : 18,9 % de l'échantillon.
- 60 ans et plus : 21,2 % de l'échantillon.

Selon la cartographie de l'ordre national des médecins réalisée en 2016, voici la répartition des médecins généralistes en activité régulière tous modes d'exercice confondus.

	Gironde	Aquitaine	Poitou-Charentes	France
Hommes	1250	2728	1385	48099
Femmes	1071	2100	1096	40787
Total	2321	4828	2481	88886
Age moyen	51	52	52	52
60 ans et plus	24,8%	25,4%	27%	27,3%
Moins de 40 ans	16,1%	15,3%	16,6%	16%

Tableau 26 : répartition des médecins généralistes en activité régulière tous modes d'exercice confondus selon leur âge dans les zones Gironde, Aquitaine, Poitou-Charentes, France (cartographie de l'ordre national des médecins réalisée en 2016).

Les répondants proviennent majoritairement d'Aquitaine (80%) et dans une moindre mesure, de Poitou-Charentes (14,1%) c'est pourquoi nous n'avons pas précisé les démographies des autres régions. Les médecins ayant une activité urbaine sont également fortement représentés par rapport aux exercices rural et semi-rural, étant donné que le questionnaire papier a été envoyé aux médecins de Bordeaux Centre.

Dans notre étude, la proportion de femmes est supérieure à celle des hommes ce qui ne reflète pas la situation démographique actuelle. Ceci est lié au biais de sélection au moment du recrutement (la première série de questionnaire avait été adressée aux remplaçants d'Aquitaine en attendant l'autorisation de diffusion aux médecins installés, cette population étant connue pour être plus jeune et plus féminisée).

Pour cette même raison, la catégorie des moins de 40 ans est sur-représentée. Ce fait pourrait également s'expliquer par un manque de temps ou un moindre intérêt des médecins plus âgés pour cette question émergente.

- Mode d'exercice

La répartition de l'échantillon par mode d'exercice était la suivante :

- Urbain : 52,9%
- Semi-rural : 13,5%
- Rural : 5,4%
- Remplaçant : 28,3%

Une unité urbaine est définie par l'INSEE comme une commune ou un ensemble de communes présentant une zone de bâti continu (pas de coupure de plus de 200 mètres entre deux constructions) et comptant au moins 2000 habitants<sup>a</sup>.

Nous n'avons pas trouvé de source officielle indiquant la répartition nationale des médecins généralistes ayant une activité libérale salariée ou mixte par lieu d'exercice. Toutefois il est évident que le mode de recrutement implique une faible inclusion de médecins exerçant en territoire rural et semi-rural par rapport à la moyenne nationale. Les remplaçants en revanche, sont plus présents du fait du mode de recrutement (la première diffusion de questionnaires concernait les remplaçants, la diffusion aux installés a pu se faire ensuite).

La forte proportion de médecins urbains risque d'influer sur le nombre de médecins confrontés au problème parmi leur patientèle, la densité d'antennes et l'exposition électromagnétique étant beaucoup plus élevées en ville qu'à la campagne.

Pour ce qui concerne les remplaçants, leur plus jeune expérience rend leur confrontation au problème et leur éventuelle information sur le sujet moins probable que pour des médecins plus âgés et installés.

#### 4.2.2. Objectif principal

- Que pensez-vous de la dangerosité des antennes-relais ?

- 58 médecins (19,5%) de l'échantillon pensent que les antennes-relais pourraient représenter un danger pour la population.
- 57 médecins (19,2%) les estiment sans danger.
- 175 (58,9%) ont répondu qu'ils ne savaient pas et 7 (2,4%) n'ont pas répondu.

Un sondage a été réalisé par la Société Française de RadioProtection (130) (SFRP) en 2011 auprès d'un panel de médecins généralistes (MG) : "Pensez-vous qu'habiter à proximité d'une ligne à haute tension ou d'une antenne relais de téléphonie mobile, ou utiliser régulièrement un téléphone portable augmente le risque de développer certaines pathologies ?".

**79% ont répondu oui, 21% ont répondu non.** Ces résultats diffèrent des nôtres mais les risques cités étant plus nombreux cela semble logique. Ce résultat marquait en tous cas une inquiétude des médecins généralistes envers ces différentes technologies.

Un sondage INPES (131) de 2012 a questionné des MG sur leur perception des risques environnementaux pour la santé des personnes résidant en France : 6% ont spontanément cité la téléphonie mobile (incluant les antennes-relais) et 8% les ondes électromagnétiques en général.

---

a Unité urbaine : définition de l' INSEE; Disponible sur: <http://www.insee.fr>

Il leur a été demandé de citer des éléments environnementaux situés à proximité de leur cabinet qu'ils considéraient comme des nuisances : 69% ont cité les antennes.

Parmi ces 69%, **44% considéraient qu'elles représentaient un danger, 49% qu'elles étaient inoffensives** et 7% ne s'étaient pas prononcés. On constate que même si davantage de MG se sont prononcés par rapport à notre étude, le nombre de médecins inquiets est comparable au nombre de médecins rassurés.

Ces deux études semblent donc indiquer qu'une part non négligeable des médecins interrogés les considérait comme un danger potentiel. Les sondés ont moins eu tendance à avoir une opinion tranchée au cours de notre étude. Il est possible que les médecins se soient davantage prononcés sur la dangerosité des lignes haute tension et des téléphones portables, beaucoup plus présents dans leur quotidien que les antennes-relais, et générateurs de davantage d'inquiétudes.

Ces études ont été réalisées en 2011 et 2012, la nôtre en 2016. De nouveaux rapports ont été publiés entre ces deux dates mais les publications rassurantes de l'AFSSET et des Académie de Médecine et de Science (2009) ne semblent avoir eu qu'un impact limité sur les perceptions des sondés.

Nos résultats recoupent donc les éléments de la littérature en faveur d'une population médicale divisée. Au vu de la forte proportion de personnes n'ayant pas d'avis sur la question (58,9%, sans compter ceux qui n'ont pas répondu du tout), on peut extrapoler qu'une majorité se considère trop mal informée pour répondre. Dans l'étude INPES, 71% des médecins interrogés étaient dans le même cas (131).

Pour les 58,9% de médecins ne s'étant pas prononcés, on peut imaginer deux cas de figure : ceux qui n'ont pas eu le temps, l'occasion ou l'envie de s'informer sur le sujet, et ceux qui ont bien essayé de s'informer mais n'ont pas pu tirer de conclusion, du fait de difficultés rencontrées lors de leur recherche.

Parmi ceux qui se sont forgé une opinion, la moitié a adopté un point de vue différent de celui "attendu", à savoir celui des experts (aucun danger n'a actuellement été mis en évidence). Les causes peuvent en être diverses : mauvaise visibilité des informations dites "fiabiles", manque de confiance dans les données officielles rassurantes fournies, expérience antérieure problématique dans leur exercice ou dans leur vie privée, biais de confirmation lié à un préjugé, imprégnation médiatique etc.

#### ➔ Facteurs semblant avoir influencé la perception de dangerosité :

##### - Des "croyances" ?

Certains se sont prononcés sur la dangerosité en reconnaissant ne pas s'être informés au préalable. Ils ont donc conçu une opinion sur le sujet sans s'appuyer sur une démarche scientifique. Les degrés de conviction résultant peuvent être divers, de la simple présomption jusqu'à une possible croyance (le terme croyance désignant une "disposition, une propension de l'esprit qui porte un individu, singulier ou collectif, à donner son assentiment à une représentation ou à un état de choses, et ce en l'absence de certitude attestée par l'existence d'une preuve" (132)). La couverture médiatique en est partiellement responsable.

En effet une étude publiée dans la Public Library of Science (133) a montré que la médiatisation des sujets pouvait avoir un impact sur la perception d'une dangerosité, y compris chez des étudiants en médecine, quand leur formation aurait dû les en prémunir.

Les résultats suggèrent que les maladies qui sont fréquemment évoquées par les médias sont considérées comme plus sérieuses que des maladies identiques, mais n'ayant pas la même couverture médiatique.

##### - Leur vécu

Un autre élément semble avoir exercé une influence sur les résultats : parmi les 46 médecins

confrontés au problème des antennes, 41,3% estiment les antennes dangereuses contre 15,7% chez ceux qui ne l'ont jamais été. Le vécu aurait donc un impact sur la perception du danger. Ce résultat doit être nuancé car le biais de mémorisation implique que des personnes considérant les antennes dangereuses risquent non seulement de mieux se souvenir d'avoir eu une consultation en rapport, mais risquent d'avoir fait eux-mêmes le rapprochement entre d'éventuels symptômes et la présence d'antennes-relais dans l'environnement du patient.

→ Conclusion sur la question de la dangerosité

Il existe donc un décalage entre les données rassurantes de la littérature et cette incertitude planant sur une partie des médecins généralistes.

Les questions de la population risquent donc dans la majorité des cas de se heurter à un statu quo, ou pour une part non négligeable, à une validation de leurs inquiétudes par le médecin généraliste.

Se pose alors la question de leur information.

#### 4.2.3. Objectifs secondaires

- Avez-vous déjà essayé de vous informer sur le sujet des antennes-relais ?

Dans notre étude, 108 médecins (36,4%) ont cherché à s'informer sur le sujet. 182 (61,3%) ne l'ont jamais fait, 7 n'ont pas répondu.

On peut considérer que 36,4% est un pourcentage finalement assez élevé, au regard du nombre de consultations liées au sujet. Toutefois le biais de réponse implique que les personnes intéressées auront davantage eu tendance à répondre au questionnaire que les autres, même si la forte proportion de remplaçants peut, elle, générer une sous-estimation.

L'étude de l'INPES (131) citée précédemment abordait la question de l'information sur les sujets touchant à l'environnement. Cinq pour cent des médecins généralistes disaient avoir reçu une formation initiale, et 21% une formation continue.

Dans notre étude, un seul a rapporté une formation réalisée dans le cadre de son cursus. Tous les autres ont cité des sources dans un contexte d'autoformation par une recherche bibliographique. Ceci valide l'hypothèse d'une formation initiale insuffisante dans la population des médecins généralistes.

Parmi les 182 médecins n'ayant pas cherché à s'informer, 77 envisagent de le faire suite à ce questionnaire, 93 ne le souhaitent pas et 12 n'ont pas répondu.

Sur la totalité de l'échantillon, 62,3% ont soit déjà cherché à s'informer, soit envisagent de le faire suite à ce questionnaire). L'étude de l'INPES (131) indiquait que 53% des médecins généralistes souhaitaient suivre une formation continue en santé environnement. Nos résultats valident l'hypothèse d'un intérêt réel des médecins généralistes pour cette problématique environnementale.

Concernant la qualité de l'information, l'étude INPES a mis en lumière les éléments suivants. Les MG interrogés se déclaraient majoritairement mal informés sur les problèmes de santé liés à l'environnement (en excluant les problèmes de santé et travail) : seuls 2 % s'estimaient très bien informés, 27 % plutôt bien informés, 59 % plutôt mal informés et 12 % très mal informés.

Dans notre étude, 58,9 % ne se sont pas prononcés, (sans compter ceux qui n'ont pas du tout répondu) ce qui suggère que ces médecins s'estimaient trop mal informés pour répondre à la question. Ce constat avait été fait par les médecins lors du sondage de 2012.

Parmi les 93 ne souhaitant pas s'informer, 2 ont précisé (sur le questionnaire papier) que ce

refus était lié à un manque de temps et 2 autres ont demandé s'il était possible d'obtenir un résumé. Le manque de temps fait effectivement partie selon certaines études des freins à la réalisation d'une recherche bibliographique (134).

- Perception et information : croisement des résultats

Il est intéressant de croiser les deux questions pour évaluer l'impact de l'information sur la perception du danger.

Parmi les informés 33,3% estiment les antennes dangereuses contre 13,2% chez les non informés.

Parmi les informés 18,5% les pensent inoffensives contre 19,8% chez les non informés.

Parmi les informés, 48,1% ne se prononcent pas contre 67% chez les non informés.

L'étude INPES de 2012 indiquait que 71% des interrogés estimaient les informations disponibles en terme d'environnement contradictoires, ce qui peut aboutir à des difficultés d'interprétation. Dans cette étude, 48,1% des MG ne se sont pas prononcé malgré une information préalable (la qualité de l'information reçue n'étant pas vérifiable). Une proportion importante de médecins n'a pas jugé les informations reçues suffisamment convaincantes pour en tirer des conclusions.

Ces résultats témoignent de la multiplicité et de la dissonance des sources disponibles.

Un biais de confusion rend les résultats difficiles à interpréter : les personnes ayant un a priori négatif sur les antennes auront eu davantage tendance à s'informer que les autres.

La proportion de personnes "rassurées" ne varie pas ou peu après information ; en revanche le fait de s'informer aurait plutôt tendance au choix à conforter une inquiétude pré-existante ou à en générer de nouvelles. Cet élément est en faveur de l'existence de biais cognitifs.

#### Un mot sur les biais cognitifs (135)

Il s'agit de modes de pensée intuitifs, déviant la réflexion (et donc le jugement) de sa logique et de sa rationalité. Certains de ces biais peuvent en fait être efficaces en situation de prise de décision rapide ou d'intérêt vital pour l'être humain, permettant une évaluation ou une action plus performante.

Mais en situation d'analyse d'un problème complexe, les raccourcis et omissions qui peuvent en découler aboutissent souvent à un jugement erroné.

On distingue différents groupes de biais cognitifs: les biais sensori-moteurs, attentionnels, mnésiques, de jugement, de raisonnement, liés à la personnalité.

Dans le cas qui nous intéresse, les principaux biais entrant en jeu peuvent être ceux de jugement et de raisonnement.

Quelques biais de jugement potentiels :

- **ancrage mental** : influence laissée par la première impression persistant malgré l'acquisition de nouveaux éléments contradictoires.

- **effet de halo** : perception sélective d'informations allant dans le sens d'une première impression que l'on cherche à confirmer.

- **effet retour de flamme** : croyance initiale renforcée en face de preuves pourtant contradictoires

Biais de raisonnement possibles :

- **confirmation d'hypothèse** : fait de préférer les éléments qui confirment plutôt que ceux qui infirment une hypothèse

- **biais de disponibilité** : ne pas chercher d'autres informations que celles immédiatement disponibles

- **biais de cadrage** : la façon de présenter une situation influe sur la façon dont elle est

interprétée

- **perception sélective** : interpréter de manière sélective des informations en fonction de sa propre expérience

Dans la pratique médicale, un autre biais cognitif est bien connu : **l'heuristique de disponibilité**. Des diagnostics récents ou frappants chez les patients reviennent à l'esprit plus facilement (sont davantage disponibles) et sont surestimés lors de l'évaluation de la probabilité du diagnostic actuel (136).

Ces biais pourraient faire partie des problèmes posés par la recherche bibliographique dans ce contexte médiatique.

Un autre élément attire notre attention : les perceptions des médecins non informés. Parmi eux, 122 ne se prononcent pas sur la dangerosité des antennes-relais. 36 ne les pensent pas dangereuses et 23 ont un avis péjoratif de base sur le danger qu'elles peuvent représenter. Dans ce dernier cas, l'imprégnation passive (qu'on le veuille ou non, le sujet est difficilement évitable dans les médias) a pu aboutir à l'existence d'une conviction ne reposant de fait sur aucune preuve scientifique. La médiatisation du sujet est ici en cause.

Il semblerait que dans certains cas, le fait de s'informer, au lieu d'apporter des réponses en adéquation avec les connaissances actuelles, ne garantisse pas une interprétation claire et homogène des données recueillies. Cela recoupe également les données de la littérature évoquant des difficultés des médecins généralistes à réaliser une recherche bibliographique et à sélectionner des sources fiables dans un contexte de forte médiatisation. Celle-ci est ici un obstacle et non une aide à la diffusion de l'information.

Le biais de réponse induit que les médecins intéressés auront plus eu tendance à répondre que les autres. A l'inverse, les remplaçants présents dans l'échantillon étaient également nombreux. Plus jeunes et moins expérimentés, ils n'ont peut-être pas encore eu l'occasion de s'intéresser au sujet.

- Avez-vous déjà reçu en consultation un patient :

- pour un problème qu'il rattachait aux ondes électromagnétiques en général ?
- pour un problème qu'il rattachait aux antennes-relais en particulier ?

Une distinction était faite dans l'intitulé des questions afin d'éviter une confusion, mais l'étude porte sur les antennes-relais. Celles-ci appartenant au large domaine des ondes électromagnétiques, il était donc difficile d'aborder l'un sans associer l'autre au cours d'une consultation dédiée. La question précisait que le lien devait être fait par le patient et non par le médecin lui-même mais il est impossible de vérifier que ce critère a bien été pris en compte.

Parmi les médecins répondant, 46 disent avoir été confrontés spécifiquement au problème des antennes-relais en consultation (15 pour des questions, 14 pour des symptômes et 17 pour les deux) soit 15,5% de l'échantillon. 62 médecins (20,1%) ont été confronté au moins une fois à la problématique des ondes électromagnétiques en général.

Parmi les 46 médecins, 27 déclarent avoir reçu au moins 2 patients pour ce motif soit 9 % (dont 14 rapportent plus de 5 cas et 8 plus de 10 cas).

Dans notre étude, 84% des médecins n'ont jamais été confrontés au problème des antennes-relais en consultation.

La sur-représentation de jeunes médecins remplaçants (ayant donc moins d'années

d'expérience derrière eux) a pu induire un biais de sélection ce qui rend ce résultat difficile à interpréter. Toutefois, 15,5% est un pourcentage non négligeable et témoigne de l'existence de craintes au sein de la population.

Lors d'un sondage INPES réalisé en 2007 (137) la perception des risques associés aux stations de base de téléphonie mobile (ou antennes de téléphonie mobile) avait été évaluée au sein de la population générale par rapport à d'autres problématiques environnementales. Les antennes se situaient en 11ème position sur les 13 risques présentés dans l'enquête, avec 51,5 % seulement de personnes inquiètes (dont 14 % déclarant un risque très élevé et 37,5 % déclarant un risque assez élevé). Sur le risque lié aux stations de base de téléphonie mobile, 10,7% de l'échantillon ne s'était pas prononcé. Cette thématique était celle pour laquelle on trouvait le moins de personnes ayant une opinion arrêtée.

Un autre sondage mené par l'IRSN (138) (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) en 2008 a interrogé 1 002 personnes au sujet de 31 situations à risque. Le risque lié aux stations de base de téléphonie mobile était en 21ème position, avec 34 % de personnes estimant un risque élevé, et 34 % moyennement élevé. Ce risque est estimé faible pour 24 % de la population. Cinq pour cent des personnes interrogées n'ont pas répondu à cette question. Dans les études postérieures publiées par l'IRSN, les antennes-relais n'étaient plus proposées dans le classement.

L'étude SFRP<sup>a</sup> de 2011 indiquait que 71% des médecins généralistes interrogés avaient déjà été questionnés par leurs patients sur les risques liés aux champs électromagnétiques en général : 3% souvent, 28% de temps en temps, 43% rarement, 26% jamais. Les sources électromagnétiques les plus souvent citées étaient les téléphones mobiles (79 médecins) les antennes-relais de téléphonie mobile (69 médecins) et les lignes haute tension (53 médecins) (130). À la question "Au cours des douze derniers mois, avez-vous été confrontés à des patients se plaignant d'hypersensibilité aux champs électromagnétiques, et si oui combien ? " 3% des médecins ont répondu oui (130).

Enfin, lors du sondage "Médecine générale et santé-environnement" de l'INPES (2012), un des items portait sur le nombre de médecins déclarant être sollicités par leurs patients sur les risques ou les pathologies liés à l'environnement.

Sur les 752 médecins interrogés voici quelle était la répartition des demandes liées aux antennes-relais ou à d'autres sources électromagnétiques comme le téléphone portable ou le wi-fi : 2% ont répondu très souvent, 15% assez souvent, 50% parfois et 31% jamais.

Les ondes électromagnétiques en général, incluant les antennes, semblent constituer un sujet de préoccupation modérément présent, mais suffisant pour générer une activité de consultation significative chez la population des médecins généralistes. Toutefois ces études successives sembleraient indiquer une décroissance du nombre de consultation dédiées, tendance qui se confirmerait avec notre étude (tout en gardant à l'esprit que les autres études ne traitaient pas exclusivement des antennes-relais).

---

a Société Française de RadioProtection

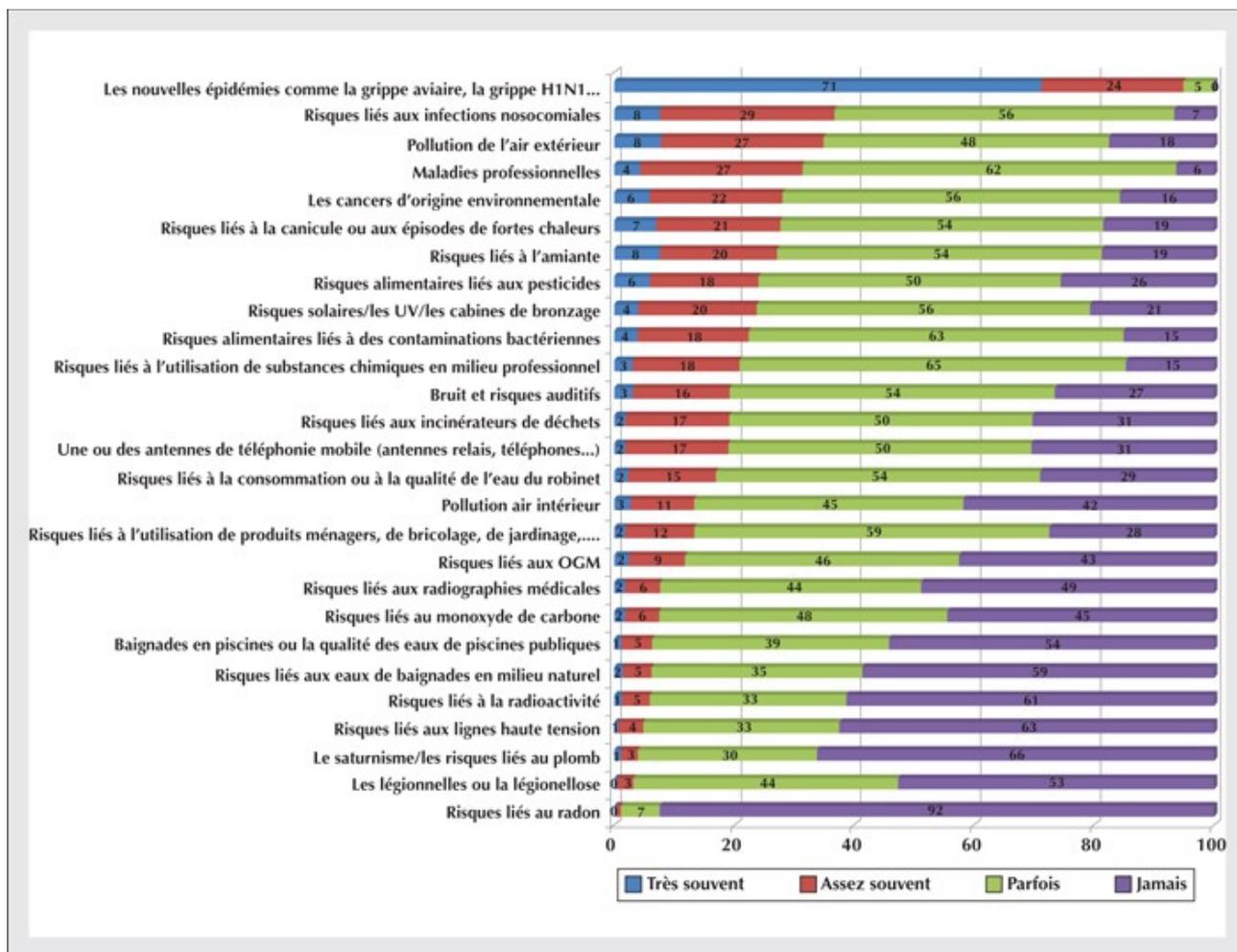


Figure 8 : résultat du sondage INPES : médecins déclarant être sollicités par leurs patients sur les risques ou les pathologies liés à l'environnement (en pourcentage) (Base : 752 médecins généralistes)

- Ouverture : les médecins généralistes face aux nouveaux enjeux environnementaux

Revenons au sondage de l'INPES de 2012 "Médecins généralistes santé-environnement" (137).

L'étude abordait la question de l'information sur les sujets touchant à l'environnement. Différents constats s'imposent à sa lecture.

Tout d'abord, les généralistes ont bien conscience des problèmes posés par les enjeux environnementaux : 96 % d'entre eux sont d'accord (dont 54 % «tout à fait d'accord») avec le fait que de nombreuses incertitudes existent sur les causes environnementales de certaines pathologies. D'ailleurs, 53 % des interrogés ont émis le souhait de suivre une formation continue en santé-environnement (137).

Mais malgré cet intérêt, la formation initiale est comme nous l'avons dit souvent absente de leur cursus (seuls 5% des interrogés en auraient bénéficié) et la majorité des médecins s'estime mal informée sur les problèmes de santé liés à l'environnement (12% très mal et 59 % plutôt mal). Il en résulte que seuls 6 % se disaient tout à fait en mesure de fournir à leurs patients des informations sur le sujet, (49 % pensaient pouvoir le faire, 42 % ne se sentaient pas facilement en mesure de le faire et 3 % déclaraient ne pas du tout le faire).

Ceci rejoint le constat de Baszanger (125) sur les inadéquations existant parfois entre la

formation originelle et ce à quoi le médecin généraliste est confronté lors de ses consultations (123).

Par ailleurs, la recherche bibliographique dans ce domaine semble poser des problèmes : parmi l'échantillon interrogé par l'INPES, 71% estimaient les informations en matière de santé environnement souvent contradictoires. Pour s'informer sur le sujet, c'est la presse qui est citée le plus souvent (89% presse médicale et 57% la presse spécialisée). Le recours à ces sources et à Internet est "d'autant plus important que les médecins ont été formés en santé-environnement". Quant aux non-formés sur le sujet, ils seraient plus sensibles que les autres aux informations diffusées par les médias généralistes que les autres (54 % vs 45 % ; p <0,05) (137).

Soixante-quinze pour cent jugent l'information scientifique fiable, 67 % la considèrent plutôt bien expliquée. Toutefois, 61 % estiment que cette information est insuffisante.

Les angoisses de la population sur différents sujets liés à l'environnement, (angoisse d'autant plus forte qu'une incertitude scientifique existe ou qu'elle est nourrie par une sur-médiatisation) et les moyens donnés aux médecins généralistes pour y répondre ne semblent donc pas en cohérence. Que ce soit lors de leurs études ou plus tard, l'information scientifique peine à arriver jusqu'à eux. Or, les médecins généralistes, de par leur proximité avec les patients, ont un rôle à jouer en terme de prévention, de réassurance (si les données scientifiques le leur permettent), d'orientation et éventuellement d'alerte. Mais tout cela ne peut fonctionner que s'ils disposent des éléments nécessaires pour tirer les bonnes conclusions.

Notre étude montre que sur ce sujet spécifique en lien avec l'environnement, ils ne sont pas armés pour apporter aux patients une réponse basée sur les données actuelles de la science.

Les auteurs de l'étude INPES concluaient en donnant quelques pistes de réflexion pour améliorer ces points :

- développer de nouvelles formations en santé-environnement.
- rendre l'information plus accessible via une meilleure articulation entre les agences sanitaires, presse médicale, associations environnementales et associations de médecins.
- la création de consultations pluridisciplinaires faisant intervenir entre autres des médecins généralistes. Des consultations de toxicologie environnementale ont été par exemple ouvertes à Rouen et à Paris.

Des progrès sembleraient souhaitables sur ces différents points. D'une part pour faciliter la communication avec le public, mais aussi pour ne pas laisser le médecin généraliste face à une incertitude qui parfois, peut être difficile à gérer.

- Caractéristiques de la population des médecins estimant les antennes dangereuses

Parmi les 58 médecins estimant que les antennes pourraient représenter un danger (les résultats sont donnés versus ceux de la population restante) :

- 27 sont des femmes (46,5% vs 45,9%), 31 des hommes (53,4% vs 48,1%).
- 22 ont moins de 40 ans (37,9% vs 60,2%) 36 ont plus de 40 ans (62% vs 64%).
- 39 ont un exercice urbain (67,2% vs 48,5%), 7 un exercice semi-rural, 2 un exercice rural et 10 sont des remplaçants.
- 19 ont été confrontés au problème des antennes-relais au moins une fois en

consultation (**32,7% vs 7,1%**)

Les données qui se détachent chez la population considérant les antennes comme dangereuses sont l'âge (la proportion de médecins de moins de 40 ans y est moindre), le type d'exercice (on y trouve davantage de médecins travaillant en milieu urbain) et surtout la confrontation antérieure avec le problème en consultation. Ces éléments auraient tendance à valider l'existence d'une influence de l'activité de consultation sur les perceptions des médecins généralistes : les médecins urbains semblent être davantage confrontés au problème (la densité en antennes étant supérieure en ville), ainsi que les médecins ayant le plus d'expérience. Plus ils y ont été confrontés en consultation, plus la perception de danger semble prégnante.

Un médecin ayant croisé plusieurs cas serait sans doute plus sensibilisé au problème et potentiellement plus méfiant qu'un médecin n'ayant jamais constaté aucune demande particulière au sein de sa patientèle.

- Caractéristiques de la population informée

Parmi les 108 personnes ayant cherché à s'informer sur le sujet (les résultats sont donnés versus ceux de la population restante) :

- **33,3% estiment les antennes potentiellement dangereuses (vs 12,1%)** ; 18,5% ne les croient pas dangereuses (vs 19,8%); 48,2% ont répondu qu'ils ne savaient pas (vs 65%).
- **73,1% ont une activité urbaine (vs 40,1%)** ; 11,1% une activité semi-rurale (vs 15,4%) ; 0,9% une activité rurale (vs 7,1%) et 14,1% sont des remplaçants (vs 37,4%).
- 32 ont moins de 40 ans (**32% vs 61,5%**), 76 ont plus de 40 ans (**68% vs 38,5%**)
- 32 ont été confrontés au problème des antennes-relais au moins une fois en consultation (**29,6% vs 7,1%** chez les non informés) .

La population informée travaille essentiellement en milieu urbain, et est globalement plus âgée que la population non informée : ces résultats sont en faveur d'une démarche d'information liée à une demande de la part des patientèles de ces médecins généralistes, validant une relation d'influence. Les médecins confrontés à une demande de leur patientèle chercheront plus que les autres à s'informer.

Toutefois, la perception des antennes comme un potentiel danger y est plus fréquemment retrouvée que chez les non informés. Nos résultats concordent avec ceux de l'étude INPES (131) estimant l'information difficile d'accès et manquant de clarté. Par ailleurs, cet élément met en évidence le fait que non seulement la recherche bibliographique ne permet pas toujours de trouver des réponses, mais qu'elle peut ajouter à la confusion.

La recherche bibliographique dans le cadre d'une autoformation, ne semble donc pas une réponse suffisante sur un sujet aussi complexe, du moins chez les médecins n'y ayant pas été formés. L'accès aux informations, leur sélection et leur compréhension sont loin d'être évidents, surtout dans un contexte d'emplois du temps surchargés et d'exigences de formation continue sur des domaines aussi variés qu'étendus.

- Quelles sources avez-vous utilisé pour vous informer ?

Les réponses à cette question étaient libres. Sur les 108 personnes informées, 90 ont précisé leurs sources.

Nous avons divisé les réponses en quatre catégories :

- les MG ayant cité au moins une source dite “scientifique” (Presse médicale et scientifique, revues spécialisées, sites comme Pubmed ou Cismef) ;
- ceux ayant cité plusieurs sources parmi les médias grands publics sans avoir cité de source scientifique ou médicale (reportages télévisés, presse grand public, Internet) ;
- ceux n’ayant cité que Google ou Internet sans presse écrite, qu’elle soit médicale ou non ;
- ceux ayant utilisé des sources spécifiques à savoir : les conférences du professeur Belpomme (4), une formation au Val de Grâce (1) ; le site de l’INRS (1), le site de l’ASEF (2).

	Au moins une source médicale/scientifique citée	Médias grand public uniquement	Google ou Internet uniquement	Sources spécifiques	Total
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Pensent qu’elles sont dangereuses	10 (27)	15 (40,5)	8 (21,6)	4 (10,8) (conférence Pr Belpomme : 3 ; site INRS <sup>a</sup> : 1)	37 (100)
Ne pensent pas qu’elles soient dangereuses	9 (5,6)	3 (18,8)	2 (12,5)	2 (12,5) (formation au Val de Grâce : 1 ; site ASEF <sup>b</sup> : 1)	16 (100)
Ne savent pas	8 (21,6)	14 (37,8)	13 (35,1)	2 (5,4) (cf Pr Belpomme : 1 ; site ASEF : 1)	37 (100)
Total	27 (30)	32 (35,6)	23 (25,6)	8 (8,9)	90 (100)

**Tableau 27** : Perception de la dangerosité des antennes en fonction des sources utilisées (n=90).

Parmi les principales sources citées, les médias grands publics arrivent en tête (32 médecins soit 35,6%) suivis par la presse médicale et scientifique (27 médecins soit 30%) et enfin internet ou Google sans précision (23 soit 25,6%).

On peut constater que le fait de n’utiliser que les sources dites “grand public” aurait plutôt tendance à aboutir à une conclusion de dangerosité ou à une absence de conclusion. Il en va de même pour une utilisation exclusive de source Google ou Internet.

En revanche, l’emploi d’au moins une source dite “médicale ou scientifique” (selon l’interrogé) semble équilibrer les réponses, même si la perception de dangerosité arrive toujours en tête.

Concernant les conférences du Pr Belpomme, cité nominativement à quatre reprises, il ne fait aucun mystère de son militantisme anti-ondes, il est donc cohérent que les médecins y ayant participé aient plutôt tendance à croire les antennes dangereuses.

- Médecins généralistes : leurs sources

Google ou internet ont été cités 43 fois, 23 fois sans autre source citée, 20 fois en complément d'une autre source. Plusieurs études ont déjà mis en avant ce plébiscite du moteur de recherche.

Une étude quantitative de 2008 sur 137 médecins adhérents à l'Union Nationale des Associations de Formation Médicale et d'Évaluation Continues (UNAFORMEC) montrait que les sources d'information les plus citées par les MG étaient : les revues généralistes (105 médecins) - Google (103) - la HAS<sup>a</sup> (88) - les livres (80) (126).

Une thèse de 2016 (138) a passé en revue les données de la littérature sur la recherche documentaire des médecins généralistes et en sont ressortis les éléments suivants : jusqu'en 2005, les documents papiers, les congrès et séminaires et l'avis de confrères étaient privilégiés par rapport aux documents numériques. Des études récentes réalisées en France ont montré que les deux outils sont désormais utilisés de façon plus équitable.

Dans une étude descriptive de 2010, rapportée dans cette même thèse et menée auprès de 85 médecins généralistes, les participants ont déclaré consulter par ordre de fréquence décroissante des sources Internet (38 %), un logiciel d'aide à la prescription (21 %), un confrère (21 %) et des sources «papier» (20 %). L'évolution technologique a donc modifié le rapport des médecins généralistes à la recherche bibliographique, et ce assez récemment.

Le sujet de recherche de la thèse était d'évaluer quels étaient les sites consultés par le plus grand nombre de médecins. Étaient cités en premier les sites de revues médicales (60% des médecins), les sites grand public (53%), le site de l'assurance maladie (47%) et les sites des universités (47%). Google était le seul moteur de recherche utilisé par les médecins de l'enquête (139).

Une étude de 2009 (140) a été réalisée afin de déterminer quelles étaient les sources internet les plus fréquemment utilisées par les médecins généralistes informatisés : Google était plébiscité par 89.9% des médecins, 35.6% avaient pour habitude d'utiliser des bases de données comme PubMed ou CISMef et 2.6% déclaraient avoir recours à d'autres ressources comme : Univadis, Prescrire, Bibliomed et les sites de la HAS et de l'ANSM.

Dans une étude de 2011 (141) portant sur le même thème : les sites les plus utilisés étaient les suivants : Google, CISMef, le Centre de Référence des Agents Tératogènes (CRAT), les répertoires de recommandations (HAS) et les sites des sociétés savantes et des universités.

Enfin, dans une étude australienne de 2008 (142) auprès de médecins généralistes, le moteur de recherche Google était la source internet la plus utilisée, tous sites confondus. Les raisons évoquées étaient notamment l'accès permis vers d'autres sites de qualité, sa facilité d'emploi, et sa rapidité d'action.

Notre étude recoupe donc les données existantes sur la forte utilisation d'internet et de Google au cours de la recherche bibliographique.

L'utilisation de sites spécialisés n'a été signalée qu'à très peu de reprises (Cismef a été cité 1 fois, Pubmed 3 fois, INRS 1 fois, ASEF 2 fois et la HAS 1 fois). Le reste du temps, aucune précision n'était apportée.

Une autre donnée est mise en évidence ici : les médecins ayant utilisé uniquement des médias grand public étaient plus nombreux que ceux ayant utilisé au moins une source dite « médicale ou scientifique »

Ceci est inhabituel si on regarde la littérature, et tient probablement au caractère très médiatique du sujet.

---

a Haute Autorité de Santé

- Choix des sources, les conséquences

→ Le choix des sources peut biaiser les résultats

Sur une question médicale "classique", la plupart des études ont montré que la littérature médicale prévaut généralement sur les autres sources (126,128). Ce n'est pas le cas ici. Nous avons eu l'occasion de voir que les médias grands publics, sur le sujet des antennes-relais, ont plutôt tendance à choisir un angle alarmiste. Cette approche semble avoir une influence sur la population médicale. Comme cela a été démontré dans l'étude publiée dans la Public Library of Science (133), les médias semblent ici exercer une influence négative sur les perceptions des médecins généralistes bien que leur formation antérieure soit censée les en prémunir.

La forte utilisation de médias grands publics comme source d'information est un élément capital (ont été cités : la presse non médicale, les reportages télévisés ou radiophoniques essentiellement).

Certains journalistes peuvent être limités par une connaissance insuffisante de la méthodologie scientifique, par un manque de temps, par la course au scoop et par la nécessité d'attirer l'attention brève du lecteur ou du téléspectateur et donc de faire court plutôt que de rédiger des dossiers argumentés (102). Ces limites sont responsables du sensationnalisme qui accompagne parfois l'information médicale, et cela d'autant plus que les études sont rapportées de manière isolée sans véritable suivi. Leur fiabilité est donc souvent sujette à caution (104). Ces informations, quelle que soit leur qualité, impactent le public, y compris les professionnels de santé.

Le sujet des antennes-relais a ceci de particulier qu'il touche non seulement à la santé, mais réclame aussi des notions de physique, lointaines pour l'essentiel des médecins généralistes qui ont eu à apprendre entre-temps une somme importante de connaissances plus utiles à leur exercice quotidien.

A cela s'ajoute un climat d'incertitude scientifique largement exploité par les détracteurs, et comme nous l'avons déjà expliqué, un climat de défiance envers une technologie à la fois indispensable et indésirable.

Les sources d'informations choisies et l'état d'esprit dans lequel est menée la recherche peuvent s'avérer déterminants pour l'orientation des conclusions. Les informations disponibles sur le sujet sont tellement contradictoires qu'il est complexe de se forger un avis objectif. Chacun, s'il n'y prend pas garde, trouvera des arguments en apparence valables et semblant présenter le sérieux scientifique requis pour chaque hypothèse (à savoir, présentent-elles un danger pour la santé au vu des données actuelles de la Science, ou non).

La presse médicale et scientifique présuppose une sélection en amont des articles et permettrait en théorie d'éviter les informations de trop faible niveau de preuve scientifique. Cela n'est toutefois pas garanti et certains articles, malgré un apparent sérieux scientifique ne disposent pas d'un bon niveau de preuve (l'exemple du rapport Bioinitiative).

En 2016, en tapant "antennes-relais" sur le moteur de recherche du CISMef, on peut obtenir 2 références : un rapport gouvernemental du COMOP (COMité OPérationnel) sur la faisabilité de l'abaissement des valeurs d'exposition (68) et le bulletin de l'Académie de Médecine de 2009 (46). Deux références seulement dont une comporte des éléments techniques propres à rebuter un médecin ne disposant d'aucune connaissance technique sur le sujet.

Quant à Pubmed, la conjonction du vocabulaire technique non spécifique renvoyant à de nombreuses études sans rapport avec le sujet traité (le terme anglais "antenna" couvrant des domaines très variés) et l'utilisation de l'anglais (134) n'encouragent pas non plus à son utilisation.

Google semble donc être le moteur de recherche qui sera le plus amené à être utilisé dans ce cas précis, surtout dans un contexte de manque de temps (134). Or, nous l'avons dit, le sujet

est clivant et les informations disponibles très nombreuses et contradictoires.

Le fonctionnement de Google repose sur une diffusion des résultats par “pertinence”. Google indique que plus de 200 facteurs sont pris en compte pour l’évaluer. L’un de ces critères est le PageRank : “celui-ci évalue l’importance d’une page en fonction des liens provenant d’autres sites et renvoyant à ladite page. En d’autres termes, tous les liens qui figurent sur d’autres sites et qui renvoient vers l’une de vos pages sont pris en compte pour établir le classement PageRank de votre site.”

“Les fonctionnalités Google telles que les suggestions orthographiques et la saisie semi-automatique ont été conçues pour faire gagner du temps aux internautes en affichant les termes associés à la recherche, les fautes d’orthographe courantes et les requêtes les plus populaires”<sup>a</sup>. Le nombre de citations renvoyant au site et sa popularité sont donc deux éléments clés dans l’ordre de présentation des résultats, et ce indépendamment de toute pertinence scientifique. Une recherche sur les antennes-relais non orientée par des mots-clés débouchera presque automatiquement sur l’affichage de sources les désignant comme dangereuses car ce sont les plus consultées, au détriment de sources moins alarmistes.

La personne réalisant la recherche risque d’être influencée par cette sélection biaisée d’informations qu’on lui propose.

Le sujet nous l’avons dit, engendre certaines craintes au sein de la population. Ces craintes vont se répercuter sur le référencement des sites en offrant une visibilité très importante aux titres alarmistes contenant des mots-clés suggestifs (comme danger, cancer, catastrophe sanitaire, etc.), et une quasi-invisibilité aux propos des scientifiques, plus mesurés et moins accrocheurs.

Pour donner un exemple, en 2016, le choix d’un mot-clé neutre comme “antennes-relais” induit les résultats suivants : trois premiers résultats “neutres” comportant des informations purement techniques (Cartoradio, ANFR<sup>b</sup>) ; les quatre résultats suivants conduisent vers des sites militants (Robin des toits et PRIARTEM) et des articles de presse grand public.

Le site de l’ANSES (125) est actuellement le plus complet portant sur les risques environnementaux et publie régulièrement des mises à jour, mais aucune donnée sur son utilisation par les médecins généralistes n’est publiée. Aucun des médecins interrogé ne l’a cité parmi ses sources.

Ces résultats amènent à deux conclusions. Le choix de la source est primordial et semble orienter les conclusions, en particulier sur ce sujet très médiatisé. Par ailleurs, le fait de privilégier les sources dites scientifiques ne garantit pas d’aboutir au résultat escompté, à savoir l’avis actuel rassurant des experts (absence de dangerosité démontrée des antennes). La recherche bibliographique réalisée par les médecins interrogés donne des résultats très hétérogènes et contrastés, à l’image des avis donnés par les différentes sources.

Le problème est bidimensionnel : si la méthodologie risque d’être biaisée par le moteur de recherche lui-même, un a priori conscient ou non sur le sujet peut orienter la recherche dans un sens ou dans l’autre. Faute d’une vérification de la fiabilité des informations (et nous avons vu que celle-ci est loin d’être aisée), chaque “camp” dispose de suffisamment d’arguments d’apparence fiable pour conforter la position de départ.

→ Un tri difficile.

Dans notre étude, 30% des informés ont cité au moins une source médicale ou scientifique. Parmi eux les résultats sont répartis de la façon suivante : 10 pensent que les antennes sont dangereuses, 9 pensent qu’elles ne le sont pas et 8 n’ont pas répondu. Le résultat obtenu chez les médecins ayant utilisé ce type de sources est surprenant car la répartition est certes moins

---

a Comment fonctionne la recherche Google? : <https://support.google.com/webmasters/answer/70897?hl=fr>

b Agence Nationale des Radio Fréquences

en faveur d'une dangerosité que dans les autres cas, mais l'opinion, attendue conforme à celle des rapports d'expertise, reste totalement divisée.

La mauvaise visibilité des sources dites "fiabiles" semble en cause (rappelons que parmi les médecins interrogés, aucun n'a cité l'Académie de Médecine ou les rapports de l'ANSES, pourtant très complets parmi leurs sources). Le manque de temps disponible pour se former a pu pousser certains vers l'outil le plus accessible, à savoir un moteur de recherche classique comme Google, avec les problèmes de pertinence des références que cela implique. Nous retrouvons l'interférence des croyances et des représentations pré-existantes du médecin (effet de halo et biais de confirmation).

Le choix des sources est donc déterminant, les plus fiables étant constituées par la presse médicale et scientifique et les rapports d'expert. Le choix d'Internet, de Google et des médias grand public semble avoir tendance à majorer les biais de jugement.

En 2007, 83% des médecins généralistes interrogés déclaraient consacrer en moyenne 2,6 heures par semaine à la lecture de la presse, de revues et d'articles médicaux (107). C'est peu au vu de la rapidité d'évolution des connaissances. On comprend donc que parfois le manque de temps puisse poser problème aux médecins.

Dans une thèse réalisée en 2014 (134), une enquête a été menée afin de déterminer les obstacles à une recherche bibliographique rencontrés par les médecins généralistes. Les difficultés obtenues ont été classées en deux catégories :

- difficultés liées aux médecins : le manque de temps, l'âge avancé, la barrière de la langue (l'anglais étant la langue la plus largement utilisée dans les articles médicaux) mais surtout le manque de formation en recherche bibliographique. Le temps consacré à la recherche documentaire était plus important chez les médecins formateurs en FMI<sup>a</sup> ou en FMC<sup>b</sup> et les médecins à exercice particulier.
- difficultés liées aux sources d'information : existence de conflits d'intérêts, mauvaise ergonomie de certaines ressources, manque de pertinence de l'information et coût de l'accès à l'information.

L'auteur a également réalisé des entretiens au cours desquels d'autres difficultés ont été citées : le sentiment d'invulnérabilité du médecin, la surabondance de données « noyant » l'information de qualité, les relations amicales, la confiance en « la notoriété ».

Si ces difficultés n'ont pas été spécifiquement abordées au cours du questionnaire, deux médecins ont spontanément précisé sur le questionnaire papier ne pas avoir cherché à s'informer par « manque de temps », ce qui rejoint les résultats de la thèse sus-citée.

---

a Formation Médicale Initiale

b Formation Médicale Continue

## 5. Conclusion et perspectives de l'étude

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer les représentations des médecins généralistes sur le sujet des antennes-relais, et de vérifier leur cohérence vis-à-vis des connaissances scientifiques actuelles. Parmi les interrogés, 61,3% ne se sont pas prononcés, et 19,5% les estiment dangereuses contre 19,2% les jugeant inoffensives.

Quatre ans après le précédent sondage de l'INPES, et malgré l'absence d'élément nouveau, la population des médecins généralistes semble toujours divisée, et cela malgré le fait que plus d'un tiers ait essayé de s'informer. Il existe donc une inadéquation entre leurs représentations et la littérature, pourtant rassurante en l'état actuel des connaissances.

Le relais médiatique répété de discours sensationnalistes sur les effets sanitaires supposés des antennes-relais entretient un climat de doute voire de crainte dans la population générale. Malheureusement, les interventions des autorités compétentes sur le sujet ne bénéficient pas de la même visibilité.

Les problématiques soulevées par les antennes-relais ne leurs sont pas propres. Nous pouvons les retrouver dans de nombreux secteurs technologiques. L'évolution de notre mode de vie nous expose à de nouvelles incertitudes portant sur des risques sanitaires potentiels. Les médecins généralistes risquent d'être de plus en plus sollicités par leurs patients pour ce type de problématiques environnementales, et ce alors que l'autoformation par une recherche bibliographique nécessite beaucoup de temps, des connaissances débordant du domaine médical et un choix judicieux de sources. Certaines incertitudes peuvent difficilement être levées lors d'une recherche bibliographique, c'est le cas ici.

La formation initiale devrait être repensée non seulement en ce qui concerne les nouveaux enjeux environnementaux, mais également les bonnes pratiques de la recherche bibliographique, en dehors et dans un contexte de controverse sanitaire. Des formations médicales continues pourraient être mises en place afin de faire le point sur les connaissances actuelles des dangers environnementaux avec mises à jour régulières suivant la sortie de nouvelles conclusions d'experts.

Le site de l'ANSES (143) constitue une bonne référence en ce qui concerne les dangers environnementaux mais semble bénéficier d'une visibilité limitée.

Des plaquettes d'information ou de "mise au point" pourraient également être réalisées à destination des soignants et de leur patientèle, afin de favoriser les échanges et de rétablir le dialogue entre la recherche et la médecine de terrain.

## Bibliographie

1. Mollier B, Tresse L. Qu'est-ce qu'une onde? [Internet]. Unité Formation-Enseignement de l'Observatoire de Paris; 2013. Disponible sur: [https://media4.obspm.fr/public/AMC/pages\\_base-optique-geo/kezaco-onde.html](https://media4.obspm.fr/public/AMC/pages_base-optique-geo/kezaco-onde.html).
2. Université Rennes I. Éléments de physique du rayonnement [Internet]. Université Virtuelle Environnement et Développement durable; 2008. Disponible sur: <http://e-cours.univ-paris1.fr/modules/uved/envcal/html/rayonnement/1-rayonnement-electromagnetique/index.html>.
3. Benson H. Physique : ondes, optique et physique moderne. Paris: De Boeck; 1999. p. 34.
4. Kuban N. Les ondes électromagnétiques, innocuité ou réel danger pour la santé? Thèse de pharmacie, Thionville: Lorraine ; 2013.
5. Teng M. L'électromagnétisme. s.l. Paris: Vernazobres-Gregory; 2011. p . 41- 42.
6. Pebay Peyroula E. Les ondes électromagnétiques. s.1 [Internet]. Université Joseph Fourier. Grenoble; 2010. Disponible sur: [http://unf3s.cerimes.fr/media/paces/Grenoble\\_1112/pebay\\_peyroula\\_eva/pebay\\_peyroula\\_eva\\_p05/pebay\\_peyroula\\_eva\\_p05.pdf](http://unf3s.cerimes.fr/media/paces/Grenoble_1112/pebay_peyroula_eva/pebay_peyroula_eva_p05/pebay_peyroula_eva_p05.pdf).
7. Bonn F, Rochon G. Précis de télédétection. Volume 1 : Principes et méthodes. Montréal: coll. Presses Universitaires du Québec; 1992.
8. Lévy E. Dictionnaire de Physique. Paris: Presses universitaires de France; 1988.
9. Bissereix C, Laurent P, Cabaret P, Bonnet C.I. INRS. Généralités sur les rayonnements non ionisants jusqu'à 300 GHz [Internet]. INRS. Champs électromagnétiques ED 4201; 2005.
10. CEM (Champs électromagnétiques) expertise. Le spectre électromagnétique [Internet]. 2016. Disponible sur: <http://www.champs-electromagnetiques.com/ondes/le-spectre-electromagnetique-8.html>.
11. Portail radiofréquences-santé-environnement. Que sont les radiofréquences? [Internet]. 2014. Disponible sur : [www.radiofrquences.gouv.fr](http://www.radiofrquences.gouv.fr).
12. CNRS. La radioactivité : les doses biologiques [Internet]. EDP Sciences; 2001. Disponible sur: <http://www.laradioactivite.com/site/pages/lesdosesbiologiques.htm>.
13. IRSN. La radioactivité et ses effets [Internet]. 2012. Disponible sur: <http://www.irsn.fr>.
14. OMS (Organisation Mondiale de la Santé). Aide-mémoire N°371 : rayonnements ionisants, effets sur la santé et mesures de protection [Internet]. OMS; 2016.

Disponible sur: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs371/fr>.

15. Champion C. Interaction des ondes et des particules avec la matière vivante. Villeurbanne: Institut de physique de Metz; 26-29 août 2002. Disponible sur: <http://e2phy.in2p3.fr/2002/presentations/champion.pdf>.
16. Champion C. Theoretical cross sections for electron collisions in water : structure of electron tracks. Phys Med Biol. 2003;48(14):2147-68.
17. ANFR. Exposition du public [Internet]. ANFR; 2016. Disponible sur: <http://www.anfr.fr/faq/exposition-du-public/#menu2>.
18. AFSSET. Mise à jour de l'expertise relative aux radiofréquence. Saisine n°2007/007 [Internet]. AFSSET; 2009. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2007et0007Ra.pdf>.
19. Yeganefar N. Sham and Science [Internet]. Université de Poitiers; 2013. Disponible sur: <http://blogs.univ-poitiers.fr/n-yeganefar/2013/04/08/les-antennes-relais-sont-elles-dangereuses/>.
20. Sanchez-Palencia E. Histoire des sciences : évolution des disciplines et histoire des découvertes. Maxwell, Hertz et l'électromagnétisme [Internet]. Académie des Sciences; 2013. Disponible sur: <http://www.academie-sciences.fr/fr/Evolution-des-disciplines-et-histoire-des-decouvertes/maxwell-hertz-et-l-electromagnetisme.html>.
21. Bettayeb K. Le point sur les antennes-relais. Sciences et vie. 2009;(1102):126-30.
22. Centre National d'Études Spatiales. Histoire et techniques des télécommunications [Internet]. CNES; 2003. Disponible sur: <https://cnes.fr/fr/web/CNES-fr/485-histoire-et-techniques-des-telecommunications>.
23. Ministère des affaires Sociales et de la Santé. Portail radiofréquences-santé-environnement. Antennes-relais de téléphonie mobile [Internet]; 2013. Disponible sur: <http://www.radiofrquences.gouv.fr/IMG/pdf/Antennes-relais-2.pdf>.
24. Antennes mobiles. [Internet]. Dernière mise à jour en 2016. Disponible sur : <https://www.antennesmobiles.fr/>.
25. Brice L, Croutte P, Jauneau-Cottet P, Lautié S. Baromètre du numérique 2015 [Internet]. ARCEP; 2015. Disponible sur: [http://www.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/CREDOC-Rapport-enquete-diffusion-TIC-France\\_CGE-ARCEP\\_nov2015.pdf](http://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/CREDOC-Rapport-enquete-diffusion-TIC-France_CGE-ARCEP_nov2015.pdf).
26. Legislation Government of United Kingdom. Telecommunications act 1984 [Internet]. OFCOM (Office fédéral de la communication); 1984. Disponible sur: <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1984/12/contents>.
27. Pirard W. Principe de fonctionnement des réseaux de téléphonie mobile GSM [Internet]. Institut Scientifique de Service Public; 2003. Disponible sur: <http://www.issep.be/wp-content/uploads/fonctionnement-des-reseaux-gsm1-octobre->

2003.pdf.

28. République française. Code des postes et des communications électroniques. Loi n°2015-1785 du 29 décembre 2015 - art. 27 (V). Modification de l'Article L33-1 [Internet]. 2015. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr>.
29. Roumaneix D. Legavox. Antennes relais de téléphonie mobile : en attente de la publication d'une loi [Internet]. 2014. Disponible sur: [http://www.legavox.fr/blog/dominique-roumaneix-juriste/antennes-relais-telephonie-mobile-attente-15164.htm#.V2\\_4GjVdQ2x](http://www.legavox.fr/blog/dominique-roumaneix-juriste/antennes-relais-telephonie-mobile-attente-15164.htm#.V2_4GjVdQ2x).
30. République Française. Loi n°2004-669 du 9 juillet 2004 relative aux communications électroniques et aux services de communication audiovisuelle. Disponible sur : [www.legifrance.gouv.fr](http://www.legifrance.gouv.fr).
31. République Française. Note du ministère de l'Écologie sur la responsabilité et des pouvoirs de maires en matière d'implantation d'antennes-relais de téléphonie mobile; diffusée le 7 décembre 2011. Disponible sur: <http://www.fftelecoms.org/sites/fftelecoms.org/files/Documents/Doc%20RA%202012/MEDDE%20-%20Note%20DAJ%20responsabilit%C3%A9%20des%20maires.pdf>.
32. République Française. Code des postes et télécommunications et relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques. Décret n°2002-775 du 3 mai 2002. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr>.
33. Portail Radiofréquences Santé Environnement. Élaboration de valeurs limites d'exposition. Actions des pouvoirs publics [Internet]. 2010. Disponible sur: <http://www.radiofrquences.gouv.fr>.
34. International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection. ICNIRP statement : General approach to protection against non-ionising radiation. Health Physics. 2002;82(4):540-548.
35. AFSSET. Mise à jour de l'expertise relative aux radiofréquences : Saisine n°2007/007 [Internet]. ANSES; 2009. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2007et0007Ra.pdf>.
36. INERIS : Valeurs limites d'exposition [Internet]. République française; 2015. Disponible sur: [http://www.ineris.fr/ondes-info/content/valeurs\\_limites\\_exposition](http://www.ineris.fr/ondes-info/content/valeurs_limites_exposition).
37. Lambert S, Loz de Coëtgourhant N, Baranger P. Synthèse de l'étude comparative dans 7 pays des réglementations et des engagements volontaires sur les ondes radio et la santé. [Internet]. AFOM (Association Française des Opérateurs Mobiles); 2009. Disponible sur : [http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/AFOM\\_-\\_Synthese\\_des\\_reglementations\\_7\\_pays.pdf](http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/AFOM_-_Synthese_des_reglementations_7_pays.pdf).
38. PRIARTEM [Site web]. Disponible sur: <http://www.priartem.fr/>.

39. Robin des toits [Site web]. Disponible sur: <http://www.robindestoits.org/>.
40. CRIIREM [Site web]. Disponible sur: <http://www.criirem.org/>.
41. CIRC. Monographie du CIRC. Volume 102 : Cancérogénicité des champs électromagnétiques de radiofréquences [Internet]. CIRC; 2011. Disponible sur : <http://www.cancer-environnement.fr/289-Vol-102-champs-electromagn-radiofrequences.ce.aspx>.
42. ARTAC [Site web]. Disponible sur: <http://www.artac.info/>.
43. Borraz O, Devigne M, Salomon D. Controversy and protest around mobile phone antennas in France". Proceedings of Risk Perception & Communication Workshop, Ispra, JRC/EIS-EMF; 2005.
44. Eastes R-E. Chimie et société : les origines de la défiance. L'actualité chimique 2011 ; (355):44-47.
45. Cardis E, Deltour I, Vrijheid M, Combalot E, Moissonnier M, Tardy H et al. INTERPHONE Study Group. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use : results of the INTERPHONE international case-control study. Int J Epidemiol 2010;39(3):675-94.
46. Aurengo A. Réduire l'exposition aux ondes des antennes-relais n'est pas justifié scientifiquement. Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine. 2009;193(9):2127-30.
47. Menard C, Girard D, Léon C, Beck F. Baromètre santé 2007 [Internet]. INPES; 2007. Disponible sur: <http://inpes.santepubliquefrance.fr/CFESBases/catalogue/pdf/1114.pdf>.
48. Association des Maires de France: département administration et gestion communales. Le maire et les antennes de téléphonie mobile [Internet]. 2013. Disponible sur: [http://www.amf.asso.fr/upload/fichiers/documents/AMF\\_11395\\_NOTE.pdf](http://www.amf.asso.fr/upload/fichiers/documents/AMF_11395_NOTE.pdf).
49. BVA: Institut d'études de marché et d'opinion. « Sondage sur les antennes-relais : 80% des français réclament une loi plus contraignante ! » [Internet]. Publié sur priartem.fr; 2009. Disponible sur : <http://www.priartem.fr/Antennes-relais-80-des-francais.html>.
50. Tubiana M. Arrêtons d'avoir peur!. Paris: Ed. Michel Lafon; 2012.
51. Young M, Norman G, Humphreys K. Medicine in the popular press : the influence of the media on perceptions of disease. PLoS ONE. 2008;3(10):e3552.
52. Wu T, Shao Q, Yang L, Qi D, Lin J, Lin X et al. A large-scale measurement of electromagnetic fields near GSM base stations in Guangxi, China for risk communication. Radiat Prot Dosimetry. 2013;155(1):25-31.
53. CREDOC. Téléphone mobile : 41% des Français inquiets de la présence

- d'antennes [Internet]. 2003. Disponible sur : <http://www.agirpourenvironnement.org/presse/electromedia86.htm>.
54. CIRANO (Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations). Marchetti N. Les conflits de localisation: le syndrome NIMBY, Montréal ; 2005. p.7. Disponible sur : <http://www.cirano.qc.ca/pdf/publication/2005RB-05.pdf>.
  55. CEM expertise : Spécialiste en environnement électromagnétique. Effets biologiques des Hyperfréquences (micro-ondes). Dernière mise à jour en 2016. Disponible sur : <http://www.champs-electro-magnetiques.com/ondes/effets-biologiques-des-hyperfrquences-39.html>.
  56. Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 1979;109(3):273-84.
  57. AFSSET. Mise à jour de l'expertise relative aux radiofréquences. Saisine n°2007/007 [Internet]. AFSET; 2009;p.362. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2007et0007Ra.pdf>.
  58. Mahrouf N, Pologea-Moraru R, Moiescu MG, Orłowski S, Levêque P, Mir LM. In vitro increase of the fluid-phase endocytosis induced by pulsed radiofrequency electromagnetic fields : importance of the electric field component. *Biochim Biophys Acta*. 2005;1668(1):126-37.
  59. Del Vecchio G, Giuliani A, Fernandez M, Mesirca P, Bersani F, Pinto R et al. Effect of radiofrequency electromagnetic field exposure on in vitro models of neurodegenerative disease. *Bioelectromagnetics*. 2009;30(7):564-72.
  60. Miyakoshi J, Takemasa K, Takashima Y, Ding GR, Hirose H, Koyama S. Effects of exposure to a 1950 MHz radio frequency field on expression of Hsp70 and Hsp27 in human glioma cells. *Bioelectromagnetics*. 2005;26(4):251-7.
  61. Joubert V, Bourthoumieu S, Leveque P, Yardin C. Apoptosis is induced by radiofrequency fields through the caspase-independent mitochondrial pathway in cortical neurons. *Radiation Research*. 2008;169(1):38-45.
  62. Palumbo R, Brescia F, Capasso D, Sannino A, Sarti M, Capri M et al. Exposure to 900 MHz radiofrequency radiation induces caspase 3 activation in proliferating human lymphocytes. *Radiation Research*. 2008 ;170(3):327-34.
  63. Ammari M, Brillaud E, Gamez C, Lecomte A, Sakly M, Abdelmelek H et al. Effect of a chronic GSM 900 MHz exposure on glia in the rat brain. *Biomed Pharmacother*. 2008;62(4):273-81.
  64. SCENIHR. Opinion on Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF) [Internet]. European Commission;2015. Disponible sur: [http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging/docs/scenihr\\_o\\_041.pdf](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_041.pdf).
  65. ANSES. Radiofréquences : de la mesure d'exposition à la recherche d'effets biologiques [Internet]. ANSES; 2012. Disponible sur: <https://pro.anses.fr/rencontres->

66. Nicolaz CN, Zhadobov M, Desmots F, Sauleau R, Thouroude D, Michel D et al. Réponses cellulaires aux expositions millimétriques. 1ères journées aux interfaces chimie-biologie-biophysique: 2007; Rennes. Cité en 2012 sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/RSC-Co-151012Ledrean.pdf>.
67. Bourthoumieu S, Joubert V, Marin B, Collin A, Leveque P, Terro F, et al. Cytogenetic studies in human cells exposed in vitro to GSM-900 MHz radiofrequency using R-banded karyotyping. *Radiation Research*. 2010;174(6):712-18.
68. République Française. Rapport du COPIC. Diminution de l'exposition aux ondes électromagnétiques émises par les antennes relais de téléphonie mobile [Internet]. 2013. Disponible sur: <http://www.cartoradio.fr/cartoradio/web/copic/synthese.pdf>.
69. Behari J, Bellieni C, Belyaev I, Blackman C, Blank M, Sage C. Bioinitiative 2012 : a rationale for biologically-based exposure standards for low-intensity electromagnetic radiation [Internet]. 2012. Disponible sur : <http://www.bioinitiative.org/>.
70. Que choisir. Ondes électromagnétiques : l'argumentaire des associations passé au crible [Internet]; 2014. Disponible sur: <https://www.quechoisir.org/decryptage-ondes-electromagnetiques-l-argumentaire-des-associations-passe-au-crible-n9569/>.
71. ANSES. Avis : rapport d'expertise collective. Saisine n°2012-SA-0091. Exposition aux radiofréquences et santé des enfants [Internet]. ANSES; 2016. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2012SA0091Ra.pdf>.
72. Koprivica M, Slavkovic V, Neskovic N, Neskovic A. Statistical analysis of electromagnetic radiation measurements in the vicinity of GSM/UMTS base station installed on buildings in Serbia. *Radiat Prot Dosimetry*. 2016;168(4):489-502.
73. Urbinello D, Joseph W, Huss A, Verloock L, Beekhuizen J, Vermeulen R et al. Radio-frequency electromagnetic field (RF-EMF) exposure levels in different European outdoor urban environments in comparison with regulatory limits. *Environ Int*. 2014; 68:49-54.
74. Baliatsas C, Van Kamp I, Bolte J, Kelfkens G, Van Dijk C, Spreeuwenberg P, et al. Mobile phone base stations and well-being-A meta-analysis. *Sci Total Environ*. 2016;544:24-30.
75. Landgrebe M, Barta W, Rosengarth K, Frick U, Hauser S, Langguth B et al.. Neuronal correlates of symptom formation in functional somatic syndromes : a fMRI study. *Neuroimage*. 2008;41(4):1336-44.
76. Joris G. Un médiateur invisible. Analyse et mise en perspective du régime de régulation des ondes électromagnétiques. Thèse de Science Politique, Liège: Université de Liège; 2011.
77. Jonas H. Le principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique. Paris: Cerf; 1990. In: Jensen KK. The moral foundation of the precautionary principle,

- Journal of agricultural and environmental ethics. 2002;15(1):39-55.
78. Ewald F. Histoire de l'État providence. Paris: Grasset; 1996.
  79. Beck U. La société du risque. Paris: Aubier; 2001.
  80. Kaiser M, Hosle V, Beder S. Le principe de précaution [Internet]. COMEST; 2005. Disponible sur: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001395/139578f.pdf>.
  81. Conférence des Nations Unies. Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement. Principes de gestion des forêts. Sommet Planète Terre: 3-14 juin 1992; Rio de Janeiro, Brésil. Disponible sur: <http://www.un.org/french/events/rio92/rio-fp.htm>.
  82. République Française. Loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr>.
  83. République Française. Loi constitutionnelle n° 2005-205 du 1er mars 2005 relative à la Charte de l'environnement. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr>.
  84. Brunet S, Delvenne P, Joris G. Le principe de précaution : un outil stratégique de transformation du (sub)politique. Revue suisse de sociologie. 2007;33(2):261-278.
  85. Auverlot D, Hamelin J, Pujol JL. Commissariat général à la stratégie et à la prospective. Le principe de précaution, quelques réflexions sur sa mise en œuvre [Internet]; 2013. Disponible sur : [www.strategie.gouv.fr](http://www.strategie.gouv.fr).
  86. Harremoës P. Late Lessons from Early Warnings [Internet]. European Environment Agency; 2001. Disponible sur : [http://www.cancer-environnement.fr/Portals/0/Document%20PDF/Principe\\_Precaution\\_synth%C3%A8se.pdf](http://www.cancer-environnement.fr/Portals/0/Document%20PDF/Principe_Precaution_synth%C3%A8se.pdf)
  87. Schütz H, Wiedemann P. The precautionary principle and risk perception : experimental studies in the EMF area. Environ Health Perspect. 2005;113(4):402-405.
  88. Genuis SJ, Lipp CT. Electromagnetic hypersensitivity : Fact or fiction ?. Sci Tot Environment. 2012;414:103-12.
  89. WHO. Workshop on electromagnetic hypersensitivity: 2004; Prague, Czech Republic. Disponible sur: [www.who.int/peh-emf/meetings/hypersensitivity\\_prague2004/en/index.html](http://www.who.int/peh-emf/meetings/hypersensitivity_prague2004/en/index.html).
  90. Cullen MR. The worker with multiple chemical sensitivities : an overview. Occup Med. 1987;2(4):655-661.
  91. Frisch C, Gimenez C, Choudat D, Conso F. Le syndrome d'intolérance aux odeurs chimiques. Arch Mal Prof 1992;53:371-3.
  92. Eltiti S, Wallace D, Zougkou K, Russo R, Joseph S, Rasor P. Development and evaluation of the electromagnetic hypersensitivity questionnaire. Bioelectromagnetics.

2007;28:137-151.

93. Rubin GJ, Das Munshi J, Wessely S. Electromagnetic hypersensitivity : a systematic review of provocation studies. *Psychosom med.* 2005;67(2):224-32.
94. Rubin GJ, Hillert L, Nieto-Hernandez R, van Rongen E, Oftedal G. Do people with idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields display physiological effects when exposed to electromagnetic fields ? A systematic review of provocation studies. *Bioelectromagnetics.* 2011;32(8):593-609.
95. Landgrebe M, Barta W, Rosengarth K, Frick U, Hauser S, Langguth B et al. Neuronal correlates of symptom formation in functional somatic syndromes : a fMRI study. *Neuroimage.* 2008;41(4):1336-44.
96. Oftedal G1, Straume A, Johnsson A, Stovner LJ. Mobile phone headache : a double blind, sham-controlled provocation study. *Cephalalgia.* 2007;27(5):447-55.
97. Eriksson N, Höög J, Hansson Mild K, Stenberg B. The psychosocial work environment and skin symptoms among visual display terminal workers : a case referent study. *Int Journ Epidem.* 1998;26(6):1250-7.
98. Baliga MS, Rao S, Rai MP, D'souza P. Radioprotective effects of the Ayurvedic medicinal plant *Ocimum sanctum* Linn. (Holy Basil) : A memoir. *J Cancer Res Ther.* 2016;12(1):20-7.
99. McCarthy DE, Carruba S, Chesson A. Electromagnetic hypersensitivity : evidence for a novel neurological syndrome. *Int J Neurosci.* 2011;121(12):670-6.
100. Havas M, Marrongelle J, Pollner B, Kelley E, Rees CRG, Tully L. Provocation study using heart rate variability shows microwave radiation from 2.4 GHz cordless phone affects autonomic nervous system. *Ann Oncol.* 2010; 273-00. Disponible sur : <https://www.emf-portal.org/en/article/18905>.
101. République Française. Directive 2005/36/CE du Parlement européen et du Conseil du 7 septembre 2005 relative à la reconnaissance des qualifications professionnelles. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000703171>.
102. Mansier P, Méadel C, Sécaïl C. Le temps des médias. *Santé à la une.* 2014;2(23):5-12.
- 103.. Société Française de Sénologie et de Pathologie Mammaire. Liebens F, Aimont M, Carly B, Pastijn A, Swimberg S, Rozenberg S et al. Internet, presse, médias : nouveaux éléments dans la communication médicale. 27es journées de la SFSPM: novembre 2005; Deauville. Disponible sur: <http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/9726/?sequence=1>.
104. Izcovich A, Criniti JM, Popoff F, González Malla C, Catalano HN. How much can we trust health related information provided by mass media in Argentina?. *Medicina B Aires.* 2016;76(2):71-5.

105. Société Française de Sénologie et de Pathologie Mammaire. Liebens F, Aimont M, Carly B, Pastijn A, Swimberg S, Rozenberg S et al. Internet, presse, médias : nouveaux éléments dans la communication médicale. 27es journées de la SFSPM: novembre 2005; Deauville. In: Spadaro R. European Union citizens and sources of information about health. Eurobarometer 58,0. The European Opinion Research Group (EORG). 2003.
106. Conseil National de l'Ordre des Médecins. IPSOS Public Affairs. Les conséquences des usages d'internet sur les relations patients-médecins. [Internet]. CNOM; 2010. Disponible sur: [https://www.conseil-national.medecin.fr/sites/default/files/sondage%20internet%20CNOM%202010\\_0.pdf](https://www.conseil-national.medecin.fr/sites/default/files/sondage%20internet%20CNOM%202010_0.pdf).
107. Le Fur P, Bourgueil Y, Cases C. Le temps de travail des médecins généralistes : une synthèse des données disponibles. Questions d'économie de la santé n°144 [Internet]. IRDES; Juillet 2009. Disponible sur : <http://www.irdes.fr/Publications/Qes/Qes144.pdf>.
108. République Française. Arrêté du 13 juillet 2006 portant homologation des règles de validation de la formation médicale continue. Texte n°12. JO n°183 du 9 août 2006 : p.11840.
109. HAS. Vers une évolution de la certification des sites de santé [Internet]. HAS; 2013. Disponible sur: [http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c\\_1590507/fr/vers-une-evolution-de-la-certification-des-sites-sante](http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1590507/fr/vers-une-evolution-de-la-certification-des-sites-sante).
110. Centrale Santé. Net Scoring ® : critères de qualité de l'information de santé sur l'Internet [Internet]. CHU de Rouen; Mis à jour en 2005. Disponible sur: <http://www.chu-rouen.fr/netscoring/>.
111. Zérafra J. L'INSERM et l'information biomédicale. Bulletin des bibliothèques de France (BBF).1972;(2):35-66. Disponible sur: <http://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-1972-02-0035-001>.
112. Pubmed [Site web]. Johns Hopkins University; 1966-2016. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=PubMed>.
113. Refdoc [Site web]; 2015. Disponible sur: <http://www.refdoc.fr/>.
114. Orphanet [Site web]; 1997. Disponible sur: <http://www.orpha.net/consor/cgi-bin/index.php?lng=FR>.
115. Banque de données de santé publique. [Site web]; Mise à jour en septembre 2016. Disponible sur: <http://www.bdsp.ehesp.fr/>.
116. Bloy G. L'incertitude en médecine générale : sources, formes et accommodements possibles. Sciences sociales et santé. 2008;26:67-91. In: Pellegrino E.D, Thomasma D.C. A Philosophical Basis of Medical Practice. New York: Oxford University Press; 1981.
117. Rogers C. La relation thérapeutique, les bases de son efficacité. Bulletin de

psychologie. 196 ;(17);p.12.

118. Groupe Pasteur Mutualité. La confiance à l'égard des professionnels de santé [Internet]; 2010. Disponible en ligne: <https://www.gpm.fr/le-groupe/communication/communiqués-de-presse/828-91-des-français-font-confiance-a-leur-medecin-generaliste-selon-le-barometre-groupe-pasteur-mutualite-l-la-confiance-a-legard-des-professionnels-de-sante-r.html>.
119. Silvestri C. Quelle est l'influence d'Internet sur la relation médecin-patient en médecine générale?. Thèse de Médecine, Bordeaux: Université de Bordeaux; 2015.
120. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer. Commissariat général au développement durable. Comité de la prévention et de la précaution. La décision publique face à l'incertitude. Clarifier les règles, améliorer les outils. Paris; 2010.
121. Fox C.R. L'incertitude médicale. Louvain-la-Neuve: CIACO éditeur (coll. Catalyses); 1988.
122. Van der Weijden T, Van Velsen M, Dinant G-J, Van Hasselt CM, Grol R. Unexplained complaints in general practice: prevalence, patients' expectations, and professionals' test-ordering behavior. *Med Decis Making*. 2003;23(3):226-231.
123. Bloy G. L'incertitude en médecine générale : sources, formes et accommodements possibles. *Sciences sociales et santé*. 2008;(26):67-91.
124. Pince M. Gestion de l'incertitude en médecine générale. Étude quantitative en Corrèze. Thèse de Médecine, Limoges: Université de Limoges; 2013.
125. Baszanger I. Socialisation professionnelle et contrôle social. Le cas des étudiants en médecine futurs généralistes. *Revue Française de Sociologie*. 1981;22:223-245.
126. Pham D, Boissel JP, Wolf P, Rigoli R, Cucherat M, Stagnara J. Médecins généralistes : de quelle information avons-nous besoin ? Une étude quantitative auprès des médecins adhérents à l'Unafarmec RA. *Médecine : de la médecine factuelle à nos pratiques*. 2008;4(8):369-375.
127. Ventelou B, Paraponaris A, Sebbah R, Aulagnier M, Protopopescu C, Gourheux J.C, Verger P. Un observatoire des pratiques en médecine générale : l'expérience menée en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur. *Revue française des affaires sociales*. 2005 ;1(1):127.
128. Lavignotte S. Jacques Ellul : une pensée critique de la technique. *Sciences en société*. 2012;(64):24-25.
129. Ellul J. La technique ou l'enjeu du siècle. Paris: Armand Colin, coll. "Sciences politiques"; 1954.
130. Souques M, Lambrozo J, Perrin A. SFRP. Les médecins généralistes et les champs électromagnétiques [Internet]. SFRP ;2011. Disponible sur:

<http://www.sfrp.asso.fr/medias/sfrp/documents/S1a-Souques.pdf>.

131. Ménard C, Léon C, Benmarhnia T. Médecins généralistes et santé environnement. Report N° 26 [Internet]. INPES; 2012. Disponible sur : <http://inpes.santepubliquefrance.fr/CFESBases/catalogue/pdf/1402.pdf>.
132. Cournarie L. Jalons pour la question de la croyance [Internet]. Revue numérique Philopsis; 2013. Disponible sur: <http://www.philopsis.fr/>.
133. Young M, Norman G, Humphreys K. Medicine in the Popular Press : the Influence of the Media on Perceptions of Disease. PloS ONE. 2008;3(10):e3552.
134. Léon E. Les pratiques de recherche documentaire des médecins généralistes : les freins et les difficultés pour l'accès à une information de qualité. Thèse de Médecine, Bordeaux: Université de Bordeaux; 2014.
135. Lebel H, Paquette R. 25 biais cognitifs qui nuisent à la pensée rationnelle [Internet]. Psychomedia; 1996-2015. Disponible en ligne: <http://www.psychomedia.qc.ca/psychologie/biais-cognitifs>.
136. Association canadienne de protection médicale. Biais cognitifs courants : guide des bonnes pratiques [Internet]. 2013. Disponible en ligne: [https://www.cmpa-acpm.ca/cmpapd04/docs/ela/goodpracticesguide/pages/human\\_factors/Cognitive\\_biases/pdf/hf\\_common\\_cognitive\\_biases-f.pdf](https://www.cmpa-acpm.ca/cmpapd04/docs/ela/goodpracticesguide/pages/human_factors/Cognitive_biases/pdf/hf_common_cognitive_biases-f.pdf).
137. Menard C, Girard D, Léon C, Beck F. Baromètre santé 2007 [Internet]. INPES; 2007. Disponible sur : <http://inpes.santepubliquefrance.fr/CFESBases/catalogue/pdf/1114.pdf>.
138. El Jammal MH, Rollinger F. Baromètre IRSN 2008 : la perception des risques et de la sécurité par les Français [Internet]. IRSN; 2008. Disponible sur: [http://www.irsn.fr/FR/IRSN/Publications/barometre/Documents/irsn\\_barometre\\_2008.pdf](http://www.irsn.fr/FR/IRSN/Publications/barometre/Documents/irsn_barometre_2008.pdf).
139. Perrin SC. Quels sites internet utilisent les médecins généralistes en consultation? Enquête de pratique auprès de 100 médecins généralistes libéraux installés en Gironde. Médecine humaine et pathologie. Thèse de Médecine, Bordeaux: Université de Bordeaux; 2016.
140. Léon E. Les pratiques de recherche documentaire des médecins généralistes : les freins et les difficultés pour l'accès à une information de qualité. Thèse de Médecine, Bordeaux : Université de Bordeaux; 2014. In: Houbart N. Internet et les médecins généralistes : évolution de 2002 à 2008 et perspectives. Thèse de Médecine, Toulouse: Université de Toulouse ; 2009.
141. Léon E. Les pratiques de recherche documentaire des médecins généralistes : les freins et les difficultés pour l'accès à une information de qualité. Thèse de Médecine, Bordeaux: Université de Bordeaux; 2014. In: Aïm J. Recherche sur Internet en situation de consultation en médecine générale. Ressources choisies et utilisées : les critères de choix. Étude qualitative réalisée par 3 focus groups auprès de médecins

généralistes. Thèse de Médecine, Lyon : Université de Lyon; 2011.

142. Sim MG, Kkong E, Jiwa M. Does general practice Google?. Aust Fam Physician. 2008;37(6):471-4.

143. ANSES [Site web]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr>.

## Annexes

Annexe 1 : effets biologiques des rayonnements électromagnétiques : grandeurs physiques caractérisant l'interaction onde / matière, en fonction de la fréquence

	Gamme de fréquences	Grandeurs physiques	Unités	Effets à l'origine des valeurs limites visant à prévenir les effets sanitaires	
	0 - 1 Hz	Induction magnétique pour les champs statiques (fréquence nulle)	T (tesla)	S t i m u l a t i o n  m u s c u l a i r e	Système cardiovasculaire / charges électriques de surface - induction de champ électrique dans les tissus en mouvement
		Densité de courants pour les champs variables dans le temps	A/m <sup>2</sup>		Système nerveux central
<b>R a d i o f r é q u e n c e s</b>	1 Hz - 100 kHz	Densité de courants	A/m <sup>2</sup>		Système nerveux
	100 kHz - 10 MHz	Densité de courant et débit d'absorption spécifique	A/m <sup>2</sup> W/kg		Système nerveux Stress thermique généralisé du corps Échauffement localisé
	10 MHz - 10 GHz	Débit d'absorption spécifique	W/kg	É c h a u f f e m e n t	Stress thermique généralisé du corps Échauffement localisé
	10 GHz - 300 GHz	Densité de puissance	W/m <sup>2</sup>		Tissus à la surface ou proches de la surface du corps
	300 GHz– Rayonnements ionisants	Énergie des photons	eV		Tissus à la surface ou proches de la surface du corps, réaction photochimique

A : ampère

T : tesla

W : watt

eV : électron-volt

Annexe 2 : Classification de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) des substances cancérogènes. (dernière mise à jour en février 2016)

Classe d'agents	Critères de détermination du degré d'indication de risque pour l'homme et pour l'animal de laboratoire : principes généraux et particuliers de classement de l'agent dans le groupe
Agent cancérogène pour l'homme ( <b>groupe 1</b> ) 118 agents	<b>Principe général</b> : Indications suffisantes de cancérogénicité pour l'homme. <b>Exception</b> : Indications pas tout à fait suffisantes pour l'homme associées à des indications suffisantes pour l'animal et à de fortes présomptions envers un mécanisme de cancérogénicité reconnu.
Agent probablement cancérogène pour l'homme ( <b>groupe 2A</b> )  79 agents	<b>Principe général</b> : Indications limitées de cancérogénicité chez l'homme et suffisantes chez l'animal. <b>Cas particulier</b> : Indications insuffisantes pour l'homme et suffisantes pour l'animal associés à de fortes présomptions pour une cancérogénèse selon un mécanisme identique chez l'homme. <b>Exceptions</b> : - Seule base des indications limitées de cancérogénicité pour l'homme. - Appartenance de l'agent à une catégorie d'agents dont un ou plusieurs membres ont été classés dans le groupe 1 ou 2A.
Agent peut-être cancérogène pour l'homme ( <b>groupe 2B</b> )  290 agents	<b>Principe général (2 formes)</b> : Indications limitées de cancérogénicité chez l'homme et insuffisantes chez l'animal. Forme 1 : Indications insuffisantes chez l'homme et suffisantes chez l'animal. Forme 2 : <b>Cas particuliers</b> : Indications insuffisantes pour l'homme et insuffisantes pour l'animal cependant corroborées par des données sur les mécanismes notamment. Seule base d'indications solides provenant de données sur les mécanismes.
Agent inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme ( <b>groupe 3</b> ) 501 agents	<b>Principe général</b> : Indications insuffisantes chez l'homme et insuffisantes ou limitées chez l'animal <b>Exception</b> : Indications insuffisantes pour l'homme et suffisantes chez l'animal associées à de fortes présomptions pour un mécanisme de cancérogénicité chez l'animal ne fonctionnant pas chez l'homme.
Agent n'est probablement pas cancérogène pour l'homme ( <b>groupe 4</b> ) 1 agent (caprolactam)	<b>Principe général</b> : Indications suggérant une absence de cancérogénicité chez l'homme et chez l'animal de laboratoire. <b>Cas particulier</b> : Indications insuffisantes pour l'homme associées à des indications suggérant une absence de cancérogénicité pour l'animal et fortement corroborées par des données mécanistiques et d'autres données pertinentes.

### Annexe 3 : le questionnaire

Bonjour. Ce questionnaire concerne les antennes-relais de téléphonie mobile et non les émissions liées aux téléphones mobiles eux-mêmes. Les autres types de rayonnements électromagnétiques sont abordés dans la question 6. Il s'adresse aux médecins généralistes libéraux installés ou non. Merci de votre participation.

**1- Quel est votre type d'exercice ?** Rural Urbain Semi-rural Remplaçant

**2- Dans quelle région exercez-vous?**

**3- Année d'installation? (si installé)**

**4- Sexe ?** Femme Homme

**5- Quel âge avez-vous ?**

- 20-29 ans 30-39 ans 40-49 ans 50-59 ans 60 ans et plus

**6- Depuis le début de votre exercice, avez-vous reçu des patients pour des plaintes qu'ils rattachaient aux ondes électromagnétiques en général ?**

- Non
- Oui, pour des symptômes
- Oui, pour des questions s'y rapportant
- Oui pour les deux

**7- Si vous avez répondu oui pour des symptômes, merci de préciser le nombre de patients :**

**8- Si vous avez répondu oui pour des questions, merci de préciser le nombre de patients :**

**9- Depuis le début de votre exercice, avez-vous reçu en consultation des patients pour des plaintes qu'ils rattachaient à une exposition à des antennes-relais ou pour un questionnement sur leurs dangers potentiels ?**

- Non
- Oui, pour des symptômes
- Oui, pour des questions s'y rapportant.
- Oui pour les deux

**10- Si vous avez répondu oui pour des symptômes, merci de préciser le nombre de patients :**

**11- Si vous avez répondu oui pour des questions, merci de préciser le nombre de patients :**

**12- Avez-vous déjà essayé de vous informer sur le sujet ?** Oui Non

**13- Que savez-vous de la dangerosité des antennes-relais ?**

- Oui, je pense qu'elles sont dangereuses.
- Non, je ne pense pas qu'elles représentent un danger.
- Je ne sais pas.

**14- Si vous avez répondu oui, quelle(s) source(s) avez-vous utilisé pour vous former ?**

**15- SI VOUS AVEZ REPONDU NON, pensez-vous que vous chercherez à vous informer sur le sujet suite à ce questionnaire ?**

- Oui
- Non

## Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque.



## RÉSUMÉ

**TITRE** Les médecins généralistes face aux questionnements suscités par les antennes-relais de téléphonie mobile.

### **INTRODUCTION**

Durant les dernières décennies, les télécommunications ont connu une forte expansion, qui s'est traduite entre autres par des implantation massives d'antennes-relais sur l'ensemble du territoire. Celles-ci semblent toujours cristalliser autour d'elles de nombreuses tensions, bien que la littérature disponible sur le sujet soit rassurante.

### **MATERIEL ET METHODE**

Une enquête transversale descriptive a été menée de janvier à mai 2016 parmi des médecins généralistes libéraux installés et remplaçants de différentes régions. Un questionnaire leur a été envoyé par courrier et par internet. L'objectif était d'évaluer les perceptions des médecins généralistes sur ce sujet, et vérifier leur adéquation avec les données scientifiques disponibles. La question de leur information a également été abordée.

### **RESULTATS**

297 réponses ont été incluses. 19,5% des interrogés pensent que les antennes-relais pourraient représenter un danger pour la population, 19,2% les estiment sans danger et 58,9% ont répondu qu'ils ne savaient pas. 36,4% des interrogés avaient déjà cherché à s'informer sur le sujet. 15,5% ont déjà été confrontés au moins une fois au problème en consultation.

### **CONCLUSION**

Il existe une inadéquation entre les données scientifiques disponibles et les représentations des médecins généralistes sur le sujet des antennes-relais, et ce malgré un intérêt pour le sujet et une volonté de s'informer.

**TITLE** General practionners face the questioning about mobile-phone relay masts.

### **INTRODUCTION**

In recent decades, telecommunications have quickly expanded, which, among others things, resulted in a massive implantation of relay masts on the whole territory. Although the available litterature on the subject is reassuring, those masts still center many tensions.

### **MATERIAL AND METHOD**

A descriptive cross-sectional survey was conducted from January to May 2016 among both installed and substitutes general practitioners from differents regions. A questionnaire was sent to them by mail and internet. The aim was to evaluate the general practitioners' perceptions of this topic, and their consistency with the available scientific data. The question of how informed they were was also discussed.

### **RESULTS**

297 responses were included. 19.5 % of respondents believed that the masts could represent a danger for the population, 19.2 % considered them safe and 58.9 % said they did not know. 36,4 % of respondents had already sought for information on the subject. 15,5 % met the problem at least once during a consultation.

### **CONCLUSION**

There is a mismatch between the available scientific data and the representations general practitioners have on the subject of masts, despite an interest in the subject and a willingness to learn.

**DISCIPLINE** : Médecine générale

**MOTS-CLES** : Antennes-relais ; médecins généralistes ; questionnements ; représentations ; information

Relay masts ; general practionners ; perceptions ; information

