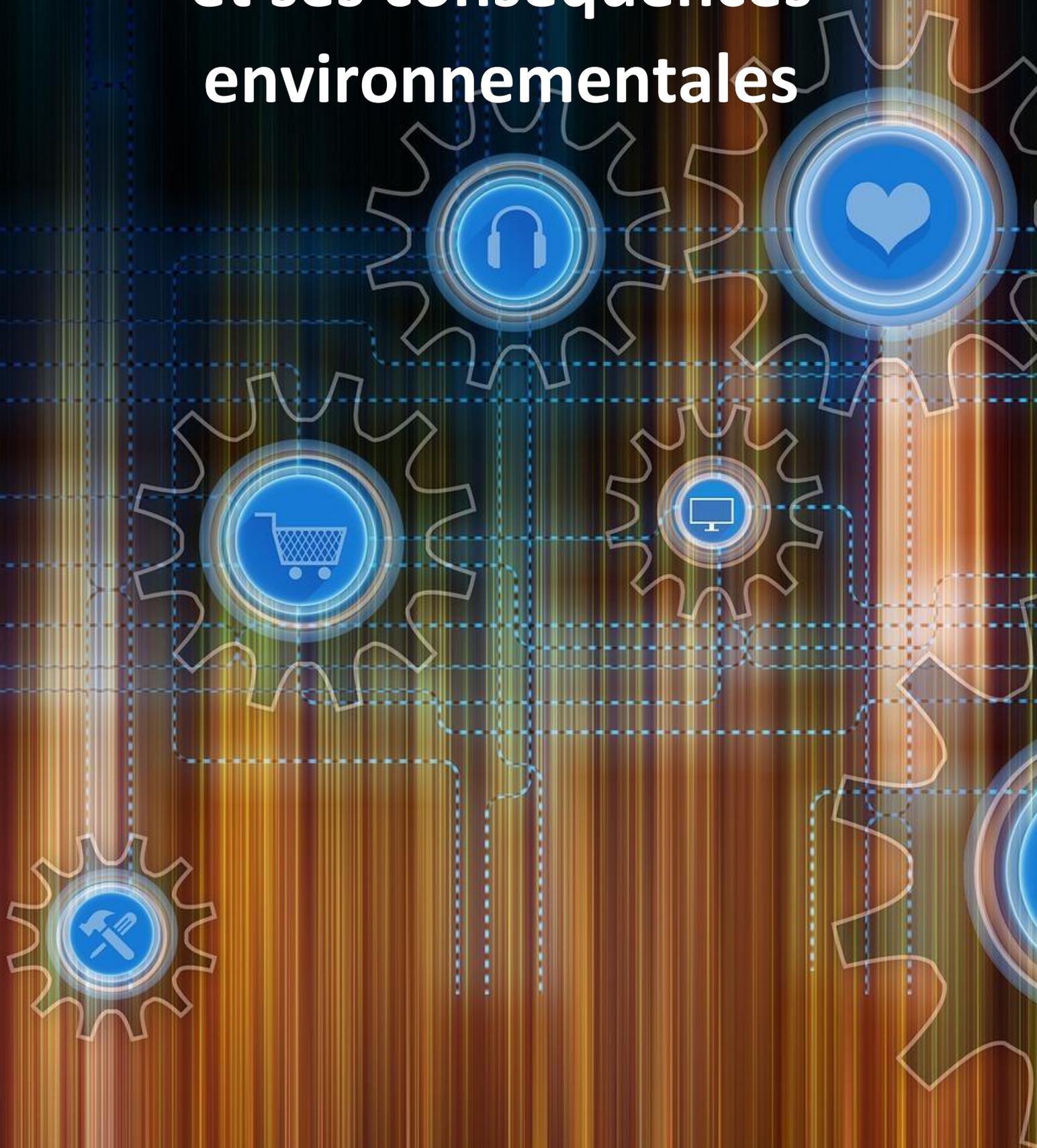


La 5G : son fonctionnement et ses conséquences environnementales





1/ La 5G, un enjeu technique et innovant.

La 5G permettra de simplifier et de faciliter la numérisation de la société, tout en gardant en ligne de mire de nouveaux objectifs difficilement réalisables avec la 4G tels que des villes connectées, des véhicules autonomes, etc... En définitive, elle permettra une connectivité des dispositifs centrés non plus sur les particuliers, mais aussi sur les professionnels tout en restant abordable et très efficace. De nouveaux secteurs pourront ainsi être repensés comme celui de l'énergie, de la santé, des médias, de l'industrie, du transport, etc. Il faut bien comprendre que la 5G n'est pas le simple prolongement de la 2G, 3G et 4G. Elle ne pourra tenir ces promesses que si les entreprises et les acteurs industriels s'en saisissent et inventent des usages innovants.

Ce qui différencie cette technologie de ses prédécesseurs c'est son efficacité et sa fiabilité. Cette transition vers la 5G apportera des débits perçus jusqu'à 10 fois supérieurs à celui de la 4G, ce qui aura pour conséquence une diminution du temps requis pour les échanges de données. La latence sera divisée par 10 pour permettre des communications ultra-fluides. La densité de connexion (nombre d'appareils pouvant se connecter simultanément sur le réseau) sera aussi multipliée par 10.

Quelques industriels privilégiés sont déjà amenés à expérimenter, innover et se saisir de cette nouvelle technologie prometteuse. Les échanges à la fois au sein de l'entreprise et avec l'extérieur se verront accélérés, plus sécurisés, plus fluides ou pourront être réalisés avec une consommation énergétique plus faible.

La 5G reste en cours de définition, ses fonctionnalités seront introduites de façon progressive et seront améliorées au fil des années.



2/ Le fonctionnement

Avant tout, il faut bien comprendre certains paramètres essentiels nécessaires au bon fonctionnement de ces technologies, comme le débit. Le débit peut vous être représenté comme des voitures circulant dans un tunnel. Si vous êtes le seul à circuler, vous pouvez aller au maximum de la vitesse autorisée. Cependant, si trop de voitures sont présentes par rapport à ce que peut accueillir ce tunnel vous aurez à faire face à des ralentissements ou même des embouteillages (saturation du réseau). Cette saturation représente le problème majeur des grandes villes dans la gestion du réseau et de la téléphonie.

Le premier objectif de la 5G sera la désaturation des réseaux de téléphonie mobile en zones denses, notamment grâce aux débits plus élevés qu'elle offre mais aussi par la largeur de sa bande passante (augmentation de la limitation de vitesse et de la taille du tunnel si on veut garder l'analogie). Elle sera, dans un premier temps, dépendante des infrastructures des anciennes générations de téléphonie mobile comme la 4G en 2021 pour se mettre en place dans un mode dit "non-stand alone" (ne fonctionnant pas sans support 4G) mais évoluera vers un mode dit "stand alone" dans les années 2023 pour assurer une efficacité plus importante.

Il y a actuellement 3 fréquences pensées et testées pour accueillir la 5G : 700 MHz (attribuée en 2015), 3,5 Ghz (attribuée en 2020) et 26 Ghz (non attribuées). Par attribué, nous voulons dire que ces fréquences appartiennent désormais au domaine public ou privé. Orange, par exemple, possède la bande 3710 - 3800 Mhz, avec cette possession viennent des engagements qui leurs sont imposés dont nous discuterons un peu plus loin.

Ces trois fréquences ont des avantages et des inconvénients qui leurs sont propres, plus les fréquences sont basses plus elles sont portantes et pénétrantes mais plus leur débit est faible. C'est le cas de la bande 700 MHz qui est actuellement majoritairement utilisée par la 4G. Il est donc important d'adapter les dispositifs en fonction du milieu dans lequel on se trouve pour obtenir le rendement le plus efficace possible. Un environnement avec de nombreux obstacles rendra difficile la mise en place d'un dispositif haute fréquence.

De nombreux paramètres peuvent jouer de manière significative sur le débit comme :

- Le milieu (rural ou urbain, réflexions sur les bâtiments par exemple)
- L'utilisation en intérieur ou en extérieur
- Votre vitesse de déplacement (effet Doppler)
- Interférences
- Signal en bande haute ou basse

Une des fonctionnalités les plus innovantes de la 5G est le "Network Slicing" qui permet au réseau d'adapter sa configuration (au niveau des indicateurs cités précédemment) dynamiquement par rapport à la demande. C'est à dire que même si vous vous trouvez dans une voiture en mouvement, le débit ne varie presque pas.



3/ L'attribution et le déploiement

Les premières autorisations d'expérimentation ont été délivrées en 2017 par l'Arcep (Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse). Par la suite, en 2018, l'Arcep a ouvert un guichet pilote 5G permettant de tester le déploiement grandeur nature. Une feuille de route a alors été rédigée par l'Etat, facilitant le développement et le déploiement de la 5G, incluant le programme de travail de l'Arcep. Parmi les instances publiques mobilisées, citons la Direction Générale des Entreprises (DGE), qui coordonne les chantiers de la feuille de route 5G, l'Agence Nationale des Fréquences (ANFR), qui travaille à l'identification et l'harmonisation des nouvelles bandes de fréquences 5G, accompagne le déploiement des antennes sur le territoire et veille au respect des valeurs limites d'exposition du public aux ondes; enfin, l'Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES), chargée de l'évaluation de l'impact sanitaire associé au déploiement de la 5G.

Nous allons désormais parler de la bande passante dite "3.5 GHz" qui correspond à l'intervalle 3.4 - 3.8 GHz. Les fréquences sont attribuées par l'Arcep en collaboration avec le gouvernement qui lance la procédure et détermine les prix de réserve. 310 MHz au total ont été distribués aux différents opérateurs (Orange, SFR, Bouygues Telecom, Free Mobile) dans la limite de 100 MHz par opérateur de manière à limiter tout potentiel monopole. Les transactions ont été effectuées en novembre 2020 pour un montant de 2 789 096 245 €.





1/ Impact

De nos jours, le numérique représenterait 3 à 4 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans le monde. L'ARCEP a publié, en 2019, un baromètre sur le numérique qui révèle que la population ne perçoit plus celui-ci comme une chance pour l'environnement : en effet 38 % de la population française pense que le numérique est une chance pour l'environnement contre 58 % une décennie plus tôt. Via des sensibilisations ayant comme sujet : l'impact du numérique sur l'environnement, nombreux sont les consommateurs prêts à modifier leurs pratiques pour changer les choses.

Avec l'expansion du numérique ainsi que du trafic qui y est lié, les enjeux de consommation énergétique deviennent de plus en plus perceptibles et sont désormais pris en compte lors de la définition de nouvelles normes. À usage constant, la 5G aurait une consommation d'énergie inférieure à celle de la 4G. Cependant, l'évolution des usages, qui va souvent de pair avec l'évolution technologique, pourrait remettre en question cette amélioration.

D'une part, elle pourrait amener une augmentation des émissions de GES des différents opérateurs puisqu'il a été estimé que l'amélioration de l'efficacité énergétique ne permettra pas à long terme de contrebalancer l'augmentation du trafic.

D'autre part, les évolutions des réseaux sont souvent suivies par des augmentations importantes des usages qui requièrent que les utilisateurs renouvellent leurs équipements pour en bénéficier, ce qui est susceptible d'avoir un effet important sur les émissions de GES.

De plus, par soucis d'économie les opérateurs pourraient préférer utiliser des technologies sans fils ou en complément de l'ADSL, pour diminuer le coût du développement, plutôt que de déployer l'accès très haut débit sur la fibre, ce qui entraînerait un coût énergétique plus élevé.

Ainsi, une amélioration technologique qui a pour objectif de permettre une réduction des émissions de GES, à usage constant, peut hypothétiquement produire une augmentation de ces émissions au niveau global.

Il apparaît d'une part que certains acteurs n'ont pas nécessairement intérêt à limiter les consommations électriques lorsque celle-ci ne leur est pas facturée, et d'autre part que la fragmentation de ceux (souvent les consommateurs) concernés par ces consommations induit un impact au niveau individuel négligeable alors qu'il représente au niveau global une part importante de la consommation énergétique du secteur.

Contrairement aux réseaux, la phase d'utilisation des appareils ne représente qu'une composante minoritaire de leurs émissions de GES, environ 20%. En effet, les impacts associés à la production de ces équipements sont particulièrement élevés et il n'existe pas de filière de recyclage réellement développée à ce stade.

À l'opposé d'autres produits de consommation courante, il est probable que le coût des terminaux ne soit pas piloté au premier ordre par celui des matières qui le constituent mais plutôt par les questions de recherche et développement technologiques ou de marketing. Or, les émissions de GES de ces appareils sont principalement dues aux étapes de production (énergie mobilisée pour l'extraction des matières premières, consommation électrique nécessaire à l'assemblage...) qui se déroulent essentiellement dans des zones géographiques où l'électricité peut être très carbonée (Il faut savoir qu'un produit, tel qu'un smartphone, a une durée de vie moyenne de 20 mois, ce qui peut expliquer la quantité de GES produite). Dès lors, pour un fabricant, les incitations à réduire les



émissions de GES pourraient être marginales, relativement au coût total du produit. Cependant, à la connaissance de l'ARCEP, il n'existe pas d'évaluation publique sur ce sujet.

Selon l'ARCEP, faute de documentations plus détaillées, il est impossible d'affirmer de façon précise pourquoi une telle répartition des GES, entre la phase d'utilisation et de fabrication des appareils, est possible.



2/ Les contres mesures

Plusieurs solutions sont néanmoins envisagées pour réduire les émissions de GES imputables aux appareils en dehors de leur utilisation : la réutilisation des terminaux et équipements permet d'allonger leur cycle de vie et peut s'inscrire dans une plus large démarche d'écoconception. Certains constructeurs réduisent les émissions de GES liées à la fabrication des équipements en recourant autant que possible à des énergies renouvelables et en les recyclant. D'autres misent sur la réparabilité des produits permettant de réduire la fréquence de renouvellement (Fairphone, Commown, Euler, Why, ARN FAI).

En 2020, l'ARCEP lance une plateforme de travail "pour un numérique soutenable", dont la première réunion s'est tenue le 9 juillet. Cette plateforme de travail a pour objectif : *l'enjeu environnemental dans l'évolution des réseaux de communication, des terminaux et des usages*. À la suite de la réunion du 9 juillet 2020 l'ARCEP a créé un programme détaillé des ateliers et discussions menés au second semestre 2020. Un rapport co-écrit avec les différents acteurs, qui se compose de 3 points, sera rendu public en fin d'année.

En avril de cette même année, l'ARCEP a déployé un outil de collecte d'information environnementale auprès des opérateurs télécoms. Parmi les informations collectées, nous retrouvons la quantité de GES produits par les principaux opérateurs de télécommunications sur leurs réseaux et sur la consommation électrique des box utilisés par leurs clients. L'objectif est de mieux comprendre les enjeux environnementaux dans ce secteur et d'informer les principaux acteurs sur l'impact de leurs usages. Une ébauche d'un baromètre environnemental sera intégrée au rapport publié en fin d'année.

La mesure de l'empreinte environnementale du numérique n'est pas encore satisfaisante, et les données nécessaires à l'analyse et à la prise de décision font défaut. Pour combler ce manque, en septembre 2020, le gouvernement a confié à l'ARCEP et l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie), une mission conjointe afin d'améliorer la production de données sur le sujet.



III/ Impact de la 5G et des ondes électromagnétiques sur la santé



1/ Impact

De nombreuses études sur les ondes ont été réalisées mais le comité d'experts spécialisés (CES) de l'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire) conclut, dans son rapport d'octobre 2009, de façon générale sur les effets sanitaires : « L'actualisation de cette expertise collective a reposé sur l'analyse d'un très grand nombre d'études, dont la majorité a été publiée au cours des cinq dernières années. La validité de ces études a été analysée et n'est pas toujours acquise. Les données issues de la recherche expérimentale disponibles n'indiquent pas d'effets sanitaires à court terme ni à long terme de l'exposition aux radiofréquences. Les données épidémiologiques n'indiquent pas non plus d'effets à court terme de l'exposition aux radiofréquences. Des interrogations demeurent pour les effets à long terme, même si aucun mécanisme biologique analysé ne plaide actuellement en faveur de cette hypothèse. », dans cette citation, on parle d'effets reliés à une utilisation normale des radiofréquences. Les différents secteurs concernés et/ou envisagés sont les suivants :

- **Cancérogénicité** : En 2011, le CIRC a classé les champs électromagnétiques radiofréquences comme « peut-être cancérogènes pour l'homme ». Ce classement a été établi à la suite de quelques études épidémiologiques, sur la base d'un risque accru de gliome (un type de cancer malin du cerveau) associé à l'utilisation de téléphone sans fil.

- **Troubles visuels** : Des personnes soumises à un champ magnétique variable (autour d'une fréquence de 20 Hz et au-dessus d'un seuil d'intensité de 2 à 3 millitesla) ressentent parfois des troubles visuels, caractérisés par la perception de taches lumineuses appelées magnétophosphènes.

- **Hyperthermie** : Lors de l'exposition à des champs hautes fréquences (supérieur à 100 kHz), l'énergie absorbée par les tissus biologiques peut entraîner une augmentation de la température du corps entier ou d'une région. Cependant, le corps humain est capable, jusqu'à un certain point, de lutter contre cet échauffement par la thermorégulation. L'exposition accidentelle à de fortes puissances peut entraîner des brûlures superficielles ou profondes.

- **Effet auditif** : Certaines personnes peuvent percevoir un effet auditif, spécifiques aux ondes pulsées hautes fréquences (de 0,3 à 6,5 GHz). Cette sensation est souvent décrite comme un « clic ».

- **Hypersensibilité électromagnétique** : Quel que soit le type de champ électromagnétique, certaines personnes se plaignent de symptômes non spécifiques tels qu'asthénie (faiblesse) physique ou musculaire voire douleurs musculaires, fatigue, pertes de mémoire ou apathie (perte d'intérêt) contrastant avec une irritabilité anormale, troubles du sommeil, maux de tête, vertiges, malaise... L'inquiétude vis-à-vis de ce risque peut elle-même induire des effets sans rapport avec le risque réel.

- **Effets sur les implants médicaux** : les implants passifs tels que les broches, les plaques, vis ou stent (support vasculaire) peuvent être parcourus par des courants induits à l'origine d'échauffement des tissus en contact avec l'implant. Les implants actifs comme les stimulateur cardiaques et défibrillateurs peuvent subir des dysfonctionnements électriques et/ou électroniques (déprogrammation, reprogrammation, arrêt ...)

- **Effets sur la grossesse** : Pour ce qui concerne les enfants à naître, il apparaît de façon générale que l'exposition aux champs électromagnétiques aux niveaux les plus fréquemment rencontrés ne semble pas accroître le risque de mauvais développement du système nerveux ou d'hyperthermie.



Il faut cependant toujours garder un aspect critique, car, certains des cas cités plus haut comme l'hypersensibilité électromagnétique et les effets auditifs sont grandement reliés à l'effet placebo que les personnes peuvent contracter à la connaissance de l'existence de la multitude d'ondes traversant leur corps à chaque instant.



2/ Contres mesures

Les contres mesures face aux potentiels dangers que pourrait engendrer la 5G sont effectuées par l'ANFR. Elle coordonne l'implantation sur le territoire national des stations radioélectriques de toute nature afin d'assurer la meilleure utilisation des sites disponibles et veille au respect des valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques. A cet effet, l'ANFR doit donner son accord pour l'implantation de sites, dans le cadre de la procédure de la Commission des sites et servitudes radioélectriques (COMSIS).

L'exposition du public aux rayonnements électromagnétiques est encadrée par plusieurs textes dont le décret n°2002-775 du 3 mai 2002 relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques et la circulaire du 16 octobre 2001, relative de façon plus générale à l'implantation des antennes relais de téléphonie mobile.

A la demande de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), une assemblée d'experts au sein de la Commission internationale de protection contre les radiations non ionisantes (ICNIRP) – a défini des valeurs limites d'exposition aux champs électromagnétiques qui ont été reprises par la Commission européenne dans la recommandation européenne 99/519. Ces valeurs limites ne sont pas spécifiques à la téléphonie mobile et concernent, de façon générale, tout équipement émetteur radioélectrique (télévision, radiodiffusion, wifi, etc...).

En France, les autorités sanitaires (Direction générale de la santé) ont transposé ces valeurs limites, qui s'appliquent à tous les émetteurs radioélectriques, y compris ceux de radiodiffusion et de télévision. Pour la téléphonie mobile, il en résulte une limitation des niveaux des champs électromagnétiques créés par les émissions des stations de base à 39 V/m (à 800 MHz), 41 V/m (à 900 MHz), 58 V/m (à 1800 MHz) et 61 V/m au-delà de 2 GHz, et des valeurs de débit d'absorption spécifique (DAS) des téléphones mobiles à 0,08 W/kg pour le DAS moyenné sur l'ensemble du corps et 2 W/kg pour le DAS localisé dans la tête et le front.

Si l'on souhaite rester dans un mode de fonctionnement 4G, l'exposition du public aux ondes devra être augmentée pour répondre à la demande croissante en connectivité mobile en zone dense : +70% par rapport à la situation actuelle. La 5G permettra d'éviter cette estimation en passant à un mode de fonctionnement plus efficace et propre.

Même si l'on prend en compte les cas théoriques maximalistes concernant les niveaux d'exposition du public, les chiffres restent 10 fois inférieurs aux valeurs limite fixées à 36 V/m pour la 4G et 61 V/m pour la 5G. A titre de comparaison, les niveaux d'exposition moyens pour la 4G (700MHz) sont, quant à eux, évalués à 2,30 V/m en extérieur et 1,30 V/m en intérieur.

L'augmentation de l'exposition en bande 3,5 GHz dû à la 5G resterait modérée, du fait des antennes à faisceaux orientables : la contribution moyenne de la 5G 3,5 GHz ressort ainsi à 1,36 V/m en extérieur et à 0,76 V/m en intérieur ; en outre, alors que la bande 3,5 GHz accroîtra la dotation en fréquences



des opérateurs d'environ 50 %, elle ne contribuerait qu'à environ 30 % de l'exposition du scénario le plus défavorable.

Depuis le 1er janvier 2014, tout individu peut faire mesurer l'exposition aux ondes électromagnétiques aussi bien dans les locaux d'habitation que dans les lieux accessibles au public. Pour obtenir la mesure de son exposition aux ondes électromagnétiques, il faut remplir un formulaire (le [Cerfa n°15003*02](#)) de demande de mesure. Différents renseignements sont exigés, comme les coordonnées du demandeur ou le lieu à analyser.

Concernant la téléphonie mobile, la circulaire du 16 octobre 2001 relative à l'implantation des antennes relais de radiotéléphonie mentionne un périmètre de sécurité autour d'une antenne (rayon de 3 mètres autour de l'antenne). À l'intérieur de ce périmètre l'exposition dépasse les valeurs limites autorisées, celui-ci est donc matérialisé sur les sites afin d'éviter que quiconque, en dehors des professionnels amenés à travailler à proximité d'une antenne et informés des précautions nécessaires à prendre, ne s'approche à une distance inférieure de l'antenne.

Dans son rapport d'octobre 2009, d'une part l'ANSES met en évidence que « l'exposition aux radiofréquences que les antennes de stations de base de téléphonie mobile occasionnent est beaucoup plus faible que celle liée à l'usage du téléphone mobile » et, d'autre part, conclut sur le sujet des effets sur la santé humaine que « des interrogations demeurent pour les effets à long terme, même si aucun mécanisme biologique analysé ne plaide actuellement en faveur de cette hypothèse. » Pour cette raison, le comité d'experts spécialisés (CES) de l'ANSES souligne que la mise en œuvre de solutions destinées à limiter toute exposition évitable sont préconisées. Ces solutions disposant d'une mise en œuvre simple restent suffisantes aux vues de l'état des connaissances actuelles. Parmi celles-ci, on compte l'utilisation de « kits piétons » ainsi qu'un usage du téléphone dans des conditions optimales de réception (au moins 3 barrettes sur l'écran du téléphone). En effet, plus le niveau de réception est faible, plus le mobile augmente sa puissance d'émission pour atteindre une antenne éloignée.

