

Éventuels dangers des ondes électromagnétiques des téléphones mobiles et antennes relais sur la santé humaine en RDC : Effets, Risques, Santé et Protection.

[Possible dangers of electromagnetic waves from cell phones and relay antennas on human health in DRC: Effects, Risks, Health and Protection].

¹Dr. YENDE RAPHAEL Grevisse, ²Dr. Sr TSHIELA NKUNA Marie-Alice, ³KUMANDE NTUMBA Louis, ⁴LOWEMBO A TSHOTSHO Albert, ⁵KADIATA ILUNGA Chris, ⁶BUKASA MUKENGESHAYI Jean-Claude.

¹Département d'Informatique de l'Université de Bas-Uélé (UNIBAS), Buta (RDC). Email : grevisse29@gmail.com.

²Département d'Informatique de l'Université Notre Dame du Kasayi (U.KA), Kananga, Kasai Central (RDC).

^{3,5,6}Département d'Informatique de l'Université de Kananga (UNIKAN), Kananga, Kasai Central (RDC).

⁴Département des Nouvelles Technologies et IT associé chez HCR/Kananga, Kananga, Kasai Central (RDC).

doi: <https://doi.org/10.37745/ejmer.2014/vol10n12645>

Published March 14, 2023

Citation : Yende R.G., Sr Tshiela N. M., Kumande N. L., Lowembo A T. A., Kadiata I.C. ; Bukasa J. (2023) Possible dangers of electromagnetic waves from cell phones and relay antennas on human health in DRC: Effects, Risks, Health and Protection, European Journal of Mechanical Engineering Research, 10 (1),26-45,

RESUME : Dorénavant avec les progrès technologiques du téléphone mobile de ces dernières années, il est plus aisé pour les individus de rester en contact partout et surtout n'importe quand. Cependant, Le développement rapide de l'utilisation des téléphones mobiles et la mise en place des antennes relais ; un peu partout sur le sol congolais ont suscité la crainte et les inquiétudes que cette technologie puisse avoir des effets néfastes sur la santé et représenter un réel danger pour tous ses utilisateurs. De ce fait, cette recherche s'intéresse aux conséquences auxquelles les téléphones mobiles nous exposent. Avec les différentes études effectuées partout dans le monde, les scientifiques sont plutôt perplexes et dans le doute, pourtant l'urgence s'impose, car actuellement dans le monde, il y a six milliards de « cobayes » involontaires qui utilisent quotidiennement leur téléphone mobile et certains y sont accrocs depuis une bonne dizaine d'années. Si les ondes électromagnétiques émises par les téléphones mobiles sont toxiques, il est évident que cela devrait être déjà dévoilé au public. C'est dans cette perspective, que la présente recherche s'inscrit quant à prévenir les éventuels risques que comportent ces nouvelles technologies sur l'évolution de la vie humaine ; en élucidant les dispositifs d'adaptation adéquats aux diverses applications des téléphones portables ; et Proposer des pistes des solutions pouvant réduire le taux de radiation sur la population congolaise, en particulier.

Mots-clés : eventuel, danger, utilisation, téléphone mobile, antennes relais, ondes électromagnétiques, effets, risques, santé humaine, protection, RDC, etc.

ABSTRACT: With the technological progress of cell phones in recent years, it is now easier for individuals to stay in touch anywhere and anytime. However, the rapid development of the use of cell phones and the establishment of relay antennas; a little everywhere on the Congolese soil have raised fears and concerns that this technology may have adverse effects on health and represent a real danger for all its users. Therefore, this research focuses on the consequences to which cell phones expose us. With the various studies conducted around the world, scientists are rather perplexed and in doubt, yet the urgency is required, because currently in the world, there are six billion unwitting "guinea pigs" who use their cell phone daily and some are addicted

to it for a good ten years. If the electromagnetic waves emitted by cell phones are toxic, it is obvious that this should already be revealed to the public. It is in this perspective, that the present research is registered as to prevent the possible risks that these new technologies involve on the evolution of the human life; by elucidating the devices of adaptation adequate to the various applications of the cell phones; and to propose tracks of the solutions being able to reduce the rate of radiation on the Congolese population, in particular.

KEYWORDS: eventual, danger, use, mobile phone, relay antennas, electromagnetic waves, effects, risks, human health, protection, DRC

INTRODUCTION

Avec l'évolution actuelle des technologies de l'information et de la communication, tout le monde voudrait utiliser un téléphone pour essayer de soulager des tâches fastidieuses. Cependant l'utilisation du Téléphone portable a essayé de répondre à certaines questions d'ordre capital dans les pays en voie de développement, en particulier en République démocratique du Congo qui démontrent une difficulté importante, du point de vue santé, malgré que cela reste encore une inquiétude dissimulée. C'est dans cette optique même, que la présente recherche s'inscrit afin de tenter d'illustrer l'importance de l'usage du téléphone portable ainsi que ses effets néfastes sur la santé de l'utilisateur congolais. (...) Notons qu'à l'heure actuelle, l'usage du téléphone mobile a impacté tous les secteurs de la recherche, de l'économie, du social, de l'éducation, et pour ne citer que cela. Ce dernier contribue intensément à la création d'une nouvelle société et ainsi améliorer les méthodes traditionnelles de l'information et de la communication. L'usage du mobile cellulaire dans la vie fréquente est une prédisposition qui semble maintenant irréversible. Aujourd'hui, les téléphones mobiles proposent de nombreux mécanismes pouvant aider toutes les couches sociales chercheurs ou non à créer des aboutissements personnalisés. Depuis la fin du XXe siècle, le secteur de la téléphonie mobile a connu des profondes mutations et nous a conduit dans une nouvelle ère de communication avec un usage croissant des terminaux multifonctions beaucoup plus sophistiqués communément connu sous le nom de « *Smartphones* ». Serge Tisseron (*S. Tisseron, 2008*) va même jusqu'à dire que pour certains, et pas seulement pour les novices, « *la communauté virtuelle est d'ores et déjà plus importante que la famille ou les camarades de travail ou d'école. (...) Cette évolution bouleverse indubitablement l'identité sociale et les relations* ».

Pas plus loin qu'hier, le téléphone portable, aussi appelé « *téléphone mobile ou cellulaire* » n'existait et son apparition inopinée a bouleversé nos habitudes classiques en nous permettant de communiquer sans fil, partout et surtout n'importe quand ; Devenant ainsi, l'objet ubiquiste dans toute vie humaine et le premier moyen de communication dans le monde après la parole dite « *directe* ». En effet, d'après l'ARCEP¹, plus ou moins de la moitié de la population des pays en voie de développement l'ont déjà adoptés, soit près de 75% de la population. Le téléphone portable n'est pas à proprement parler une invention à part entière mais un objet né de l'association de deux technologies connues depuis les années 40, notamment « *la radiodiffusion et la télédiffusion* » : Le génie du *Dr Cooper* de la société Motorola qui se situe dans l'utilisation de ces technologies comme moyen de communication. Après 15 ans de recherche, ce dernier a sorti en 1983 le tout premier téléphone sans fil considéré comme l'ancêtre de nos outils de communication actuels appelé « *le Motorola Dyana* » Bien que d'un prix exorbitant (3.995 US\$) (*Magazine the News time, 2006*), ce premier modèle de 33 cm de long et de 793g avait été une véritable réussite commerciale de l'époque. Depuis, de nombreuses sociétés se sont lancées dans la téléphonie mobile telles Sony Ericsson, Nokia, Apple en sophistiquant un maximum de ces appareils, les rendant ainsi comparables à de petits ordinateurs de poche ; pourtant, il ne fait nul doute, qu'avant l'arrivée de cette dernière, les institutions étaient dépendantes des lignes fixes et des satellites pour pouvoir connecter leurs

¹ARCEP : Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes d'autorité administrative indépendante qui a pour mission de réguler la concurrence dans le secteur des communications électroniques et des postes.

agences, guichets automatiques, points de vente et autres appareils permettant de fournir des produits et services.

Depuis lors, les réseaux de connexion mobile ont permis d'obtenir une connectivité plus sûre et moins coûteuse. Cependant, le potentiel des communications par cette dernière dans la promotion de l'inclusion des entreprises est allé bien au-delà de l'utilisation de ces nouveaux moyens de communication. Son utilisation répandue a créé des nouveaux canaux de distribution, instruments et modèles d'affaires qui ont favorisés l'accès démesuré à l'information et à la communication des personnes traditionnellement exclue des autres secteurs formels. En 2009, il a été estimé que plus d'un milliard de personnes au sein des pays en développement ont été en possession de téléphones portables et à ses services formels. Ce nombre s'est accru de 54% en quelques années seulement. Le potentiel des téléphones mobiles pour promouvoir l'implication de la communication est largement reconnu. Cependant des incertitudes subsistent concernant l'environnement réglementaire et politique nécessaire au développement de son potentiel et aux implications de son succès.

Certes, La téléphonie mobile a permis aux opérateurs de participer à l'offre de certains services de la communication au sein de marchés variés, simultanément augmentant la compétition et soulevant des problématiques réglementaires. De même, La prolifération des modèles d'affaires, ses choix technologiques ainsi qu'un autre facteur très important communément connu sous le nom des « *antennes relais* »; s'ajoutent à la complexité de la problématique, Comme de la poule et de l'œuf, nous ne savons pas dire qui a commencé. L'un ne va pas sans l'autre, et nous ne sommes pas prêts à nous en passer.

Or, on a longtemps appréhendé que les téléphones portables ne soient nocifs à la santé humaine, nous savons maintenant que oui, du moins, le contraire n'est toujours pas démontré. Plusieurs milliers d'études les plus savantes ont été effectuées dans le monde entier, en laboratoire comme en site ouvert, pour détecter les effets éventuels des ondes sur le corps humain et rechercher un possible lien avec les maladies. Cependant, d'une part, Certaines recherches laisse à voir que ces ondes transmissent par les téléphones portables sont en quelque sorte du venin qui ralentissent avant de tuer. D'autre part, des interrogations subsistent en ce qui concerne les enfants dont le système nerveux est en cours de développement et la structure même de leur crâne plus fragile pourrait subir les effets des ondes différemment. Pour cette seule raison, les études continuent même si les causes des certaines maladies ne sont toujours pas démontrés.

Cependant, personne ne semble prendre en compte ces alertes. Des enfants plus jeunes chaque année, ont accès au téléphone portable, tout cela avec le consentement des parents et de la société. Chacun préfère se fier aux rapports optimistes publiés par d'autres savants, et une gigantesque polémique s'est installée ; Pourtant, nous avons déjà connu ce genre de situation dans le passé, et le futur a donné raison au principe de précaution : « *nous parlons de l'amiante et du tabac, pour ne citer que ces deux exemples* ». Ainsi, pour ne pas répéter les erreurs du passé, peut-être est-il bon de se pencher sérieusement sur ces exhortations, au nom du Principe de Précaution, et de la Santé Publique. C'est pourquoi durant cette recherche nous allons tenter de manière objective, de déterminer si les ondes électromagnétiques utilisées dans la communication cellulaires sont-elles néfastes et si les exhortations fournies en matière des communications cellulaires sont ou non censées, pour que le portable reste un outil utile et sans danger.

Les téléphones cellulaires ont fondamentalement transformé nos modes de vie. Ces nouveaux médias sont devenus une nécessité pour beaucoup d'entre nous, créant de nouveaux besoins et de nouvelles formes d'addictions. Si l'usage de ces derniers s'avère utile, certaines formes d'utilisation peuvent néanmoins se révéler problématiques. Les applications qui découlent de ces nouvelles technologies façonnent chaque jour davantage notre environnement et modifient en profondeur nos vies tant sociales que professionnelles. Des outils tels que les ordinateurs, les fours à microondes, les téléphones portables, les télévisions, les radiodiffusions, les imageries médicales, les antennes satellites, sont devenus indispensables à nos activités quotidiennes. Effectivement, les ondes électromagnétiques transmis par les téléphones portables sont désormais la source de très grandes inquiétudes pour la population congolaise de représenter un danger à long terme pour la santé.

Avec les pylônes de la téléphonie mobile implantées partout dans la société et qui sont des sources d'émission des micro-ondes, pollution que la population congolaise doit subir, qu'il le veuille ou non ; désormais avec la prolifération de ces appareils, chaque personne peut devenir lui aussi émetteur des micro-ondes. Le sujet est complexe et sensible et l'incertitude a donné naissance à de nombreuses idées reçues parfois fausses, parfois fondées ... A cette allure, Une réponse concrète à ces interrogatoires est difficile à obtenir. En effet, d'un côté, les associations opposées à l'usage des téléphones mobiles et aux ondes électromagnétiques transmises par ces derniers montent au créneau ne voulant pas voir subvenir un nouveau problème de santé publique mondiale, et de l'autre côté, les lobbys industriels défendent leurs intérêts. De ce fait, cette guerre fait que cette réponse reste floue et qu'il existe un doute sur l'impact des ondes électromagnétiques des téléphones cellulaires sur la santé humaine, d'autant plus que certaines conclusions scientifiques peuvent être galvaudées par un battage médiatique en manque d'exclusivités.

Alors la question est très souvent présente dans nos esprits. Les ondes électromagnétiques utilisées dans les communications des téléphones mobiles et des antennes relais sans fil, sont-ils sans risques sur la vie humaine et environnementale ?, C'est dans cette optique que s'inscrit notre étude scientifique afin d'apporter une réponse exclusive à la confusion et à des informations approximatifs qui circulent au sein de la population des pays en voie de développement, plus particulièrement, la population congolaise.

Pour pallier la problématique présentée ci-haut, L'angle d'approche de cette recherche Scientifique épouse la conception de *Joseph Schumpeter*, laquelle considère que toute explication d'un phénomène social commence avec l'individu car celui-ci est à la base de ce phénomène. Dans cette présente recherche, il s'agirait préférentiellement de trouver des explications aux différents usages du téléphone portable dans les pays en voie de développement, plus précisément, en République Démocratique du Congo et leurs éventuels dangers d'ondes électromagnétiques sur la population riveraine. Ces explications permettraient de comprendre ainsi le sens des choix opérés pour se protéger contre cette dernière, et cela mettrait en lumière des pratiques individuelles porteuses de significations fondamentales dans le maintien du lien social et économique.

La seconde approche compréhensive de cette recherche permettrait de saisir les motifs des actes individuels et d'exhumer la diversité des significations accordées. Cette recherche propose donc pour hypothèse une adaptation appropriée aux différentes pratiques des téléphones portables. Cependant, il ne s'agirait pas de se limiter à une description des divers modes d'adaptation mais de dépasser ces modes pour interroger les contraintes institutionnelles, culturelles et idéologiques à partir desquels s'inscriraient les divers usages.

L'objectif principal de cette recherche est double : d'une part mieux comprendre les conditions d'échange de ressources et leurs usages et, d'autre part, prévenir les éventuels dangers que comportent les nouvelles technologies sur l'évolution de la vie humaine. Plus spécifiquement : élucider les mécanismes d'adaptation appropriées aux diverses applications des téléphones portables ; et Proposer des pistes des solutions afin réduire le taux de radiation sur la population locale des pays en voie de développement, plus particulièrement la population congolaise.

Demarche Methodologique

Depuis une vingtaine d'années, moment où est apparu le téléphone cellulaire, les effets potentiels des ondes utilisées préoccupent les gens. Le sujet touche plusieurs groupes : les fabricants de téléphone, les opérateurs de réseaux téléphoniques avec leurs antennes de relais, les autorités de santé publique ainsi que les chercheurs et les scientifiques aux avis parfois divergents et souvent médiatisés. Alors qu'en est-il exactement? Pour y répondre, nous avons examiné les données expérimentales et épidémiologiques récentes mais cela n'a fait qu'augmenter notre confusion sur le sujet aussitôt nous avons décidé d'orienter notre vision sur les effets immédiats et réelles des ondes électromagnétiques que nous avons pu observer auprès de nos enquêtés et surtout la manière dont certains apprivoisent la nocivité des téléphones portables et des antennes relais dans leur environnement quotidien.

Nos enquêtes se sont déroulées sur le territoire de la République Démocratique du Congo². La collecte de données s'est faite sur base d'un questionnaire et les entretiens. Les questions ouvertes et fermées à choix multiples ont été retenues afin de permettre à l'enquêté de choisir parmi les réponses proposées celles qui se rapprochent le plus de sa propre opinion. Les réponses obtenues nous ont permis de faire une appréciation objective de l'étude et d'en tirer une conclusion, au moyen des trois principales méthodes notamment : l'historique, la systémique et la comparative. Compte tenu du grand nombre pour saisir toute la population cible, nous avons tiré un échantillon aléatoire de 260 utilisateurs de réseaux mobiles ; en raison de 5 utilisateurs par province sur toute l'étendue de la République Démocratique du Congo (RDC).

Des résultats obtenus auprès de ces derniers reflètent de manière plus ou moins satisfaisante ceux qui auraient pu être obtenus en interrogeant la totalité des utilisateurs dans les pays en voie de développement. En statistique, le concept de fréquence est assez facile à cerner. Pour notre cas, il s'agit ici de compter le nombre d'apparitions d'une réponse des enquêtés par rapport à la question. La réponse qui se répète le plus de fois possible s'avère occuper la première place et ainsi de suite. Les répondants à ce questionnaire ont été sélectionnés de manière aléatoire mais subdivisé en catégorie sociale distincte, à l'aide de la grille de Kish³ (YENDE R., 2017). L'univers de référence étant constituée des utilisateurs des téléphones portables en RDC, notre échantillon de 260 personnes s'est composé de 59% des hommes et 41% des femmes selon deux tranches d'âges. Tout ceci se résume dans le tableau 1 ci-dessous:

Tableau 1. Structure de l'échantillon par tranche d'âges et sexe

SEXE	18- 28 Ans	28 – 40 Ans	Global
Féminin	27 %	14%	41%
Masculin	35%	24%	59%
Total	62%	38%	100%

Source : nos enquêtes

APPROCHE SUR LES ONDES ELECTROMAGNETIQUES EMISES PAR DES TELEPHONES PORTABLES ET ANTENNES RELAIS.

Contexte d'études

Un téléphone portable (*téléphone mobile*, ou *téléphone cellulaire*) est un appareil électronique, normalement portatif, offrant une fonction de la *communication parlée et écrite* au moyen des *ondes électromagnétique* et inventé en avril 1973 (HARDELL et al, 2006) par Le docteur Martin Cooper, (directeur de la recherche et du développement chez Motorola), et commercialisé pour la première fois ; 10 ans plus tard, aux Etats-Unis : « *le Motorola DynaTac 8000* » (Nicolas Aguilla, 2008). Le monde de la téléphonie mobile est subdivisé en 2 grandes catégories : d'une part, les téléphones classiques « *ka-phone* » centrés essentiellement sur la *fonction de la communication parlée*, d'autre part, les *smartphones* « *les téléphones intelligents* », ou téléphones multifonctions, plus élaborés, offrant de nombreuses autres possibilités.

L'usage du téléphone mobile s'est progressivement démocratisé au fil des années et vers 2001, ce dernier s'est vu consacré une journée spéciale, appelé « *Journée Mondiale sans téléphone* », allant du 6 au 8 février de chaque année ; où tous ses utilisateurs doivent faire un recueillement et introspection sur son usage, une idée de l'écrivain français « *PHIL MARSO* ». Le téléphone portable est devenu de nos jours, l'objet omniprésent dans notre vie quotidienne et la place qu'il occupe aujourd'hui dans la société est si importante, que l'on peut s'interroger: Pourrait-on s'en passer ? Objet insignifiant, il paraît inconscient de lui faire confiance, et pourtant

²Un congolais sur trois possède un téléphone portable et le réseau d'antennes relais est immense, on ne compte pas moins de 23000 antennes relais sur le territoire congolais. Mais contrairement aux autres types d'ondes, celles utilisées dans ces nouvelles technologies n'ont pas encore livré tous leurs secrets sur un éventuel effet sur la santé.

³ Une procédure de sélection au hasard d'un individu parmi les individus éligibles d'un ménage appartenant à l'échantillon d'une enquête auprès des ménages, proposée par Leslie Kish.

qui est capable, de nos jours, de prouver que cet objet du quotidien n'a aucun effet néfaste ? ... effectivement, les téléphones portables sont sans aucun danger, cependant, les ondes électromagnétiques transmises par ces derniers s'avéraient représenter un danger à long terme pour la santé de ses utilisateurs.

A ce sujet, nous pouvons nous demander, c'est quoi en réalité les ondes électromagnétiques ? Par interprétation, Une onde électromagnétique (OEM) est l'association d'un champ électrique périodique sinusoïdal, E, et d'un champ magnétique B, sinusoïdal de même période, perpendiculaire en tous points (En Swahili, « WIMBI YA UMEME » qui peut être littéralement traduit comme « la Boule de feu »), pouvant être catégorisé en 2 parties notamment : *les ondes de la haute fréquence (les rayons x, les rayons gamma, les rayons ultraviolets etc.)* et *les ondes de la basse fréquence (dont les micro-ondes utilisées par les téléphones portables)* ... Les micro-ondes sont des vagues très courtes d'énergie électromagnétique qui voyagent à la vitesse de la lumière (3.108 m/s)... A l'heure actuelle, les micro-ondes sont utilisées pour transmettre à longue distance les signaux téléphoniques, les programmes de télévision, et des données informatiques d'un côté à l'autre de la terre ou vers un satellite dans l'espace. Mais les micro-ondes sont plus familièrement utilisées comme une source d'énergie pour faire cuire la nourriture. En terme plus simple, un four à micro-onde délabre (*détérioré*) et change la structure moléculaire de la nourriture par le processus de rayonnement.

Des études épidémiologiques des OEM

Les études spécifiques concernant les effets des champs électromagnétiques sur l'immunité humaine sont beaucoup plus rares (*en général sont plutôt mesurés par les conséquences « visibles »: fausses couches, leucémies, cancers*) et on peut signaler l'étude de *Boscolo* en 2001 qui étudie les riverains d'un émetteur radio-TV dont l'environnement électromagnétique est à $4,9 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ($4,3 \text{ V}/\text{m}$) et chez lesquels on a constaté une modification des lymphocytes sanguins avec diminution de l'activité cytotoxique, confirmant ainsi les études « *in vivo* » et « *in vitro* », ainsi que celles de *Bonhomme et al*, en 1998 montrant des modifications hématologiques lymphocytaires chez des travailleurs proches de transformateurs électriques.

Dans ce domaine d'affaiblissement de l'immunité, tous les paramètres sont réunis : explication des mécanismes, études « *in vivo* » et « *in vitro* », études sur l'homme et donc effets biologiques et effets sanitaires. Ces différents effets immunologiques apparaissent dès $0,5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ soit $1,3 \text{ V}/\text{m}$ (*fréquent chez les riverains d'antennes relais*) mais il faudrait en plus tenir compte d'un facteur de sécurité, du fait des variations individuelles et du facteur temps d'exposition. Les scientifiques demandent pour l'exposition résidentielle un facteur de 50 ce qui donnerait ici : $0,01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ soit $0,194 \text{ V}/\text{m}$ qu'il ne faudrait jamais dépasser. Si en 2000, il était encore possible de s'interroger sur les effets négatifs des micro-ondes pulsées de téléphonie mobile, aujourd'hui en 2018, c'est encore le cas, quoique certaines publications fassent état de l'existence d'effets non-thermiques. Durant l'année 2002, ces effets non thermiques se voient confirmés dans leurs mécanismes d'action ainsi que leurs effets biologiques sur les cellules éventuellement avec *génotoxicité* ou par action sur le cerveau ou sur l'immunité et également les effets sanitaires (*c'est-à-dire des maladies avérées*) par des études épidémiologiques.

Les pathologies dont l'augmentation en découle sont graves : leucémies infantiles, cancer, et soit plus légères: troubles du sommeil, dépression, migraines, fatigue. En janvier 2005, une association de médecins et de chercheurs finlandais dans une requête aux membres du Parlement Européen, nommé « *l'Appel d'Helsinki* »⁴, demande l'application du Principe de Précaution en matière d'ondes électromagnétiques et spécialement de fréquences radio et de micro-ondes. Ils réclament l'application de nouvelles normes de sécurité au sein de l'Union Européenne. Ils déplorent que les normes et recommandations actuelles en Europe ne tiennent pas compte des effets biologiques démontrés qui sont susceptibles de léser à court ou à long terme, les enfants ainsi que d'autres personnes à risques.

⁴Le décret français du 3 Mai 2002, l'Arrêté Royal belge du 29 Avril 2001 ainsi que l'Ordonnance suisse sur la protection contre le rayonnement non ionisant du 23 décembre 1999 (O.R.N.I.) ne concernent que les effets thermiques de ces champs électromagnétiques (p.15 du rapport français et p.14, 2.2 du document 302 du BUWAL-Suisse).

En juillet 2005, une lettre ouverte est adressée au Premier Ministre de Bavière E. Stoiber, afin de l'informer de troubles graves de la santé produits par les téléphones mobiles, les stations de base et les téléphones sans fil DECT, ainsi que les systèmes WI-FI et Bluetooth. Cette lettre appelée « *Appel de Bamberg* » émane de groupes de médecins bavarois qui ont constaté des altérations nettes de l'état de santé d'habitants de quartiers exposés à des antennes relais de téléphonie mobile. Ces constatations ont été corroborées par des mesures de champs électromagnétiques réalisées au domicile de ces personnes. Dans cette lettre figure un rapport circonstancié expliquant entre autres que les troubles cessent lorsque les personnes concernées changent de domicile ou font protéger leurs lieux de vie par des « *blindages* » métalliques.

Ces médecins demandent que des études officielles concernant l'impact des antennes relais de téléphonie mobile sur la santé des habitants proches soient réalisées sous les auspices du Ministère Fédéral Allemand de l'Environnement. Toujours en 2005, l'Association des Médecins Irlandais de l'Environnement (YENDE R., 2017) constate que de plus en plus de personnes en Irlande, se plaignent de symptômes clairement en relation avec l'exposition aux rayonnements électromagnétiques. Elle demande aux autorités que des réglementations beaucoup plus sévères soient appliquées quant à l'exposition du public aux micro-ondes émises par les antennes relais de téléphonie mobile. Ces effets non-thermiques apparaissent à des niveaux très bas de micro-ondes avec un effet dose/réponse (*proximité ou puissance des émetteurs /effets ou maladies*) ou spécifiquement temps d'exposition/effets; il est donc essentiel et urgent d'appliquer des distances/puissances de Sécurité aux antennes-relais afin que personne ne puisse séjourner dans le rayonnement direct de ces émetteurs à moins de 300 mètres ou alors à moins de 0,3 V/m en faisceau direct. En 2004, au vu des témoignages et des publications les plus récentes, il est urgent d'agir ; En ce qui concerne les téléphones mobiles, au vu des dernières publications, il est urgent d'informer l'ensemble des utilisateurs des précautions à prendre.

Champs électromagnétiques et santé

Parmi les effets sanitaires prouvés des champs électromagnétiques, la baisse de l'immunité prend une place prépondérante. En effet toute atteinte à l'immunité des individus est à la fois un effet biologique et un effet sanitaire (*Syndrome d'Immunodéficience*) dont les conséquences sont très nombreuses et variées avec principalement une moindre résistance aux infections mais également des conséquences plus graves, telles les fausses couches, ou prévisibles telles les maladies auto-immunes ou le développement de cancer. Contrairement à ce qui était envisagé, il y a quelques années, les mécanismes d'action des champs électromagnétiques ne font pas intervenir de rupture des liaisons chimiques.

Il est bien établi aujourd'hui que le mécanisme débute au niveau ionique des membranes cellulaires avec modifications des flux d'ions tels le calcium ce qui entraîne des changements électriques à l'intérieur des cellules et des modifications de l'expression des gènes, des quantités et des activités des protéines : protéine de choc thermique (*HSP*) chargée de la protection des cellules contre des multiplications anormales, mais aussi de nombreuses autres protéines parmi lesquelles ; on retrouvera les anticorps ou les protéines chargées des mécanismes de phagocytose (*c'est-à-dire de l'immunité non spécifique*). Concernant les mécanismes spécifiquement liés à la baisse de l'immunité, certaines publications montrent la complexité du sujet pouvant expliquer un certain retard dans les explications scientifiques ou la nécessité de ne pas oublier que l'être humain est complexe et qu'il ne faut donc pas avoir l'esprit trop rigide. Des études « *In Vitro* » sur les cellules ont montré depuis longtemps une action des champs électromagnétiques sur les lymphocytes⁵ avec diminution de la *cytotoxicité*⁶.

Ces travaux ont été confirmés par Belyaev et al. en 2002. Lyle et al, avaient déjà montré l'importance de la modulation sur les effets négatifs des champs électromagnétiques de la téléphonie mobile. Des études « *In Vivo* » : Lors d'études en laboratoire sur des animaux, l'importance de la modulation a été montrée également par Veyret B. en 1991 : les variations de la réponse anticorps sont fonction de la modulation. Travaux confirmés ensuite par Elekes et al, en 1996 à 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. D'autres études ont confirmé l'action des champs

⁵C'est la variété des globules blancs du sang qui jouent un rôle essentiel dans l'immunité de l'organisme.

⁶La cytotoxicité, c'est le fait qu'un organisme a un pouvoir destructeur envers les cellules.

électromagnétiques sur l'immunité non spécifique : Kolomytseva et al. En 2002 à $150 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. D'autres équipes ont montré ces mêmes actions et montré également l'importance du temps d'exposition à $150 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, à $2.75 \mu\text{T}$, à $0,5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ($1,3 \text{ V/m}$) (BONHOMME FAIVRE L et al, 1998). Ce paramètre de la durée du temps d'exposition explique, d'une part, certaines publications négatives et, d'autre part, prend toute son importance pour les riverains d'antennes relais exposés de façon chronique aux ondes. D'autres équipes ont confirmé les actions sur l'hématopoïèse en général (BUSLJETA I et al, 2001).

Tout conducteur électrique génère un champ électrique dans son voisinage s'il est sous tension. Lorsqu'il est le siège d'un courant électrique, ce conducteur génère alors également un champ magnétique. Lorsque ce courant est alternatif et que la fréquence d'alternance atteint une certaine valeur, le conducteur génère alors une onde ou rayonnement électromagnétique (EM), devenant ainsi une antenne émettrice. L'onde électromagnétique est constituée par la combinaison des champs électrique et magnétique dont l'alternance dans le temps assure l'induction mutuelle et la propagation dans l'espace. A ce jour, si l'on considère les intensités maximales de champs électromagnétique auxquelles la population générale est exposée de façon usuelle ou même occasionnelle, on doit retenir qu'à l'exception de certaines sources d'exposition dans les fréquences dites « *intermédiaires* », il existe peu de mécanisme d'interaction reconnu et validé avec la santé ou avec la physiologie humaine.

Néanmoins, en raison de l'omniprésence des champs électromagnétique et de la persistance de certaines incertitudes, les études scientifiques sont toujours en cours afin de mettre en évidence un éventuel impact de ces champs électromagnétique de faible intensité sur la santé ou sur le bien-être. La présente recherche fait le point sur les connaissances acquises et les constats effectués à ce jour tout en pointant les zones d'ombre persistantes. Une confusion est régulièrement faite entre les ondes ou rayonnements électromagnétique dont il est question ici et le rayonnement dit « *ionisant* ». Ce dernier recouvre les plus hautes fréquences du spectre électromagnétique (*rayons UV de haute fréquence, rayons X et gamma*). Il est caractérisé par sa haute énergie intrinsèque, dont découle précisément son caractère ionisant. Les effets délétères (*cancérogènes en particulier*) de l'ionisation des atomes et molécules existent dès les plus faibles intensités de ce rayonnement ionisant. Egalement, ces effets s'accumulent avec le temps, de sorte qu'une exposition prolongée à de faibles doses peut produire les mêmes effets qu'une exposition plus brève à de plus fortes doses.

En effet, de par leur fréquence (*inférieure à celle des infrarouges*), ceux-ci possèdent une énergie intrinsèque très insuffisante que pour causer la moindre ionisation. Pour ces champs électromagnétique, un seuil d'intensité existe en principe pour chaque type d'effet considéré et il n'y a pas assez d'impact cumulatif dans le temps pour l'exposition aux très faibles intensités, telles que les intensités moyennes auxquelles tout un chacun est exposé au quotidien dans un environnement urbain moderne, par exemple. A cela s'ajoute également les champs électromagnétiques dits « *statiques* » c'est-à-dire qui ne varient pas dans le temps. Ces champs existent à proximité de toute installation fonctionnant en courant continu. Le champ électrique statique ne pénètre que peu l'organisme. De plus, il est fort atténué par tout matériau interposé entre la source et le lieu d'exposition considéré. Egalement, sa distribution dans l'espace est très inhomogène, de sorte qu'il est très difficile et aléatoire de quantifier l'exposition moyenne des personnes et des populations. A l'inverse du champ électrique, le champ magnétique (*CM*) pénètre aisément l'organisme et n'est que peu ou pas perturbé ou atténué par les matériaux interposés. Sa distribution dans l'espace autour d'une source quelconque est donc assez homogène et prédictible. C'est donc essentiellement le champ magnétique qui a été retenu à ce jour dans les études qui se sont penchées sur la question de l'impact éventuel des champs électromagnétique statiques sur la santé.

A cet égard, des indications existent pour divers effets, essentiellement de type neurosensoriel, accessoirement d'ordre génétique, mais uniquement à partir d'intensités typiques de celles utilisées dans le cadre de la RMN. Il y a lieu ici de signaler que l'exposition au CM d'un appareil de RMN est toujours brève et est motivée par une décision médicale qui tient compte des avantages et inconvénients de toute procédure d'examen. Ainsi, en remplaçant bien souvent le scanner, la technique de la RMN a permis de diminuer fortement l'exposition médicale aux rayons X et l'accroissement du risque relatif de cancer qui lui est corrélé.

Les limites d'expositions aux ondes électromagnétiques.

Les normes actuelles dans certains pays occidentaux comme la France ; reposent sur le décret du 3 Mai 2002. Ces valeurs reprennent celles que l'ICNIRP (*Comité International de Protection contre les Radiations Non Ionisantes*) avait établies en ne considérant que sur les effets thermiques à partir d'expérimentation animales datant des années 1980-1990. A la valeur la plus basse ayant montré un effet, ils appliquent un facteur 10 pour les expositions occasionnelles (*travailleurs*) et de 50 pour les expositions résidentielles (*le grand public*). Les valeurs de l'ICNIRP protègent uniquement contre les effets de chauffage des champs électromagnétiques. Elles ont été reprises dans la recommandation du Conseil de l'Union Européenne du 12 juillet 1999 et dans le rapport Zmirou. Elles sont de $900 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (*1800 MHz*) ou de $450 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (*900 MHz*) et pour une exposition de six minutes. Elles s'appliquent très mal à l'utilisateur de portable et aux riverains d'antennes relais.

En Belgique, l'Arrêté Royal (*Aelvoet*) du 29 avril 2001 fixe à $29,1\text{V}/\text{m}$ soit $225 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (*1800 MHz*) et à $20,6 \text{V}/\text{m}$ soit $112 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (*900 MHz*) les normes d'exposition maximale aux antennes relais. En Suisse, l'Ordonnance sur la protection contre le rayonnement ionisant du 23 décembre 1999 fixe à $58,33 \text{V}/\text{m}$, soit $900 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (*pour 1800 MHz*) ou à $41,25 \text{V}/\text{m}$ soit $450 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (*pour 900 MHz*) l'exposition du public aux radiations de téléphonie mobile. Comme pour le décret français, ce sont les valeurs recommandées par l'ICNIRP qui ont été purement et simplement transcrites sous forme de loi l'Ordonnance sur la protection contre le rayonnement ionisant. Le Grand-duché de Luxembourg a dès le 19 décembre 2000, adopté une norme plus prudente (*bien qu'insuffisante*) de $3 \text{V}/\text{m}$ soit $2,38 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (*valeur d'émission applicable à toutes des fréquences*), ce qui est la Norme Européenne de Compatibilité Electromagnétique (89/336/CE) (*Norme de protection contre les interférences, applicable aux appareils électriques et électroniques*). Dans les lignes suivantes nous envisagerons identiquement, les limites d'exposition nécessaires au point de vue médical, c'est-à-dire pour éviter de voir apparaître des pathologies.

A partir des études de provocation sur l'homme montrant un effet sur l'EEG : Les études d'exposition sur l'homme ayant montré un effet visible sur l'EEG ou sur des résultats à des tâches cognitives ont été faites à des puissances fortes (*simulant l'utilisation du téléphone*) ou faibles (*que l'on retrouve avec les antennes-relais*). Ainsi les densités de puissance obtenues au niveau de la tête des utilisateurs vont de $2500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ pour les valeurs hautes étudiées à $20 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (*Mann et al*) et même $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ pour la valeur la plus basse ayant montré un effet (*Von Klitzing L.*). A la valeur la plus basse on applique un facteur de 50, comme dans le cas de l'ICNIRP, ce qui donne $0,02 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ soit $0,3\text{V}/\text{m}$ de valeur seuil à ne pas dépasser.

A partir des études épidémiologiques sur les champs électromagnétiques : Pathologies « légères »; En Suisse, des perturbations significatives du sommeil ont été observées à un niveau d'exposition très bas (*selon la 'norme d'insomniaques' considérée le seuil va de $1 \text{pW}/\text{cm}^2$ à $10\text{nW}/\text{cm}^2$*) (*ADLKOFER F., 2002*). Kolodynski et Kolodynska, montrèrent des affaiblissements physiques et intellectuels chez des enfants lorsqu'ils étaient exposés chroniquement dans leur école dans la plage de $0,01$ à $0,04 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. En France, le Prof. R. Santini montre des influences sur la fatigue jusqu'à un taux minimum de $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (*0,6 V/m*). Pathologies graves : Plusieurs études sur les lieux de travail ont découvert des accroissements significatifs de cancer (*LAHKOLA A, SALMINEN T, RAITANEN J, et al, 2008*). Des études résidentielles montrant des accroissements significatifs de cancer et de leucémies venant d'expositions aux RF/MW[13], incluent : seuil d'apparition : $0,2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, seuil d'apparition : $0,13 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (*DOLK et al, 1997*). Le Dr. Neil Cherry déduit : « *En conséquence, il y a un grand volume de preuves épidémiologiques qui montre des accroissements significatifs de cancers parmi les populations exposées aux fréquences radio de micro-ondes dont les expositions directes moyennes chroniques sont de moins que $0,1$ à $0,2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, et donc comprennent des expositions moyennes chroniques dans les plages de $0,015$ à $0,03 \mu\text{W}/\text{cm}^2$* ».

Boscolo en 2001, étudie les riverains d'un émetteur Radio-TV exposés à $4,9 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ et montre un affaiblissement de l'immunité. Les valeurs minimum entraînant des pathologies sont donc de $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, par rapport à des études épidémiologiques un facteur de sécurité de 10 suffit ce qui donne un seuil de $0,01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ soit $0,2 \text{V}/\text{m}$. Autres effets rapportés :Les travaux du Dr G. Salford sur la barrière sang-cerveau du rat ont montré des actions à une exposition de $0,0004 \text{W}/\text{kg}$ à $1 \text{mW}/\text{kg}$ soit 1 à $2,5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, (*$2,5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ également*

pour Persson et al.), ceux de Kwee sur le cycle cellulaire ont été obtenus à $0,05 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. La plus basse intensité de fréquences radio publiée qui a été étayée pour produire des fuites significatives de Ca^{2+} est $0,00015 \text{ W}/\text{kg}$ de Schwartz et al. Ceci correspond à une intensité d'exposition d'environ $0,08 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

Sur des souris, Magras et Xenos montrent que dans le groupe soumis à une exposition de basse puissance ($0,168 \mu\text{W}/\text{cm}^2$), il y eut infertilité après 5 générations ; diminution de la fertilité confirmée en 2000 à $5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ en un temps très court à $0,5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ montrent un affaiblissement de l'immunité (NOBUYUKI HAMADA et al. 2014).

De nombreuses études confirmées rapportent des actions sur les chromosomes (*cassures des brins d'ADN, augmentation des protéines de choc, altération de certains gènes*) sans toutefois préciser de valeurs seuils trouvent une action sur les ostéoblastes à $0,01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. La valeur minimale est donc ici de $0,01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. En résumé la valeur maximum d'exposition des riverains de station relais à appliquer est de $0,01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ soit $0,2 \text{ V}/\text{m}$ (AFSSET, 2004).

Tout niveau supérieur de champ électromagnétique (*lignes électriques, radars, émetteurs radio/TV, antennes relais de téléphonie mobile*) revient à accepter l'apparition de maladies. Cette valeur peut être obtenue soit par éloignement des antennes à plus de 300 m des habitations ou autres lieux de vie soit par diminution des puissances d'émission, soit les 2 simultanément. En 2002 il n'est plus possible de dire que les antennes-relais ne représentent pas de danger pour les populations voisines, les puissances des micro-ondes pulsées de la téléphonie mobile présentant des effets néfastes sur la santé sont largement de l'ordre de celles que les riverains de stations-relais reçoivent en permanence, les publications récentes montrant de plus qu'il y a une action plus importante lors d'exposition à long terme. A partir du moment où les effets non-thermiques ont été prouvés en 2002, il est évident que malgré leur « faible » puissance les antennes-relais représentent un danger. Le caractère pulsé et la présence d'ondes de basses fréquences (les 8 Hz et 217 Hz principalement) renforcent ce risque. Il n'est pas nécessaire de rappeler que des scientifiques demandent des valeurs équivalentes : Dr Neil Cherry ($0,01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$), Prof. R. Santini ($0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$), Dr Hyland ($0,01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$), la résolution de Salzbourg ($0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$), VonKlitzing ($0,01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$).

Ainsi, avec les connaissances scientifiques actuelles, cette technologie ne pourrait plus être mise en œuvre aujourd'hui, mais le problème réside dans le fait qu'elle existe. Avec des valeurs maximum d'exposition de $0,2\text{V}/\text{m}$ on peut éviter le développement d'un grand nombre de pathologies. Le monde médical doit le dire, à l'instar de ce que font les médecins et les scientifiques allemands de l'IGUMED, et c'est au monde politique d'approcher au plus près de ces valeurs, ce n'est pas à la population de payer le prix des incertitudes passées avec des $41 \text{ V}/\text{m}$ ou d'accepter $6 \text{ V}/\text{m}$ ou $3 \text{ V}/\text{m}$ qui ne représentent aujourd'hui rien d'autre qu'une concession au monde industriel. La sensibilité de fonctionnement d'un téléphone GSM correspondant à une densité de puissance de $0,0000024 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ($0,003\text{V}/\text{m}$); une norme plus restrictive ne remettrait donc pas en cause le fonctionnement des réseaux GSM.

Il sera peut-être difficile d'arriver à la valeur de $0,2\text{V}/\text{m}$, en particulier en ville, mais est-ce une raison pour que le monde technique n'avertisse pas le public des risques de façon à apprendre à s'en prémunir, à ne pas en rajouter ? (*téléphones sans fil DECT, systèmes de réseaux hertziens, systèmes d'alarmes, système WI-FI et Bluetooth, émissions des écrans vidéos...*). A quoi correspond le fait de se préoccuper du cancer et de sa prévention si en même temps, on impose à la population une technologie reconnue comme génotoxique, donc mutagène ? Le monde médical doit crier haut et fort la réalité.

Ces facteurs augmentant nettement les intensités de rayonnements reçues par les riverains d'antennes relais même si isolément les densités de puissance de chaque système évoluent vers le bas et/ou se dirigent vers un système n'appliquant pas la technologie TDMA. Dans la pratique, il est sans doute déjà trop tard pour revenir à une norme de $0,2 \text{ V}/\text{m}$, c'est à dire qu'il est impossible de prévoir un facteur de sécurité par rapport aux connaissances scientifiques actuelles indiquant l'apparition de pathologies à partir de $0,6 \text{ V}/\text{m}$. Il faudrait donc que cette valeur devienne la norme actuelle : $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ soit $0,6 \text{ V}/\text{m}$ pour l'ensemble du champ électromagnétique de la bande de fréquence 300 kHz à 3 GHz avec comme but à moyen terme de réduire encore ces taux d'exposition du public.

Au niveau des téléphones, il est évident que les valeurs limites ne sont pas du tout adaptées. Heureusement il existe la possibilité d'utiliser les « *kits piétons* » qui sans supprimer tout effet, diminuent au moins d'un facteur 10 du danger et le niveau de rayonnement autour de la tête (CHOU *et al*, 2000). Contrairement aux antennes, l'utilisation d'un téléphone portable est un choix personnel mais ce consentement doit obligatoirement être « *éclairé* » par des recommandations insistantes du milieu médical ainsi que des opérateurs eux-mêmes. Depuis plusieurs années, les compagnies d'assurances et de réassurances ne couvrent plus les risques liés aux champs électromagnétiques (*les risques nucléaires sont dans le même cas*). Ceci nous indique que contrairement aux politiques, les compagnies d'assurances tiennent compte des publications révélant le risque des champs électromagnétiques et prennent ces risques très au sérieux au point de ne plus les couvrir. Ceci signifie-t-il tout simplement que les compagnies d'assurances incitent les citoyens à prendre conscience du problème et à faire en sorte que l'on n'implante plus des antennes relais? Ce risque (*tout comme le risque nucléaire*) fait partie des exclusions de tous les contrats d'assurances (YENDE R, 2017).

Le citoyen congolais doit en prendre conscience. Comment les opérateurs de téléphonie mobile assurent-ils la couverture des conséquences éventuelles des risques électromagnétiques en responsabilité civile, vis-à-vis des tiers ; Il serait bon que les politiques informent les populations quant à l'existence réelle de contrats particuliers et de l'étendue de la valeur couverte. Tout ceci nous fait redouter que les décideurs politiques à tous les niveaux, engagent les états dont les citoyens leur ont confié la gestion dans une situation qui pourrait se solder dans le futur, par des catastrophes financières en cascades d'ampleur à peine imaginable (YENDE R, 2017).

RESULTATS

Méthodes de mesure de l'exposition aux OEM.

L'évaluation de l'exposition d'une personne aux radiofréquences repose sur l'estimation de la quantité d'énergie absorbée au final par l'organisme. Les méthodes pour évaluer cette exposition diffèrent si l'on considère des sources d'émission proches ou loin du corps. En effet, à distance de la source, les ondes électromagnétiques sont bien « *formées* » et des méthodes de modélisation ou de mesures des intensités des champs électrique ou magnétique peuvent être utilisées. En pratique, il suffit de ne mesurer qu'une de ces grandeurs, généralement l'intensité du champ électrique. À partir de cette mesure, on peut déduire la densité de puissance, puis la quantité d'énergie absorbée par le corps.

En revanche, à proximité d'une source, la situation est plus complexe et il faut alors évaluer directement la quantité d'énergie absorbée, en d'autres termes le Débit d'absorption spécifique (DAS) (A. KAHN, 1996). Différentes approches peuvent être envisagées : une mesure globale de l'exposition à l'aide d'une sonde large bande (*il s'agit cependant d'une mesure assez peu précise*), ou une mesure sélective en fréquence qui permet d'évaluer le niveau d'exposition pour chaque type d'émetteur (*mais le matériel est très coûteux et plus complexe à utiliser*). Il existe aussi des équipements de mesure plus simples d'utilisation, tels que des « *exposimètres* » portables, qui permettent la mesure en temps réel et en continu du niveau d'exposition par type d'émetteur. L'utilisation d'appareils de mesures portables permet une meilleure évaluation de l'exposition individuelle, puisque ces appareils prennent en compte l'ensemble des micros environnements fréquentés durant la période de mesure.

Ces appareils sont toutefois susceptibles de manquer de précision, du fait notamment d'interactions entre l'appareil et le corps. De plus, il n'existe pas de protocole standardisé, ce qui pose la question de la comparabilité des résultats obtenus dans les différentes études. S'agissant des téléphones mobiles, la mesure du DAS (*Débit d'absorption spécifique*) est réalisée suivant des protocoles normalisés à l'échelle internationale qui tiennent compte de l'utilisation de l'appareil fonctionnant au maximum de sa puissance. En pratique, le DAS est mesuré par une sonde placée à l'intérieur d'un modèle de tête humaine (*fantôme*), le téléphone mobile étant placé au contact de la tête. Ces mesures sont avant tout utilisées pour vérifier la conformité des appareils à la réglementation. Les modélisations permettent notamment de prédire l'intensité du champ électrique ou magnétique en un point donné en prenant en compte les caractéristiques d'émission des antennes, ainsi que les obstacles à la propagation des ondes (*topographie, bâtiments...*). Des modèles

complexes ont ainsi été développés concernant les antennes-relais, mais ils nécessitent encore des validations (VIEL J, CARDIS E, et al, 2009).

Le DAS est un indice indiquant la quantité d'énergie véhiculée par les ondes radiofréquences reçues par l'utilisateur d'un *téléphone portable*, lorsque cet appareil fonctionne à pleine puissance et dans les pires conditions d'utilisation. Son unité est *le watt par kilogramme*. Le DAS peut être mesuré pour tous les appareils utilisés à proximité du corps. Concernant les téléphones mobiles, ils sont très variables selon les modèles (*de 0,05 à 1,8 W/kg*). Une étude ayant mesuré les DAS liés à l'utilisation de 124 téléphones montre qu'ils sont tous inférieurs à la valeur réglementaire de 2W/kg et que l'utilisation d'un kit mains libres ou d'une oreillette Bluetooth permet de réduire l'exposition de la tête de l'utilisateur. Par ailleurs, la puissance émise par un téléphone mobile variant au cours d'une communication, le DAS indiqué par le constructeur est un DAS maximal. Des mesures montrent qu'en moyenne, la puissance à laquelle un utilisateur est exposé équivaut à 40 % du DAS constructeur dans le cas du GSM (FOUQUET L, et al, 2009).

Une étude évaluant l'exposition de 377 personnes représentatives de la population générale à l'aide de capteurs individuels a montré que la plupart des niveaux mesurés étaient très faibles (*inférieurs au seuil de détection*). Le niveau moyen total était de 0,201 V/m. Toutefois, l'exposition était plus importante en milieu urbain, durant la journée, chez les adultes et lors des déplacements. Les niveaux totaux mesurés à l'extérieur des bâtiments étaient supérieurs à ceux mesurés à l'intérieur. Les plus forts contributeurs étaient les radios FM, puis les fours à micro-ondes, les téléphones sans fil et les téléphones mobiles. Les expositions aux fours à micro-ondes étaient néanmoins susceptibles d'avoir eu lieu dans le cadre du milieu professionnel. Concernant le Wifi, les niveaux étaient distribués de manière uniforme entre l'extérieur et l'intérieur, ceci étant probablement lié au développement des accès au Wifi dans les lieux publics (AFSSET, 2009).

De la comparaison des téléphones portables selon leurs DAS et rayonnement.

Tableau 2. Les 10 Smartphones les plus populaires ayant le rayonnement le moins important

1	Samsung Galaxy S8+	0,26
2	Samsung Galaxy S8	0,315
3	Samsung Galaxy J5 (2017)	0,349
4	Samsung Galaxy A3 (2017)	0,349
5	Huawei P8 Lite	0,36
6	LG G6	0,393
7	Samsung Galaxy S7	0,406
8	Samsung Galaxy J5 (2016)	0,453
9	Samsung Galaxy J3 (2016)	0,477
10	Wiko U Feel	0,479

Source : Nos enquêtes.

Tableau 3. Les 10 Smartphones les plus populaires ayant le rayonnement le plus important

1	Honor 8	1,5
2	Apple iPhone 7	1,38
3	Apple iPhone 8	1,36
4	Apple iPhone 7 Plus	1,24
5	Honor 6X	1,23
6	Apple iPhone 8 Plus	0,99
7	Apple iPhone SE	0,72
8	Lenovo Moto G5	0,618
9	Honor 5x	0,56
10	Samsung Galaxy A5 (2017)	0,522

Source : Nos enquêtes.

Tableau 4. Les 10 Smartphones les plus populaires ayant le mauvais rayonnement sur marché

1	Huawei P8	1,720
2	Huawei Mate S	1,720
3	Motorola Moto Z2 Play	1,680
4	Huawei Mate 9	1,640
5	Alcatel One Touch Idol 3	1,631
6	Huawei Mate 7	1,540
7	Honor 8	1,5
8	Honor 8 Premium	1,5
9	WikoWim	1,49
10	Huawei P9 Plus	1,48

Source : Nos enquêtes.

Effets hypothétiques des ondes électromagnétiques sur la santé humaine

Lorsqu'une onde électromagnétique entre en contact avec la matière, plusieurs types d'interaction se produisent : réflexion, réfraction, diffraction, diffusion ou encore absorption. Ces interactions sont fonction du rapport entre la longueur d'onde et la taille de l'objet rencontré par le rayonnement, ainsi que des caractéristiques physiques de cet objet (*dimensions, forme, position, orientation, propriétés électriques*). La matière vivante, en raison de la structure des membranes cellulaires (*bicouche lipidique*), a la capacité de stocker de l'énergie et de la dissiper. Le corps absorbe ainsi environ 50 % de l'énergie de l'onde émise lors de l'utilisation d'un téléphone portable. Une exposition aux ondes électromagnétiques en termes d'effets biologiques se traduit par des courants induits et des échauffements localisés, naturellement régulés par l'organisme en dehors de situation d'exposition exceptionnelle. À ce titre, une exposition à un champ électromagnétique intense, par exemple à proximité de radars ou d'émetteurs radio de forte puissance, est en effet susceptible de provoquer de graves brûlures.

Quelques études ont utilisé les données provenant des opérateurs. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients. Le recueil d'informations auprès des utilisateurs a permis d'avoir des données plus détaillées, mais se heurte à un problème de mémorisation pour les expositions anciennes et à des risques de biais. En effet, des études semblent montrer que les « *gros* » utilisateurs de téléphones mobiles ont tendance à surestimer leur utilisation, de même que les personnes atteintes de tumeurs cérébrales, ces dernières surestimant d'autant plus leur utilisation qu'elle remonte à une période ancienne. Les données des opérateurs, quant à elles, peuvent être plus précises et objectives, mais aussi manquer de validité (ADLKOFER F., 2002). S'agissant des expositions liées spécifiquement aux ondes émises par les systèmes de type Wifi, aucune étude épidémiologique n'a été recensée.

En effet, pour ce type d'exposition, la mesure directe constituerait l'approche la plus pertinente, or la sensibilité des appareils de mesures s'avère insuffisante compte tenu de la faiblesse des niveaux rencontrés. En conclusion, si l'évaluation de l'exposition aux ondes électromagnétiques doit se faire de manière aussi précise que possible pour pouvoir étudier les potentiels effets sanitaires, elle est confrontée à de nombreuses limites. En dehors de la précision des niveaux estimés, des questions plus fondamentales se posent. Comment estimer une exposition globale à des ondes émises par des sources proches du corps d'une part et loin du corps d'autre part, qui plus se caractérisant par des fréquences différentes ? (YENDE R, 2017).

Par ailleurs, les ondes se propageant différemment selon les parties du corps, faut-il considérer une exposition corps entier ou bien cibler une partie du corps, ou encore certains tissus ?, Les ondes électromagnétiques de faible niveau sont moins bien connus. Encore appelés « *effets non thermiques* », ils sont susceptibles de répondre à d'autres mécanismes d'interaction avec la cellule. Les inquiétudes s'orientent vers différentes catégories d'affections : cancers, atteintes du système nerveux, troubles de la reproduction ou encore symptômes subjectifs réunis sous le terme « *hypersensibilité électromagnétique* ». Les mécanismes biologiques envisagés comme pouvant être à l'origine de ces effets sont les suivants : génération de radicaux

libres de l'oxygène, stress oxydant, *génotoxicité, cogénotoxicité, mutagénèse, apoptose*, atteintes des cellules du système immunitaire, atteintes de la barrière hématoencéphalique, sécrétion de mélatonine (SCENIHR, 2007).

À la fin des années 90, des travaux coordonnés dans 13 pays ont été initiés sous l'égide du Centre international de recherche sur le cancer (*étude interphone*). Ces études ciblent les tumeurs situées au niveau de la tête (*gliomes, méningiomes, tumeurs du nerf acoustique et de la glande parotide*), celle-ci étant plus particulièrement exposée aux ondes des téléphones mobiles. L'ensemble de ces travaux n'a pas permis de mettre en évidence des liens entre exposition aux ondes électromagnétiques liées à l'utilisation de téléphones mobiles et cancer (A. KAHN, 1996). Malgré la volonté d'harmoniser les protocoles de ces études, leur mise en œuvre est susceptible de différer. Ainsi parmi les résultats, une étude relevant un risque significatif se distingue (HARDELL L, et al, 2006), mais elle ne permet pas d'infléchir la conclusion actuelle quant aux liens entre exposition et cancer. Toutefois, l'existence d'un risque faible ne peut être écartée, compte tenu des limites des études épidémiologiques, ainsi, les recherches doivent être poursuivies. S'agissant des antennes-relais, les niveaux d'exposition attribuables sont beaucoup plus faibles que ceux liés à l'utilisation d'un téléphone mobile. Ainsi, les études épidémiologiques portant sur les antennes-relais sont rares.

Certes, elles sont aussi sujettes à caution du fait de biais méthodologiques importants, tant au niveau de la définition des populations d'études, de la prise en compte des éventuels facteurs de confusion que de l'estimation de l'exposition qui ne peut se déduire simplement de la distance à l'émetteur. Néanmoins, les résultats de ces travaux ne sont pas en faveur d'un risque accru des pathologies en lien avec une exposition aux ondes électromagnétiques émises par les antennes de téléphonie mobile. De même, l'épidémiologie se heurte à de nombreuses difficultés méthodologiques. Dans le cas de l'étude d'un effet potentiel d'une exposition aux radiofréquences, les résultats et leur interprétation sont notamment influencés par les aspects suivants :

- La sélection des témoins se traduit souvent par une sous-représentation des non-utilisateurs de téléphone mobile susceptible de minimiser les risques, l'erreur estimée est de l'ordre de 10 %.
- L'estimation de l'exposition peut être basée sur des approches différentes telles que détaillées dans les paragraphes précédents. Chacune présente ses limites, certaines étant susceptibles de biaiser les estimations.
- Les temps de latence d'apparition des pathologies peuvent aller jusqu'à 20 ans. Dans les études publiées actuellement, les plus longues fenêtres d'exposition sont de 10 ans et en moyenne de 4 ans (KUNDI M, 2009). Il est donc fort probable que l'apparition des tumeurs soit antérieure à l'utilisation des téléphones mobiles, hormis peut-être pour des tumeurs à croissance rapide telles que les gliomes et dans l'hypothèse où les ondes électromagnétiques agissent en tant que facteur de promotion, accélérant ainsi la survenue de la pathologie.
- La taille des échantillons limite la puissance des études, ainsi les risques les plus faibles ne peuvent pas être mis en évidence. En parallèle de ces travaux épidémiologiques, de nombreuses études expérimentales visant à expliciter les mécanismes biologiques susceptibles d'être impliqués ont été conduites.

Ainsi, à ce jour, même si des résultats isolés mettent en évidence certains effets biologiques, ces études ne permettent pas de démontrer de lien causal entre expositions aux ondes électromagnétiques et les diverses pathologies, tant du point de vue de l'induction (*ni effet mutagène, ni génotoxique*) que de la promotion de la pathologie (*absence d'effet cancérigène*). Par ailleurs, aucune altération du fonctionnement de la cellule (*expression génique, production de radicaux libres, apoptose, etc.*) n'a pu être reliée à une exposition aux ondes électromagnétiques qui, en dehors des effets thermiques, ne semble pas représenter un facteur de stress pour la cellule.

Le système nerveux, dont le cerveau constitue l'élément central, contrôle toutes les fonctions du corps humain. Une atteinte de ce système est susceptible d'entraîner toutes sortes de troubles. Suite à une exposition aux ondes électromagnétiques, certaines manifestations telles que modification de l'activité électrique du cerveau, troubles du sommeil ont pu être observées, mais les résultats des différentes études sont trop discordants pour conduire à un consensus, d'autant plus qu'aucune explication physiologique à ces phénomènes n'a pu être fournie (SCENIHR, 2007). Ainsi, il n'a pas pu être montré d'effet délétère d'une exposition aux ondes électromagnétiques, à des niveaux habituellement rencontrés, sur le système nerveux ou le fonctionnement cérébral général, ni en termes de cognition, ni de bien-être. Il a par ailleurs été envisagé qu'une exposition à ces ondes puisse entraîner une modification de la barrière hémato-encéphalique, qui constitue une protection indispensable pour le cerveau. Cependant, aucune preuve convaincante d'un effet des radiofréquences sur l'intégrité de cette barrière n'a pu être apportée (AFSSET, 2004). Les travaux menés sur ce sujet visent à identifier une potentielle altération de la reproduction ou du développement des individus à tout stade de la croissance jusqu'à l'âge adulte (*embryon, fœtus, nourrisson, enfants, adolescents*).

En effet, avant d'atteindre l'âge adulte, les organes ne sont pas encore matures et généralement plus sensibles aux agents toxiques. Les résultats de ces travaux, peu nombreux en l'occurrence, ne sont pas homogènes et ne permettent pas d'identifier un impact d'une exposition aux ondes électromagnétiques, aux niveaux habituellement rencontrés, sur la reproduction ou le développement (AFSSET, 2009). L'hypersensibilité électromagnétique qualifie les personnes sujettes à des symptômes subjectifs non spécifiques dont elles attribuent la cause à une exposition à des champs électromagnétiques. Cette définition fait office de critère de diagnostic alors qu'il n'existe pas de description précise des symptômes évoqués. Pour progresser dans la compréhension de ce phénomène, une standardisation des méthodes de diagnostic serait souhaitable. En effet, il peut s'agir d'irritations cutanées, de fatigue, de maux de tête, de douleurs ostéo-musculaires, de troubles de la mémoire, du sommeil, d'irritabilité, de difficultés de concentration ou encore de symptômes oculaires, de palpitations... Ces symptômes présentent une grande hétérogénéité, il en est de même des sources d'exposition incriminées: écrans (*TV, ordinateur*), téléphones sans fil, téléphones mobiles, antennes-relais, et pour ne citer que cela.

Principe de précaution contre les OEM

Le principe de précaution se veut un outil de gestion de l'incertitude en matière de risques. Son application découle de l'identification d'un risque plausible sur la base d'indices concluants. Si le principe de précaution donne plus de poids à la protection de la santé dans la balance des intérêts, la réponse doit être proportionnée en regard des autres considérations, qu'elles soient socio-économiques, politiques, techniques ou encore éthiques. Les mesures adoptées ont par ailleurs un caractère provisoire et peuvent être révisées en fonction de la progression des connaissances (NOBUYUKI HAMADA et al, 2014). Dans le cas des antennes-relais et des téléphones mobiles, ce principe ne s'applique pas car aucun indice ne rend plausible l'existence d'un risque. Or certaines décisions de justice sèment le trouble dans les esprits en faisant d'un risque sanitaire hypothétique et de l'angoisse qui en découle un préjudice, alliant ainsi le principe de précaution et la notion de trouble du voisinage. C'est en revanche le principe d'attention qu'appliquent les pouvoirs publics.

Les niveaux d'exposition acceptables pour la population générale constituent un enjeu important. Si les expertises ne mettent pas en exergue des raisons suffisantes pour réclamer la révision des valeurs limites d'exposition établies par les instances internationales, leur acceptabilité sociale s'est largement dégradée depuis quelques années (GIRARD J, LE BOULER S et FEVRIER C, 2009). Pour répondre aux inquiétudes de la population, certains États ont choisi d'appliquer des valeurs limites d'exposition plus strictes, sur tout leur territoire ou dans des lieux définis comme plus sensibles. D'autres mesures de gestion spécifiques visant à limiter les expositions, basées sur les connaissances scientifiques mais aussi sur d'autres critères (*inquiétude sociale, principe de précaution...*), ont également été adoptées par certaines collectivités. La valeur limite de 0,6 V/m est souvent citée, notamment par de nombreuses associations qui réclament sa généralisation. Si cette valeur a été proposée suite à une étude scientifique réalisée en 1996, elle n'a aucun fondement scientifique, les études ultérieures n'ayant pas confirmé les résultats obtenus.

Or ces disparités dans les seuils appliqués contribuent à alimenter la confusion et l'inquiétude de la population congolaise. Le sentiment d'abaisser les seuils pourrait ainsi provoquer une fuite en avant vers des réclamations toujours plus radicales. En effet, si l'intérêt de la concertation entre les différents acteurs et la prise en compte de l'ensemble de leurs préoccupations est indéniable, il s'avère aussi essentiel que les décisions prises soient clairement explicitées et la communication autour de ces décisions bien organisée. Par ailleurs, il convient de vérifier dans quelle mesure l'abaissement des seuils entraîneraient une diminution réelle de l'exposition. En effet, abaisser les seuils implique notamment une diminution des puissances émises par les antennes-relais, donc potentiellement une augmentation des puissances émises par les téléphones mobiles pour se connecter au réseau, d'où une augmentation de l'exposition de leurs utilisateurs.

CONTROVERSES VIS-A-VIS DES RESULTATS

La présence d'autres sources électromagnétiques dans l'environnement, les modifications par les opérateurs du nombre et des caractéristiques des antennes présentes sur un site, de même le niveau d'exposition des utilisateurs de téléphones portables est susceptible de varier avec la durée des communications, l'emploi ou non d'un kit « *mains libres* » qui éloigne le téléphone de la tête, l'âge de l'utilisateur (*plus grande sensibilité des enfants chez lesquels la pénétration des micro-ondes pulsées est plus importante que chez l'adulte*), les caractéristiques techniques de l'appareil utilisé, l'utilisation du portable en mauvaises conditions de transmission en sous-sol, par temps de pluie, de brouillard. Plusieurs arguments scientifiques peuvent être avancés pour justifier une application immédiate du principe de précaution à l'encontre des antennes relais de téléphonie mobile et du téléphone cellulaire et en particuliers :

1. L'exposition chronique aux micro-ondes est responsable d'effets biologiques - Le « syndrome des micro-ondes » ou « maladie des radiofréquences », a été décrit dès les années 1960. Une publication récente précise que cette pathologie est liée à l'exposition chronique à des hyperfréquences pulsées, semblables à celles générées par la technologie du téléphone cellulaire. Cette pathologie se caractérise par un *syndrome asthénique* (*fatigabilité, irritabilité, nausées, céphalées, anorexie, dépression*), un *syndrome dystonique cardiovasculaire* (bradycardie, tachycardie, hyper ou hypotension) et un *syndrome diencephalique* (sommolence, insomnie, difficultés de concentration), ainsi que le *dermographisme* (*allergies cutanées, eczéma, psoriasis*), des modifications de la formule sanguine, des perturbations de l'électroencéphalogramme et de la reproduction, une atteinte d'organes des sens et des tumeurs.
2. L'exposition à un téléphone cellulaire génère des effets biologiques - *Troubles non spécifiques rappelant le « syndrome des micro-ondes »*, Une enquête épidémiologique suédo-norvégienne de M. Sandström et coll., met en évidence une relation entre le nombre et la durée des appels téléphoniques et l'augmentation de plaintes telles que céphalées, fatigue, sensation de chaleur sur l'oreille ... Une enquête française conduite par R. Santini et coll., rapporte également une augmentation significative de la fréquence des plaintes exprimées lors de la communication (*picotements à l'oreille, sentiment d'inconfort, chaleur sur l'oreille*), en relation avec la durée (*supérieure à 2 min*) et le nombre d'appels par jour (*supérieurs à 2*). Cette étude souligne en outre, une plus grande sensibilité des femmes pour les perturbations du sommeil. D'autres effets des téléphones cellulaires ont été observés chez l'homme : Perturbations de l'activité électrique cérébrale, Modifications du sommeil et de la pression artérielle, Augmentation des céphalées,... Les champs électromagnétiques générés par les téléphones portables provoquent des ruptures de l'ADN et augmentent les aberrations chromosomiques dans certaines conditions d'énergie et de durée d'exposition (YENDE R, 2017). En 2003, une étude suédoise conduite sur 1617 patients met en évidence une augmentation significative du risque d'*astrocytome* chez les utilisateurs de téléphone analogique, digitale et sans fil (HARDELL L, et al, 2006). Au contraire, une étude allemande (KUNDI M, 2009) souligne pour les gliomes, une augmentation (*2,2 fois plus*) chez les seuls utilisateurs de téléphones portables après 10 ans d'utilisation.
3. Des effets biologiques sont rapportés par des riverains d'antennes relais de téléphonie mobile et d'émetteurs de radiotélévision, Pour les riverains d'antennes relais de téléphonie mobile : La première

étude parue est française. Publiée en 2001 par R. Santini dans une revue scientifique française (*La Presse Médicale*), elle porte sur 530 riverains d'antennes. Elle met en évidence par rapport au groupe référent (*personnes situées à plus de 300 m ou non exposées*), une augmentation significative de la fréquence de certaines plaintes jusqu'à une distance pouvant atteindre : 100 m pour l'irritabilité, la tendance dépressive, la perte de mémoire, les difficultés de concentration, les vertiges, 200 m pour les maux de tête, les perturbations du sommeil, le sentiment d'inconfort, les problèmes cutanés, 300m pour la fatigue. Les résultats obtenus montrent également une plus grande sensibilité des femmes et des sujets âgés de plus de 60 ans et soulignent une plus grande nocivité de la position face aux antennes.

4. En Allemagne, dans la ville de Naila, des médecins ont conduit une étude sur plus de 900 personnes dont 302 habitaient dans un périmètre de 400 mètres d'antennes relais. Ces médecins rapportent un doublement du risque de cancer dans le groupe des riverains proches des antennes, par rapport aux personnes les plus éloignées (CHOU et al, 2000).
5. Des enfants exposés à un relais de télévision ont une augmentation significative du risque de leucémies dans un rayon de 12 km. Des enfants exposés à un émetteur radio souffrent d'une baisse de la mémoire et de l'attention, d'une baisse des performances musculaires et d'une diminution des réflexes ; et des femmes exposées aux ondes d'un émetteur de radiotélévision présentent une baisse significative des défenses immunitaires.
6. Certains pays ont déjà adopté pour leur population des limites d'exposition inférieures à celles actuellement admises. L'Italie dans un décret de 1998, a adopté un seuil d'exposition de $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ($6,1 \text{ V}/\text{m}$) au lieu de 450 et $900 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ($41 \text{ et } 58 \text{ V}/\text{m}$) recommandés par les instances européennes pour les fréquences de 900 et 1800MHz respectivement. Le Grand-duché de Luxembourg a adopté en décembre 2000 un seuil d'exposition de $3 \text{ V}/\text{m}$. En Autriche, la Résolution de Salzbourg recommande $0,6 \text{ V}/\text{m}$.
7. La sensibilité aux hyperfréquences n'est pas la même pour tous. En 1995, l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) conclut suite à une étude épidémiologique au sein de l'armée de l'air française: « *Il existe indiscutablement une sensibilité individuelle à l'action des radiofréquences. Soumises à une même exposition, certaines personnes peuvent présenter des troubles cliniques, d'autres non* ». Selon l'International Radiation Protection Association (IRPA), cette sensibilité individuelle aux radiofréquences (*électro-sensibilité*) serait d'ordre génétique et également dépendante de l'âge et du sexe des personnes exposées.
8. Des extrêmement basses fréquences (ELF) sont présentes dans le signal de la téléphonie mobile. Les ELF ont des effets biologiques (*troubles du sommeil, effets dépressifs, perturbation de la glande pinéale et de la mélatonine, augmentation du risque cancérigène,...*) et ce pour des valeurs du champ magnétique ELF de l'ordre de 0,2 à 0,4micro Tesla ($2 \text{ à } 4 \text{ milliGauss}$). On peut rappeler que des extrêmement basses fréquences à un niveau de champ magnétique pouvant atteindre 18 milli Gauss ($1,8 \text{ microTesla}$), sont mises en évidence dans le signal généré par les téléphones cellulaires[30]
9. Finalement, Signalons l'affirmation de la nocivité des ondes électromagnétiques utilisées par les téléphones portables, selon le *Dr Henry Lai et Dr N. P. Singh de l'université de Washington à Seattle* (AHLBOM A et al, 2009), qui ont des graves effets et pourraient affecter le cerveau humain et d'autres parties du corps ; en favorisant ainsi, les *sympômes et les maladies ci-après* :

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maladie d'Alzheimer; ▪ les maux de têtes; ▪ les maux d'oreilles; ▪ les troubles de la vision ; ▪ Les règles douloureuses ; ▪ La perte de mémoire à court terme ; ▪ L'engourdissement (<i>demi-sommeil</i>) ; ▪ le picotement et les sensations de brûlure ; ▪ Les troubles du sommeil ; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les troubles respiratoires (Asthme, etc.) ; ▪ Les fatigues chroniques et des inquiétudes superflues ; ▪ Malformation de naissance ; ▪ Augmentation de tension artérielle; ▪ Cancer et tumeur du cerveau ; ▪ Stress chronique; ▪ Dépression; ▪ Diabètes;
---	--

- | | |
|--|---------------------------------------|
| ▪ Désorientation; | ▪ Symptômes Neurocognitif; |
| ▪ Epilepsie; | ▪ Engourdissement; |
| ▪ Disfonctionnement de la vue et de l'ouïe ; | ▪ Cancers de la gorge (thyroïde) ; |
| ▪ La Maladie cardiaque; | ▪ Interférences avec les pacemakers ; |
| ▪ Rein endommagé; | ▪ Douleurs généralisées ; |
| ▪ Leucémie et autres cancers du sang ; | ▪ Maladie de Parkinson ; |
| ▪ Réductions mélatonine; | ▪ Tumeurs des glandes Parotides ; |
| ▪ Perte de mémoire; | ▪ Vieillesse prématurée; |
| ▪ Méningites; | ▪ Altération du temps de réaction. |
| ▪ Scléroses en plaques; | |

Des recherches récentes ont mis en évidence la complexité de la relation entre le bruit mesuré et la nuisance éprouvée : non proportionnalité entre la proximité des sources et la gêne ressentie, effets sanitaires difficilement mesurables, lien fort avec la qualité de vie ressentie, poids de l'activité professionnelle. Depuis bientôt trente ans, les chercheurs constatent un vieillissement prématuré de l'audition des populations des pays développés. Ce phénomène est tout autant imputable au vieillissement physiologique qu'aux agressions sonores communes à nos sociétés.

CONCLUSION

Des millions de personnes utilisent un téléphone portable et plusieurs centaines de milliers d'antennes relais générant des micro-ondes (*hyperfréquences*) pulsées en extrêmement basses fréquences sur le sol congolais, permettent à ces téléphones de fonctionner. Alors que le discours officiel va dans le sens de l'absence de dangerosité de cette nouvelle technologie. C'est ainsi que la présente recherche a eu pour rôle d'exposer les arguments scientifiques qui soulignent au contraire, sa nocivité avérée pour la santé humaine. Le convoité de cette discussion était de vous présenter concrètement différents facteurs susceptibles de modifier le niveau d'exposition aux micro-ondes pulsées de populations riveraines de antennes relais et des téléphones portables, en particulier la distance de la source émettrice, le fait d'être ou non placé dans le lobe principal d'hyperfréquences situé en avant des antennes émettrices, la présence de « réémetteurs passifs » constitués de structures métalliques (*volets de fenêtres, portes de garages, rampes d'escaliers*), qui peuvent renforcer l'intensité du champ électrique micro-ondes au point de Mesure, les fluctuations dans les puissances émises par les antennes relais en fonction du nombre de communications téléphoniques traitées par celles-ci (SCHÜZ J., GRIGAT J.P. et al, 2001).

Il a été démontré que ces technologies mettent en péril la santé de la population congolaise et cela devrait être en toute connaissance de cause, le consentement éclairé de cette population. Comment accepter aujourd'hui que l'homme subisse des ondes modifiant l'activité de son cerveau, modifiant les phases de son sommeil sans qu'il puisse intervenir. Il est à noter également que beaucoup d'espoirs sont fondés sur une évolution future de ces technologies qui entraînerait une diminution des intensités de rayonnements subis. D'une part cela sous-entend qu'un certain nombre de personnes va être exposé en attendant ces évolutions, ce qui est inacceptable en matière de santé, et d'autre part cela ne tient pas compte de la multiplication simultanée de ces systèmes dans tous les pays ainsi que de la concurrence (*Orange, Tigo, Vodacom, Africel, Airtel, etc.*). Au regard de ce qui précède et afin de protéger les populations riveraines de antennes relais et les utilisateurs de téléphones cellulaires, il convient dès à présent, d'appliquer le principe de précaution et mettre en œuvre des mesures de radio protection décrites dans le livre de R. Santini dès 1998 et plus tard, adopté par l'OMS :

- Les adolescents de moins de 15 ans ne devraient pas avoir accès à un mobile. Cette règle élémentaire n'est pourtant pas ou peu respectée par les parents. L'adolescent est particulièrement vulnérable aux rayonnements électromagnétiques.
- Éviter tout contact d'un téléphone portable avec le ventre d'une femme enceinte. Là encore, il s'agit d'un conseil élémentaire relevant du bon sens, les cellules de l'embryon étant très sensibles aux rayonnements émis par le mobile.

- Éviter d’approcher le téléphone à moins de 20 cm d’un implant cardiaque ou autres implants métalliques.
- Lors de l’achat d’un nouveau portable, préférez un modèle dont la valeur de DAS est la plus faible possible, de préférence inférieure à 0,7 W/kg.
- Éviter de porter votre mobile à hauteur ou contre le cœur, l’aisselle, la hanche ou les parties génitales...
- Préférer l’utilisation d’un kit piéton filaire pour éloigner l’appareil de votre cerveau et de votre oreille. Mieux vaut utiliser une oreillette filaire plutôt qu’une oreillette sans fil qui dégage des ondes.
- Limiter le nombre et la durée des appels. En moyenne, pas plus de 6 appels par jour qui n’excéderont pas 3 minutes chacun. L’idéal est de respecter un temps moyen de 1 h 30 entre chaque appel.
- Téléphoner dans les conditions de réception maximum : Si vous passez un appel alors que vous captez mal le réseau, le DAS émis par le portable peut être multiplié par 2 voire 4.
- Évitez de téléphoner en vous déplaçant.
- Ne pas téléphoner en voiture ou dans toute autre infrastructure métallique. L’effet de « cage de Faraday » emprisonne et répercute les ondes émises par le portable.
- Pour éviter une exposition passive au rayonnement, éloignez-vous du public lorsque vous passez un appel.
- Ne jamais conserver un téléphone allumé ou en recharge à moins de 50 cm de votre tête durant la nuit.

Pour clore cette recherche, Nous suggérons à tous les utilisateurs congolais, une simple application du principe de précaution ci-dessus par des gestes banals du quotidien, à notre portée à tous, permettrait de nous prémunir en grande partie des risques potentiels liés au téléphone portable. Protéger les jeunes et la génération suivante est une priorité absolue, car exposer des enfants, toujours plus jeunes, si fragiles, à un objet dont nous savons si peu est simplement de l’inconscience. Chacun est maître de sa santé et chacun est libre d'agir ou non.

CONFLITS D’INTERETS

Les auteurs de la présente recherche scientifique ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

REFERENCES

- [1] A. KAHN, « *Société et révolution biologique* », INRA Éditions, 1996 ;
- [2] ADLKOFER F., « *Résumé sur les actions des EMF sur les cellules* », 2002 ;
- [3] AFSSET « *Téléphonie mobile et santé. Rapport du groupe d’experts* », 2004, 129 p.
- [4] AFSSET, « *Les radiofréquences - mise à jour de l’expertise* », 2009, 469p.
- [5] AHLBOM A et al; “*Epidemiologic evidence on mobile phones and tumor risk*”, *Epidemiology*, 2009;
- [6] BONHOMME FAIVRE L et al; “*Study of human neurovegetative and hematologic effects of environmental low-frequency produced by transformers*”; *Arch Environ Health* 1998;
- [7] BUSLJETA I et al; “*Hematopoeisis of Rat after Whole Body Radiofrequency and Radiation Biological Effects of EMFs meeting*” Rhodes Greece; EBEA 2001;
- [8] CHOU et al; “*Prevalence of Headache among Hand-Held Cellular Telephone Users in Singapore: a Community Study Environ*”; *Health Persp*, 2000
- [9] DOLK et al; “*Cancer Incidence near Radio and Television Transmitters in Great Britan: All High Power Transmitters*”; *J. Epidemiology* 1997;
- [10] FOUQUET L, et DESREUMAUX J. ; « *Représentativité du DAS constructeur dans l’exposition moyenne des utilisateurs de téléphones mobiles GSM/DCS* ». Paris : Télécom Paris Tech, octobre 2009.
- [11] GIRARD J, LE BOULER S et FEVRIER C ; « *Table ronde radiofréquence, santé, environnement* », Berlin, 2009.
- [12] HARDELL L, et al; “*Meta-analysis of long-term mobile phone use with brain tumours*”, *Int J Oncol*, 2006;
- [13] HOCKING, B ; « *Incidence de cancer et mortalité à proximité de tours de TV* » ; *Med J Australia* 1996 ;
- [14] IRPA; “*Guidelines on limits of exposure to radiofrequency electromagnetic fields in the frequency range from 100 KHz to 300 GHz*”, *Health Physics* 1988;

- [15] J. SCHÜZ et coll. “Cellular phones, cordless phones, and the risks of glioma and meningioma”, 2006.
- [16] KUNDI M, «The controversy about a possible relationship between mobile phone use and cancer », EHP, 2009;
- [17] LAHKOLA A, SALMINEN T, RAITANEN J, et al. “Meningioma and mobile phone use a collaborative case-control study in 5 North European countries”. Int J Epidemiol 2008.
- [18] LY ADAMA, « Risques biologiques et risques non biologiques : complexité des déterminants du cancer en Afrique, XXème », Marseille, 11-12 septembre 2014, p.22
- [19] Magazine the news time, New york, New technology evolution Article; 2006.
- [20] NICOLAS AGUILA, « Il était une fois, le téléphone portable », Tom's Guide, 2008
- [21] NOBUYUKI HAMADA and YUKI FUJIMICHI; “Classification of radiation effects for dose limitation purposes: history, current situation and future prospects”; J Radiat Res. 2014.
- [22] OMS, « Instauration d'un dialogue sur les risques dus aux champs électromagnétiques ». 2004. 42 p.
- [23] PICARD D. ; « Comparaison de l'exposition de la tête de l'utilisateur d'un téléphone mobile avec et sans kit mains libres filaires ou oreillette Bluetooth. » ; Paris : Télécom Paris Tech, octobre 2009.
- [24] R. GAUTIER, P. LE RUZ, D. OBERHAUSEN, R. SANTINI ; « Votre GSM votre santé on vous ment : Livre Blanc des incidences du téléphone mobile et des antennes relais sur la santé ». Editions Marco Pietteur. 2003. 141 pages.
- [25] R. SANTINI et coll. « Symptômes exprimés par des riverains d'antennes relais de téléphonie mobile », PM, 2001.
- [26] SCENIHR; “Possible effects of electromagnetic fields on human health” 2007. 64p.
- [27] SCHÜZ J., GRIGAT J.P., BRINKMANN K., MICHAELIS J., « Childhood acute leukaemia and residential 16.7 Hz magnetic fields in Germany». Br J Cancer, 2001
- [28] SERGE TISSERON. A.M, « Virtuel, mon amour. Penser, aimer, souffrir à l'ère des nouvelles technologies ». 2008
- [29] VIEL J, CARDIS E, et al. “Radiofrequency exposure in the French general population: band, time, location and activity variability”. Environ Int, 2009;
- [30] YENDE RAPHAEL Grevisse, « Des éventuels dangers des ondes électromagnétiques de la téléphonie mobile et des antennes relais sur la santé humaine dans les pays en voie de développement : Cas de RDC », Université du Commonwealth, 2017, 425pp. (Thèse de doctorat en Systèmes Informatiques / Télécoms).
- [31] YENDE R. Grevisse et al, « Divergence possible des processus de Data mining et Knowledge Discovery in Databases », European Journal of Natural and Social Sciences, EJNSS-NOVUS, 01(10), Janvier 2023
- [32] ZMIROU D, et al ; « Les téléphones mobiles, leurs stations de base et la santé. Etat des connaissances et recommandations ». 2001. 270 p.