

Commission d'Études 2 Question 7

# Politiques, lignes directrices, réglementations et évaluations relatives à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences



Rapport final sur la Question 7/2 de l'UIT-D

**Politiques, lignes directrices,  
réglementations et évaluations  
relatives à l'exposition des  
personnes aux champs  
électromagnétiques  
radiofréquences**

Période d'études 2018-2021



## Politiques, lignes directrices, réglementations et évaluations relatives à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences: Rapport final sur la Question 7/2 de l'UIT-D pour la période d'études 2018-2021

ISBN 978-92-61-34222-7 (version électronique)

ISBN 978-92-61-34232-6 (version EPUB)

ISBN 978-92-61-34242-5 (version Mobi)

### © Union internationale des télécommunications, 2021

Union internationale des télécommunications, Place des Nations, CH-1211 Genève 20, Suisse

Certains droits réservés. La présente publication a été publiée sous une licence Creative Commons Attribution-Non-Commercial-Share Alike 3.0 IGO (CC BY-NC-SA 3.0 IGO).

Aux termes de cette licence, vous êtes autorisé(e)s à copier, redistribuer et adapter le contenu de la publication à des fins non commerciales, sous réserve de citer les travaux de manière appropriée, comme indiqué ci-dessous. Dans le cadre de toute utilisation de cette publication, il ne doit, en aucun cas, être suggéré que l'UIT cautionne une organisation, un produit ou un service donnés.

L'utilisation non autorisée du nom ou du logo de l'UIT est proscrite. Si vous adaptez le contenu de la présente publication, vous devez publier vos travaux sous une licence Creative Commons analogue ou équivalente. Si vous effectuez une traduction de la présente publication, il convient d'associer l'avertissement ci-après à la traduction proposée: "La présente traduction n'a pas été effectuée par l'Union internationale des télécommunications (UIT). L'UIT n'est pas responsable du contenu ou de l'exactitude de cette traduction. Seule la version originale en anglais est authentique et a un caractère contraignant". Pour plus de renseignements, veuillez consulter l'adresse:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/>.

**Libellé proposé:** Politiques, lignes directrices, réglementations et évaluations relatives à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences: Rapport final sur la Question 7/2 de l'UIT-D pour la période d'études 2018-2021. Genève: Union internationale des télécommunications, 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

**Contenus provenant de tiers:** Si vous souhaitez réutiliser du contenu issu de cette publication qui est attribué à un tiers, tel que des tableaux, des figures ou des images, il vous appartient de déterminer si une autorisation est nécessaire à cette fin et d'obtenir ladite autorisation auprès du titulaire de droits d'auteur. Le risque de réclamations résultant d'une utilisation abusive de tout contenu de la publication appartenant à un tiers incombe uniquement à l'utilisateur.

**Clause générale de non-responsabilité:** Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part de l'UIT ou de son secrétariat, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Les références faites à certaines sociétés ou aux produits de certains fabricants n'impliquent pas que l'UIT approuve ou recommande ces sociétés ou ces produits de préférence à d'autres de nature similaire, mais dont il n'est pas fait mention. Sauf erreur ou omission, les noms des produits propriétaires sont reproduits avec une lettre majuscule initiale.

L'UIT a pris toutes les précautions raisonnables pour vérifier les informations contenues dans la présente publication. Cependant, le document publié est distribué sans garantie d'aucune sorte, ni expresse, ni implicite. Son interprétation et son utilisation relèvent de la responsabilité du lecteur. En aucun cas, l'UIT ne pourra être tenue pour responsable de quelque dommage que ce soit résultant de son utilisation.

**Crédits photos couverture:** Shutterstock

## Remerciements

Les commissions d'études du Secteur du développement des télécommunications de l'UIT (UIT-D) offrent un cadre neutre permettant à des experts issus du secteur public, du secteur privé, d'organisations de télécommunication et d'établissements universitaires du monde entier de se réunir, afin d'élaborer des outils pratiques et des ressources pour examiner les questions touchant au développement. À cette fin, les deux commissions d'études de l'UIT-D sont chargées d'élaborer des rapports, des lignes directrices et des recommandations sur la base des contributions soumises par les membres. La Conférence mondiale de développement des télécommunications (CMDT) décide de mettre à l'étude des Questions tous les quatre ans. Les membres de l'UIT, réunis à la CMDT-17 tenue à Buenos Aires en octobre 2017, ont décidé que pendant la période 2018-2021, la Commission d'études 2 serait chargée de l'étude de sept Questions, qui s'inscrivent dans le cadre général des "services et applications reposant sur les technologies de l'information et de la communication pour promouvoir le développement durable".

Le présent rapport a été élaboré au titre de la Question 7/2, intitulée **"Politiques, lignes directrices, réglementations et évaluations relatives à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences"**, sous la supervision et la coordination générales de l'équipe de direction de la Commission d'études 2 de l'UIT-D, dirigée par M. Ahmad Reza Sharafat (République islamique d'Iran), Président, secondé par les Vice-Présidents suivants: M. Nasser Al Marzouqi (Émirats arabes unis) (qui a démissionné en 2018); M. Abdelaziz Alzarooni (Émirats arabes unis); M. Filipe Miguel Antunes Batista (Portugal) (qui a démissionné en 2019); Mme Nora Abdalla Hassan Basher (Soudan); Mme Maria Bolshakova (Fédération de Russie); Mme Celina Delgado Castellón (Nicaragua); M. Yakov Gass (Fédération de Russie) (qui a démissionné en 2020); M. Ananda Raj Khanal (République du Népal); M. Roland Yaw Kudozia (Ghana); M. Tolibjon Oltinovich Mirzakulov (Ouzbékistan); Mme Alina Modan (Roumanie); M. Henry Chukwudumeme Nkemadu (Nigéria); Mme Ke Wang (Chine); et M. Dominique Würges (France).

Ce rapport a été rédigé sous la direction des Corapporteurs pour la Question 7/2, à savoir M. Haim Mazar (ATDI, France) (Chapitres 1, 2 et 3); M. Tongning Wu (Chine) (Chapitre 4); et Mme Dan Liu (Chine) (qui a démissionné en 2018), en collaboration avec les Vice-Rapporteurs suivants: Mme Aminata Niang Diagne (Sénégal) (Chapitre 7); M. Gregory Domond (Haïti) (Chapitre 5); M. R.M. Chaturvedi (Inde); et M. Enock Gothias (République centrafricaine), ainsi qu'avec les auteurs actifs de contributions suivants: M. Michael Milligan (Mobile & Wireless Forum) (Chapitre 6) et M. Jack Rowley (GSMA) (Résumé analytique).

Le présent rapport a été élaboré avec le concours des coordonnateurs du BDT, des éditeurs, ainsi que de l'équipe du Service de la production des publications et du secrétariat des Commissions d'études de l'UIT-D.

# Table des matières

Remerciements .....	iii
Liste des tableaux et figures .....	vii
<b>Résumé analytique.....</b>	<b>ix</b>
Abréviations et acronymes.....	xi
<b>Chapitre 1 - Introduction .....</b>	<b>1</b>
1.1 Considérations générales.....	1
1.2 Champ d'application du rapport.....	4
<b>Chapitre 2 - Activités de l'UIT .....</b>	<b>6</b>
2.1 Résolution 176 (Rév. Dubaï, 2018) de la Conférence de plénipotentiaires .....	6
2.2 Résolution 62 (Rév. Buenos Aires, 2017) de la CMDT.....	7
2.3 Résolution 72 de l'AMNT et produits attendus au titre de la Question 3/5 de l'UIT-T.....	7
<b>Chapitre 3 - Limites internationales actualisées d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences.....</b>	<b>8</b>
3.1 Considérations générales.....	8
3.2 Lignes directrices de la CIPRNI (éditions de 2010 et de 2020) en vigueur.....	9
3.2.1 Vue d'ensemble .....	9
3.2.2 Présentation détaillée des tableaux et des figures de l'édition de 2020 de la CIPRNI.....	10
3.3 Norme IEEE C95.1-2019 .....	19
3.3.1 Niveaux de référence: facteurs de sécurité applicables entre 100 kHz et 6 GHz; effets thermiques .....	19
3.3.2 Limites de référence dosimétrique et niveau de référence d'exposition .....	20
3.3.3 Comparaison et différences entre les lignes directrices de la CIPRNI (1998), la norme IEEE 95-1 (2019) et les lignes directrices de la CIPRNI (2020) .....	24
3.4 Autres références internationales.....	29
3.4.1 Recommandations de l'UIT-T et Suppléments pertinents de la série K.....	29
3.4.2 Rapport UIT-R SM.2452.....	30

3.4.3	Normes de la Commission électrotechnique internationale .....	30
3.4.4	Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).....	31
3.4.5	Résumé - bonnes pratiques, limites internationales d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences .....	32

## **Chapitre 4 - Politiques visant à limiter l'exposition aux champs radiofréquences .....33**

4.1	Lignes directrices relatives à la réglementation nationale .....	33
4.2	Pratiques nationales visant à assurer la conformité aux limites d'exposition.....	34
4.3	Incidences des IMT-2020 (5G) sur les champs électromagnétiques .....	36
4.4	Exposition à d'autres émetteurs de dispositifs à courte portée (WiFi et Bluetooth par exemple) .....	39

## **Chapitre 5 - Formulation de politiques nationales sur les limites d'exposition aux champs électromagnétiques .....40**

5.1	Cadre juridique .....	40
5.2	Élaboration de normes.....	41
5.3	Analyse des préoccupations liées à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences.....	41
5.4	Sensibilisation du public .....	42
5.5	Limites d'exposition dans les zones à proximité des écoles maternelles, des écoles et des hôpitaux .....	43
5.6	Évaluation de l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences autour des émetteurs .....	43
5.6.1	Calcul de l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences .....	44
5.6.2	Mesure de l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences .....	46
5.6.3	Présentation des résultats sur des sites web .....	47
5.6.4	Procédures d'évaluation simplifiées pour les sites des stations de base .....	47

## **Chapitre 6 - Exposition des personnes aux champs électromagnétiques produits par les stations de base et les combinés .....48**

6.1	Comparaison internationale des niveaux d'exposition aux rayonnements des stations de base .....	48
6.2	Niveaux d'exposition aux rayonnements des combinés .....	50
6.3	Mesures du DAS au niveau national.....	52
6.4	Exposition des enfants aux champs radioélectriques.....	52

<b>Chapitre 7 - Études de cas</b> .....	<b>56</b>
7.1 Contexte.....	56
7.2 Initiatives prises par différents pays.....	57
7.2.1 Cas du Burundi.....	57
7.2.2 Cas de la République centrafricaine .....	57
7.2.3 Cas du Sénégal .....	58
7.2.4 Cas de la Chine .....	59
7.3 Récapitulatif des bonnes pratiques .....	60
<b>Annexes</b> .....	<b>62</b>
Annex 1: List of contributions and liaison statements received on Question 7/2.....	62

## Liste des tableaux et figures

### Tableaux

Tableau 1 - (Tableau 1 de la CIPRNI) Grandeurs et unités SI correspondantes utilisées dans le présent Guide .....	10
Tableau 2 - (Tableau 5 de la CIPRNI) niveaux de référence pour l'exposition du <u>corps entier</u> , calculée en moyenne sur un intervalle de <u>30 minutes</u> .....	11
Tableau 2 - (Tableau 5 de la CIPRNI) niveaux de référence pour l'exposition du <u>corps entier</u> , calculée en moyenne sur un intervalle de <u>30 minutes</u> (suite).....	12
Tableau 3 - (Tableau 6 de la CIPRNI) niveaux de référence pour une exposition localisée, calculée en moyenne sur un intervalle de <u>6 minutes</u> .....	13
Tableau 4 - Les lignes directrices de la CIPRNI (2020) en bref - Restrictions de base .....	17
Tableau 5 - Norme C95.1-2019 (Tableau 5) - limites de référence dosimétrique, DRL (100 kHz - 6 GHz) .....	20
Tableau 6 - Norme C95.1-2019 (Tableau 6) - DRL (6 GHz - 300 GHz).....	20
Tableau 7 - Norme C95.1-2019 (Tableau 7) - Niveau d'exposition de référence, ERL (100 kHz - 300 GHz) .....	21
Tableau 8 - Norme C95.1-2019 (Tableau 8) - Niveaux ERL dans des environnements <u>restreints</u> (100 kHz - 300 GHz).....	23
Tableau 9 - Liste des bonnes pratiques.....	60

### Figures

Figure 1 - Taux d'abonnement à la téléphonie mobile cellulaire dans le monde .....	3
Figure 2 - Niveaux de référence moyens pour le <u>corps entier</u> en cas d' <u>exposition du public</u> , conformément aux lignes directrices de la CIPRNI (1998, 2010 et 2020).....	15
Figure 3 - Niveaux de référence de la CIPRNI (2020) applicables à l' <u>exposition du public</u> pour une exposition <u>localisée ≥6 min</u> .....	16
Figure 4 - Niveaux de référence moyens ( <u>corps entier</u> ) applicables à l'exposition <u>professionnelle</u> , conformément aux lignes directrices de la CIPRNI (1998, 2010 et 2020) .....	16
Figure 5 - niveaux de référence applicables à l'exposition <u>professionnelle</u> pour une exposition <u>localisée ≥6 min</u> , conformément aux lignes directrices de la CIPRNI (2020).....	17
Figure 6 - Tableau 5 des lignes directrices de la CIPRNI (2020) - Comparaison entre les valeurs de la <u>densité de puissance</u> pour l'exposition professionnelle et l'exposition du public, 30 MHz-300 GHz.....	18
Figure 7 - Tableau 5 des lignes directrices de la CIPRNI (2020) - Comparaison entre les <u>valeurs du champ</u> pour l'exposition professionnelle et l'exposition du public, 0,1 MHz-2 000 MHz, limité au-dessous de ≈7 MHz par les Tableaux 3 et 4 de la CIPRNI (2010).....	18
Figure 8 - Comparaison entre les niveaux d'exposition <u>publique</u> et les niveaux d'exposition <u>professionnelle</u> , Tableau 6 des lignes directrices de la CIPRNI (2020).....	19



Figure 9 - Norme C95.1-2019 (Figure 3) - Champs électromagnétiques et densité de puissance dans les environnements <u>non restreints</u> .....	22
Figure 10 - Norme C95.1-2019 (Figure 4) - champs électromagnétiques et densité de puissance dans les environnements <u>restreints</u> .....	24
Figure 11 - Comparaison entre les limites de référence (RL) de la CIPRNI et de l'IEEE pour l'exposition professionnelle .....	25
Figure 12 - Comparaison entre la norme IEEE C95.1 (2019) et les lignes directrices de la CIPRNI (2020) pour l'exposition du corps entier et l'exposition localisée .....	26
Figure 13 - Niveaux de référence de la CIPRNI (1998), de l'IEEE (2019) et de la CIPRNI (2020) pour l'exposition du public.....	27
Figure 14 - Illustration en trois dimensions de la zone d'exposition du grand public et des professionnels aux champs électromagnétiques radiofréquences autour d'émetteurs de télévision numérique .....	45
Figure 15 - Vue satellite en deux dimensions de l'exposition aux émetteurs cellulaires en fonction de la distance .....	46
Figure 16 - données issues d'études sur les champs électromagnétiques radiofréquences (20 pays) .....	49
Figure 17 - Résultats des mesures du champ en V/m pour les 98 sites à petites cellules mesurés .....	50

# Résumé analytique

Le présent rapport établi par le Secteur du développement des télécommunications de l'UIT (UIT-D) au titre de la Question UIT-D 7/2 ("Stratégies et politiques concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques") traite d'un domaine spécialisé et fait référence à des organismes et des avis d'experts scientifiques pour mieux situer le problème. Il revêt de l'importance pour les décideurs, en ce sens que des politiques, des réglementations et des approches inutilement contraignantes ont des conséquences négatives pour la fourniture de services de radiocommunication. Il existe de très nombreuses études sur les risques liés aux champs électromagnétiques radiofréquences (RF-EMF). Le présent rapport est axé sur les politiques, les lignes directrices, les réglementations et les évaluations scientifiques relatives à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences et ne traite pas des aspects biologiques. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a lancé le Projet international CEM, avec pour objectif d'évaluer les preuves scientifiques des effets sur la santé que peuvent avoir les champs électromagnétiques dans la gamme de fréquences comprise entre 0 et 300 GHz<sup>1</sup>.

En mars 2020, la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) a publié une mise à jour de l'édition de 1998 de ses lignes directrices<sup>2</sup>. En outre, en octobre 2019, l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) a publié la version actualisée de la norme C95.1-2019<sup>3</sup>. Les limites de la CIPRNI et de l'IEEE sont pour l'essentiel harmonisées, et les limites de densité de puissance pour l'exposition du corps entier à des champs continus sont identiques au-dessus de 30 MHz.

La plupart des pays ont adopté des valeurs limites d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences fondées sur les lignes directrices de la CIPRNI ou les normes de l'IEEE; cependant, certains pays ont décidé d'adopter des mesures additionnelles, afin de protéger leur population. L'utilisation de différentes limites d'exposition dans différents pays a suscité des préoccupations dans l'opinion publique. Les administrations sont encouragées à suivre les lignes directrices définies par les groupes d'experts scientifiques de la CIPRNI ou de l'IEEE, ou à adopter les limites fixées par leurs propres experts. Pour les administrations qui choisissent d'utiliser les limites internationales d'exposition aux champs électromagnétiques radioélectriques, les bonnes pratiques consistent à limiter les niveaux d'exposition aux seuils indiqués dans l'édition de 2020 des lignes directrices de la CIPRNI.

Des activités de surveillance de l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences sont menées à grande échelle dans le monde entier. Ces activités montrent systématiquement que dans les espaces publics, les niveaux des champs électromagnétiques radiofréquences produits par les antennes de réseaux mobiles sont faibles et ne varient guère dans le temps, ni ne diffèrent d'un pays à l'autre, que les limites d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences fixées au niveau international ou des limites plus restrictives de ces champs aient été adoptées ou non. En ce qui concerne l'exposition des personnes, il n'y a aucune raison

<sup>1</sup> OMS, Champs électromagnétiques (EMF). [Projet international CEM](#).

<sup>2</sup> CIPRNI (2020). [Lignes directrices concernant l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences \(2020\)](#)

<sup>3</sup> IEEE (2019). [IEEE C95.1-2019](#). Norme de l'IEEE relative aux niveaux de sécurité pour ce qui est de l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences entre 0 Hz et 300 GHz.

technique de restreindre l'implantation de stations de base à proximité des maternelles, des écoles et des hôpitaux, les directives existantes en matière d'exposition prévoyant des marges de sécurité pour assurer la protection de tous les membres de la communauté.

D'après les éléments de preuve scientifiques présentés, rien ne permet d'affirmer que l'utilisation de téléphones mobiles ou de dispositifs sans fil a des effets néfastes sur la santé. Les rayonnements auxquels le grand public est le plus exposé sont émis par des dispositifs portatifs comme les téléphones mobiles. Les mesures du débit d'absorption d'énergie spécifique (DAS) à des fins de vérification de la conformité qui ont été effectuées dans des conditions de laboratoire avec des dispositifs configurés pour fonctionner à des puissances maximales font apparaître des valeurs proches des limites. Toutefois, les valeurs du DAS indiquées pour chaque modèle de téléphone mobile sont surestimées par rapport aux niveaux d'exposition réels. En réalité, les appareils fonctionnent à des niveaux de puissance nettement inférieurs, en particulier dans les zones où la réception est bonne.

La première version de la 5G NR (New Radio) a été officiellement publiée en décembre 2017. En raison des caractéristiques des technologies à entrées multiples et à sorties multiples (MIMO) et des technologies en ondes millimétriques utilisées dans les systèmes de communication mobile de cinquième génération, il est urgent d'évaluer les niveaux des rayonnements électromagnétiques radioélectriques. Il ressort d'une étude novatrice que la puissance maximale moyenne sur la période considérée pour chaque direction de faisceau est nettement inférieure à la valeur maximale théorique, et qu'elle est inférieure aux valeurs prévues par les modèles statistiques existants. Les initiatives de communication des risques sont également importantes pour atténuer les inquiétudes inutiles du public concernant l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences. L'OMS et l'UIT encouragent en permanence l'échange de connaissances entre les pays et les régions.

On trouvera dans le rapport des études de cas sur les activités menées par plusieurs pays pour limiter l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques et sensibiliser de manière efficace les différentes parties prenantes.

# Abréviations et acronymes

3G	Technologie mobile de troisième génération
4G	Technologie mobile de quatrième génération
5G	Technologie mobile de cinquième génération
AMNT	Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications
AP	point d'accès
BDT	Bureau de développement des télécommunications
BS	station de base
CEI	Commission électrotechnique internationale
CIPRNI	Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants
CMDT	Conférence mondiale de développement des télécommunications
DAS	débit d'absorption spécifique
DRL	limite de référence dosimétrique
EMF	champ électromagnétique
ERL	niveau d'exposition de référence
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IMT	Télécommunications mobiles internationales
MIMO	entrées multiples - sorties multiples
NIR	rayonnements non ionisants
NR	New radio (5G)
OMS	Organisation mondiale de la santé
p.i.r.e.	puissance isotrope rayonnée équivalente
RBS	station de base radioélectrique
RF	radiofréquence
RF-EMF	champ électromagnétique radiofréquence
SI	Système international d'unités
TIC	Technologies de l'information et de la communication
UIT	Union internationale des télécommunications

(suite)

UIT-D	Secteur du développement des télécommunications de l'UIT
UIT-R	Secteur des radiocommunications de l'UIT
UIT-T	Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT

# Chapitre 1 – Introduction

## 1.1 Considérations générales

La multiplication des stations de base cellulaires et des installations hertziennes fixes à travers le monde, l'aversion du public pour les grandes structures d'antenne et les préoccupations exprimées par certains pays quant aux risques que pourraient présenter les champs électromagnétiques ont conduit à l'adoption d'une législation et de réglementations contraignantes destinées à assurer la protection du public<sup>1</sup>. Les dangers pour les personnes sont devenus une question de santé essentielle pour les régulateurs, les prestataires de services et les fournisseurs d'équipements hertziens. Les populations sont exposées à différentes sources de champs électromagnétiques radiofréquences (RF-EMF), dont les niveaux varient en fonction de l'utilisation des services de données, des exigences de qualité de service, de l'extension de la couverture et de la capacité des réseaux et de la mise en service de nouvelles technologies. Les valeurs limites d'exposition des personnes aux fréquences radioélectriques contiennent des restrictions relatives à l'exposition destinées à aider les personnes responsables de la sécurité du grand public et des travailleurs. Les principales sources d'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences sont les émetteurs fonctionnant sur ou à proximité immédiate du corps, par exemple les dispositifs portatifs et les sources de rayonnement sans fil en champ proche pour les travailleurs (voir le champ d'application de la Question 7/2 de l'UIT-D défini par la Conférence mondiale de développement des télécommunications (CMDT-17)<sup>2</sup>. D'après l'Organisation mondiale de la santé (OMS): "L'utilisation de dispositifs commerciaux pour réduire l'exposition aux champs radioélectriques n'a pas fait la preuve de son efficacité"<sup>3</sup>.

Les services de communication hertziens utilisent des fréquences des gammes RF du spectre électromagnétique qui sont beaucoup plus basses que les rayonnements ionisants<sup>4</sup>, par exemple les rayons X ou les rayons gamma. Les ondes radioélectriques ne possèdent pas suffisamment d'énergie pour briser les liaisons moléculaires ou ioniser les atomes dans le corps humain; ils sont donc appelés rayonnements non ionisants (NIR). Les capacités d'échauffement à court terme de l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences de forte intensité (par exemple les fours à micro-ondes) sont bien connues. Il s'agit de savoir s'il existe d'autres effets à long terme sur la santé, comme le cancer. Bien que certaines études semblent indiquer que des effets non thermiques soient possibles dans les organismes vivants, ces effets n'ont jamais été prouvés.

<sup>1</sup> Haim. Mazar, [Radio-spectrum Management: Policies, Regulations, Standards and Techniques](#) (gestion du spectre des fréquences radioélectriques: Politiques, réglementations, normes et techniques), Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd., 2016; [Chapitre 9](#), pp. 359 à 397.

<sup>2</sup> UIT. Commissions d'études de l'UIT-D [Question 7/2](#).

<sup>3</sup> OMS, Centre des médias - Aide-mémoire N° 193 - [Champs électromagnétiques et santé publique: téléphones mobiles](#), octobre 2014.

<sup>4</sup> Les rayonnements électromagnétiques aux fréquences supérieures à la bande des ultraviolets sont classés comme "rayonnements ionisants", car lorsqu'ils touchent la matière, ils ont suffisamment d'énergie pour modifier les atomes en libérant des électrons ionisants et en transformant ainsi leurs liaisons chimiques. Les rayonnements ionisants se produisent aux fréquences supérieures à 2 900 THz (2 900 × 1 012 Hz). Cette limite de fréquence correspond à une longueur d'onde d'environ 103,4 nm et à une énergie d'ionisation minimale de 12 eV.

Certains pays (et villes) adoptent des limites d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences plus contraignantes, qui ont des conséquences négatives sur le déploiement des services de radiocommunication, mais ne réduisent pas les niveaux d'exposition types du public aux champs électromagnétiques radiofréquences<sup>5, 6</sup>. Les lignes directrices concernant l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences élaborées par la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI) sont appuyées par l'OMS et correspondent au consensus scientifique actuel: *"l'OMS encourage l'établissement de limites d'exposition et d'autres mesures de contrôle qui accordent le même degré de protection sanitaire pour tous. Elle approuve les lignes directrices de la CIPRNI et encourage les États membres à adopter ces lignes directrices internationales"*<sup>7, 8</sup>. Néanmoins, les réglementations nationales ont un caractère prioritaire et les valeurs adoptées dans chaque pays peuvent varier en raison de facteurs sociaux, économiques et politiques.

Une partie du public continue d'éprouver des préoccupations et affirme que les effets possibles sur la santé n'ont pas tous été étudiés. Il est indispensable de mettre en balance le coût et les dangers potentiels. Cependant, il est scientifiquement impossible de prouver qu'un agent physique offre une sécurité absolue (hypothèse nulle)<sup>9</sup> et il est également impossible de prouver que quelque chose n'existe pas. Même si la logique veut que la preuve absolue n'existe pas, les régulateurs nationaux sont soumis à la pression de l'opinion publique. Face à ce dilemme, certains pays font valoir qu'ils appliquent le principe de précaution pour limiter les dangers potentiels pour l'homme. L'application du principe de précaution et du principe "ALARA" (réduire les risques "au plus bas niveau possible") pour résoudre le problème de la gestion des risques sanitaires associés aux champs électromagnétiques radiofréquences peut remplacer le modèle de gestion des risques à deux états (au-dessus/en dessous du seuil), ce qui permet de prendre en compte d'autres facteurs.

Il s'agit d'un compromis entre les incertitudes qui subsistent (ainsi que les dommages, dans le cas où le scénario le plus défavorable se confirme), et la mise en œuvre d'exigences plus strictes (qui nécessitent des ressources supplémentaires et entraînent une diminution de la qualité du service) et d'autres incidences sur la société au sens large<sup>10</sup>. L'OMS souligne que si les autorités de régulation réagissent aux pressions de l'opinion publique en fixant des limites préventives qui viennent s'ajouter aux limites déjà fixées à partir des données scientifiques, elles doivent être conscientes du fait qu'elles entament ainsi la crédibilité de la science et des

<sup>5</sup> Sanjay Sagar et autres (2018). [Radiofrequency electromagnetic field exposure in everyday microenvironments in Europe: A systematic literature review](#). (Exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences dans les micro-environnements ordinaires en Europe: examen systématique de la documentation) *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*. 28(2):147 à 160. Mars 2018.

<sup>6</sup> Hamed Jalilian et autres (2019). [Public exposure to radiofrequency electromagnetic fields in everyday micro-environments: An updated systematic review for Europe](#). (Exposition du public aux champs électromagnétiques radiofréquences dans les micro-environnements ordinaires: Examen systématique mis à jour pour l'Europe), *Environmental Research*. 176:108517. Septembre 2019.

<sup>7</sup> OMS (2006). [Cadre applicable à l'élaboration de normes sanitaires relatives aux champs électromagnétiques](#), pp. 7 et 8.

<sup>8</sup> IEEE (2005). [IEEE C95.1-2005. Norme de l'IEEE relative aux niveaux de sécurité pour ce qui est de l'exposition des personnes aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques entre 3 kHz et 300 GHz, p. 2.](#)

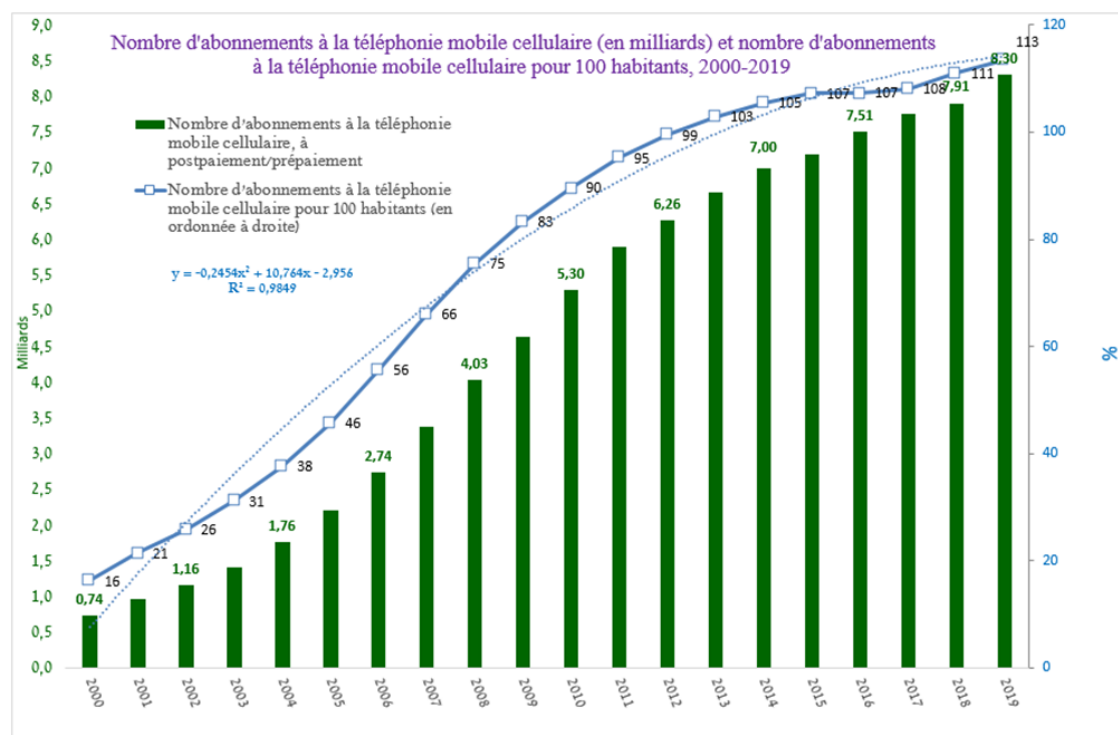
<sup>9</sup> Olivia Wu et autres (2012). [Mobile Phone Use for Contacting Emergency Services in Life-threatening Circumstances](#). *The Journal of Emergency Medicine*, 52(3):291 à 298.e293, mars 2012.

<sup>10</sup> OMS (2002) Thèmes de santé - [Champs électromagnétiques Instauration d'un dialogue sur les risques dus aux champs électromagnétiques](#).

valeurs limites d'exposition<sup>11</sup>. Conformément aux lignes directrices de la CIPRNI (2020), rien ne prouve que des mesures de précaution additionnelles auront des effets bénéfiques sur la santé de la population<sup>12</sup>. Il est important d'associer toutes les parties prenantes – organismes publics, secteur privé de l'Internet, organisations non gouvernementales, groupes communautaires et grand public – aux activités de sensibilisation du public.

La **Figure 1** (fondée sur les indicateurs de l'UIT)<sup>13</sup>, qui illustre le nombre d'abonnements à la téléphonie mobile cellulaire et le taux de pénétration moyen de la téléphonie cellulaire mobile dans le monde pour 100 habitants de 2000 à 2019, témoigne de la multiplication des stations de base cellulaires dans le monde. Il ressort de la 24<sup>ème</sup> édition (décembre 2020) qu'en 2019, on dénombrait 8,3 milliards d'abonnés et 111 abonnements à la téléphonie cellulaire pour 100 habitants. À titre indicatif, il faut environ un mât de téléphonie cellulaire pour un millier d'abonnés et il y aurait d'après les estimations plus de 8 millions de stations de base dans le monde.

Figure 1 - Taux d'abonnement à la téléphonie mobile cellulaire dans le monde



Source: Haim Mazar, adapté des indicateurs de l'UIT (24<sup>ème</sup> édition/Décembre 2020).

<sup>11</sup> CIPRNI (2020) Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI) - [Lignes directrices relatives aux champs électromagnétiques radiofréquences \(2020\)](#), Lignes directrices relatives à la limite d'exposition aux champs électromagnétiques (100 kHz à 300 GHz), 2020, *Health Physics*, 118(5):483 à 524, mai 2020.

<sup>12</sup> UIT. [Base de données des indicateurs des télécommunications/TIC dans le monde](#).

<sup>13</sup> Haim Mazar (2016). [Radio Spectrum Management: Policies, Regulations, Standards and Techniques](#), (gestion du spectre des fréquences radioélectriques: Politiques, réglementations, normes et techniques). Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd., 2016; [Chapitre 9](#), Section 9.7.2.



## 1.2 Champ d'application du rapport

Le présent rapport de l'UIT-D relatif à la Question 7/2 traite d'un domaine spécialisé et fait référence à des organismes et des avis d'experts scientifiques pour mieux situer le problème; il revêt de l'importance pour les décideurs, en ce sens que des politiques, des réglementations et des approches inutilement restrictives ont des conséquences négatives pour la fourniture de services de radiocommunication. Il existe de très nombreuses études sur les risques liés aux champs électromagnétiques radiofréquences (RF-EMF)<sup>14</sup>. Le présent rapport est axé sur les politiques, les lignes directrices, les réglementations et les évaluations scientifiques relatives à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences et ne traite pas des aspects biologiques. L'OMS, l'institution spécialisée des Nations Unies pour la santé dans le monde, a lancé en 1996 le Projet international pour l'étude des champs électromagnétiques, afin d'évaluer les preuves scientifiques des effets possibles sur la santé de l'exposition aux champs électromagnétiques dans la gamme de fréquences comprise entre 0 et 300 GHz<sup>15</sup>.

Le rapport final (2017) de la Commission d'études 2 de l'UIT-D au titre de la Question 7/2 pour la 6ème période d'études (2014-2017)<sup>16</sup>, intitulée "Stratégies et politiques concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques", revêt de l'importance. Les auteurs de ce rapport (2017) ont rassemblé et diffusé des informations concernant l'exposition aux champs électromagnétiques radioélectriques, afin d'aider les administrations des États Membres de l'UIT, en particulier dans les pays en développement, à élaborer des réglementations nationales adaptées. Le rapport a aidé les administrations à tenir compte des préoccupations du public à l'égard des champs électromagnétiques radiofréquences et à y répondre.

Les raisons justifiant une révision du rapport final précédent sur la Question 7/2 sont nombreuses. Suite à la révision des lignes directrices de la CIPRNI en mars 2020, les limites d'exposition aux champs électromagnétiques applicables au niveau international ont été mises à jour, ce qui a eu des incidences pour le cadre réglementaire. De plus, la norme IEEE C95.1-2005 a été révisée (voir la norme IEEE C95.1-2019)<sup>17</sup>. De nouvelles études de cas ont été incluses dans le présent rapport, afin de rendre compte des activités menées au niveau national en matière de champs électromagnétiques radioélectriques. L'atelier organisé par l'UIT-D en octobre 2018 sur le thème des champs électromagnétiques présente un aperçu intéressant à cet égard<sup>18</sup>. De plus, les trois Secteurs de l'UIT (Secteur des radiocommunications de l'UIT (UIT-R), Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT (UIT-T) et UIT-D) mènent des activités fructueuses sur les champs électromagnétiques radiofréquences dans le cadre des textes suivants:

- Résolution 176 (Rév. Dubaï, 2018) de la Conférence de plénipotentiaires, Problèmes de mesure et d'évaluation liés à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques.
- Résolution 72 (Rév. Hammamet, 2016) de l'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), Problèmes de mesure et d'évaluation liés à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques. Il se peut que cette Résolution soit révisée à nouveau lors de la prochaine AMNT, qui se tiendra en 2022.

<sup>14</sup> Université RWTH Aix-la-Chapelle, Internet information platform [Portail EMF](#).

<sup>15</sup> OMS. champs électromagnétiques EMF). [Projet international pour l'étude des champs électromagnétiques](#).

<sup>16</sup> UIT-D. Rapport final sur la Question 7/2 de l'UIT-D pour la période d'études 2014-2017. [Stratégies et politiques concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques](#). UIT, 2017.

<sup>17</sup> IEEE (2019). [IEEE C95.1-2019](#). Norme de l'IEEE relative aux niveaux de sécurité pour ce qui est de l'exposition des personnes aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques entre 0 Hz et 300 GHz.

<sup>18</sup> UIT. [Session de l'UIT-D sur les politiques, directives, réglementations et évaluations modernes relatives à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences](#), Genève, 10 octobre 2018.

- Résolution 62 (Rév.Buenos Aires, 2017) de la Conférence mondiale de développement des télécommunications (CMDT), Évaluation et mesure de l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques, et Question 7/2 révisée – Stratégies et politiques concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques<sup>19</sup>.

Sur la base de la révision de la Résolution 62 de la CMDT-17 et de la révision de la Question 7/2, le présent rapport met à jour et révisé le rapport final de 2017 relatif à la Question 7/2 et comprend de nouveaux éléments, sur les politiques, les évaluations et les limites d'exposition au niveau national, par exemple les lignes directrices de la CIPRNI (2020) et la norme IEEE 95.1 (2019).

---

<sup>19</sup> CMDT (Buenos Aires, 2017). [Rapport final](#). UIT, 2018.

## Chapitre 2 - Activités de l'UIT

### 2.1 Résolution 176 (Rév. Dubaï, 2018) de la Conférence de plénipotentiaires

La Conférence de plénipotentiaires (PP) a institué le cadre de l'UIT relatif aux champs électromagnétiques. En vertu de la Résolution 176 (Rév. Dubaï, 2018)<sup>20</sup>, la Conférence a décidé de charger les Directeurs des trois Bureaux:

- 1) de rassembler et de diffuser des informations concernant l'exposition aux champs électromagnétiques, y compris des méthodes de mesure des champs électromagnétiques, afin d'aider les administrations nationales, en particulier dans les pays en développement, à élaborer des réglementations nationales appropriées;
- 2) d'œuvrer en étroite collaboration avec toutes les organisations concernées à la mise en œuvre de cette Résolution, de la Résolution 72 (Rév. Hammamet, 2016) de l'AMNT et de la Résolution 62 (Rév. Buenos Aires, 2017) de la CMDT, afin de poursuivre et de renforcer l'assistance technique fournie aux États Membres.

En outre, aux termes de la Résolution 176 la PP-18 a chargé le Directeur du Bureau de développement des télécommunications, en collaboration avec le Directeur du Bureau des radiocommunications et le Directeur du Bureau de la normalisation des télécommunications:

- 1) d'organiser des séminaires et des ateliers régionaux ou internationaux afin d'identifier les besoins des pays en développement et de renforcer les capacités humaines en ce qui concerne la mesure des champs électromagnétiques, s'agissant de l'exposition des personnes à ces champs;
- 2) d'encourager les États Membres des différentes régions à coopérer pour échanger leurs compétences et leurs ressources et à désigner un coordonnateur ou à mettre en place un mécanisme de coopération régionale, y compris, si nécessaire, un centre régional, afin de fournir à tous les États Membres de la région une assistance dans les domaines de la mesure et de la formation;
- 3) d'encourager les organisations concernées à poursuivre les études scientifiques nécessaires, afin de déterminer les incidences sur la santé que pourraient avoir les rayonnements électromagnétiques sur le corps humain;
- 4) de formuler les mesures et les lignes directrices nécessaires, afin de contribuer à atténuer les incidences sur la santé que pourraient avoir les rayonnements électromagnétiques sur le corps humain;
- 5) d'encourager les États Membres à procéder à des examens périodiques, afin de s'assurer du respect des recommandations de l'UIT et des autres normes internationales pertinentes relatives à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques.

<sup>20</sup> UIT. [Actes finals de la Conférence de plénipotentiaires \(Dubaï, 2018\)](#). UIT, 2019.

## 2.2 Résolution 62 (Rév.Buenos Aires, 2017) de la CMDT

Aux termes de la Résolution 62 (Rév. Buenos Aires, 2017) de la CMDT, la Commission d'études 2 de l'UIT-D a été chargée de coopérer avec la Commission d'études 5 de l'UIT-T et les Commissions d'études 1, 4, 5 et 6 de l'UIT-R, afin d'atteindre les objectifs suivants:

- i) collaborer en priorité avec la Commission d'études 5 de l'UIT-T, en particulier pour mettre à jour l'application mobile servant de guide sur les champs électromagnétiques, qui porte sur l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques, ainsi que les orientations relatives à sa mise en œuvre;
- ii) contribuer à l'organisation de séminaires, d'ateliers et de formations portant sur les champs électromagnétiques;
- iii) diffuser largement les publications et la documentation de l'UIT sur les questions liées aux champs électromagnétiques;
- iv) contribuer à l'élaboration du Guide d'utilisation des publications de l'UIT-T concernant la compatibilité électromagnétique et la sécurité, ainsi qu'aux publications concernant les méthodes de mesure, la nécessité de veiller à ce que les mesures soient effectuées par un "ingénieur ou un technicien des radiocommunications qualifié et certifié", les critères applicables en la matière et les spécifications de système;
- v) continuer de coopérer avec l'OMS, la CIPRNI, l'IEEE et les autres organisations internationales compétentes en ce qui concerne la diffusion de connaissances et d'informations aux membres et au public.

Par conséquent, le présent rapport porte sur la version actualisée de la Résolution adoptée par la Conférence des plénipotentiaires à Dubaï en 2018, la version actualisée de la Résolution et de la Question adoptées par la CMDT-17 à Buenos Aires en 2017 et, surtout, sur les lignes directrices les plus récentes de la CIPRNI ainsi que la norme de l'IEEE.

## 2.3 Résolution 72 de l'AMNT et produits attendus au titre de la Question 3/5 de l'UIT-T

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications de 2016 (AMNT-16), tenue à Hammamet (Tunisie), a approuvé des modifications apportées à la Résolution de l'AMNT relative à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques – Résolution 72 (Rév. Hammamet, 2016)<sup>21</sup>. Les activités de l'UIT-T relatives aux champs électromagnétiques sont menées par la Commission d'études 5 de l'UIT-T au titre de la Question 3/5 ("Exposition des personnes aux champs électromagnétiques dus aux technologies numériques<sup>22</sup>). Les Recommandations de l'UIT-T relatives aux champs électromagnétiques font l'objet des Recommandations UIT-T de la série K<sup>23</sup>.

<sup>21</sup> AMNT (Hammamet, 2016) [Résolution 72 \(Rév.Hammamet, 2016\)](#) relative aux problèmes de mesure et d'évaluation liés à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques.

<sup>22</sup> Commission d'études 5 de l'UIT-T. [Liste des Questions et des Rapporteurs \(période d'études 2017-2020\)](#).

<sup>23</sup> [Recommandations UIT-T de la série K](#).

# Chapitre 3 – Limites internationales actualisées d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences

## 3.1 Considérations générales

Gérer le respect des limites d'exposition des personnes aux champs électromagnétiques est une question essentielle de santé et de sécurité pour les régulateurs, les fournisseurs de services et les fournisseurs d'équipements sans fil. On constate de grandes disparités entre les pays en ce qui concerne les réglementations et les mesures d'application concrètes visant à protéger le grand public et les professionnels contre l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences produits par les émetteurs: "L'OMS encourage l'établissement de limites d'exposition et d'autres mesures de contrôle qui accordent le même degré de protection sanitaire pour tous. Elle approuve les lignes directrices de la CIPRNI et encourage les États membres à adopter ces lignes directrices internationales"<sup>24</sup>.

Des activités de contrôle de l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences sont menées de manière assez large à travers le monde; toutefois, leur ampleur et leur portée sont très variables. Ces activités montrent systématiquement que dans les espaces publics, les niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences produits par les antennes de réseaux mobiles sont faibles et ne varient guère dans le temps, ni ne diffèrent d'un pays à l'autre, que des limites d'exposition aux champs électromagnétiques fixées au niveau international ou des limites restrictives concernant ces champs aient été adoptées ou non<sup>25, 26</sup>.

La Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI) a révisé l'édition de 1998 de ses lignes directrices, intitulée "Lignes directrices de la CIPRNI visant à limiter l'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques variant dans le temps (jusqu'à 300 GHz)"<sup>27</sup>. À l'issue d'un vaste processus de consultation publique, dans le cadre duquel l'UIT a fourni 32 commentaires tenant lieu de réponse intersectorielle, la version finale des lignes directrices de la CIPRNI a été publiée en 2020. Le 4 octobre 2019, l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) a publié la norme C95.1-2019, intitulée "Norme de l'IEEE relative aux niveaux de sécurité pour ce qui est de l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences entre 0 Hz et 300 GHz", qui est une mise à jour de la norme IEEE C95.1-2005.

<sup>24</sup> OMS (2006). [Cadre applicable à l'élaboration de normes sanitaires relatives aux champs électromagnétiques](#), pp. 7 et 8.

<sup>25</sup> Hamed Jalilian et autres (2019). [Exposition du public aux champs électromagnétiques radiofréquences dans les micro-environnements ordinaires: Examen systématique mis à jour pour l'Europe](#), *Environmental Research*, 176:108517, septembre 2019.

<sup>26</sup> Jack Rowley et autres, (2012) [Analyse comparative internationale des enquêtes sur l'exposition aux champs radiofréquences émanant des stations de radiocommunication de base des systèmes de communication mobile](#), *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 22(3):304-315, mai/juin 2012.

<sup>27</sup> CIPRNI (1998). [Lignes directrices visant à limiter l'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques variant dans le temps \(jusqu'à 300 GHz\) 1998](#).

Indépendamment de l'établissement de la version finale de ces "lignes directrices" et de cette "norme" relative aux champs électromagnétiques radiofréquences, et en raison des incertitudes qui subsistent, plusieurs organes législatifs ont promulgué des mesures additionnelles, par exemple en adoptant des limites qui sont plus restrictives que celles de la CIPRNI, ou en préconisant l'adoption de mesures personnelles pour réduire les niveaux d'exposition. Les mesures font apparaître qu'en général, l'adoption de limites plus restrictives ne se traduit pas par une réduction des niveaux d'exposition dans les zones publiques. Une étude réalisée pour la Commission Européenne a permis de constater que des limites contraignantes sont adoptées et que d'autres mesures de précaution sont prises lorsque les inquiétudes du public sont plus fortes. Le passage du système GSM aux technologies mobiles 3G/UMTS et au-delà permet également de réduire l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences produits par les dispositifs, en raison de l'efficacité accrue des algorithmes de commande de puissance<sup>28</sup>.

L'autorité nationale chargée de l'attribution des fréquences, de la protection de l'environnement ou de la santé publique peut être responsable de la vérification de la conformité. Les autorités de planification locales et les conseils municipaux peuvent également être responsables de ce processus. L'entité demandant la vérification de conformité (opérateur de l'émetteur) doit fournir des informations pertinentes pour que celle-ci soit démontrée. Certaines autorités adoptent la modélisation prédictive pour calculer les niveaux d'exposition ou la zone de conformité autour de l'antenne.

Il est possible de recourir à des mesures reposant sur des échantillons aléatoires pour surveiller les niveaux des champs électromagnétiques radiofréquences autour d'un émetteur, en particulier dans les zones d'intérêt communautaire (par exemple les écoles et les hôpitaux), à l'initiative des autorités ou pour répondre aux préoccupations du public. Toutefois, les exigences particulières applicables à ces zones ne sont pas fondées sur des preuves scientifiques et, comme indiqué au § 4.3, les mesures montrent systématiquement que dans les espaces publics, les niveaux des champs électromagnétiques radiofréquences produits par les antennes de réseaux mobiles sont faibles.

Les administrations sont encouragées à suivre les lignes directrices définies par les groupes d'experts scientifiques de la CIPRNI ou de l'IEEE, ou à adopter les limites fixées par leurs propres experts. Il est vivement recommandé d'adopter des normes internationales harmonisées et des limites d'exposition aux champs électromagnétiques. **Il convient de souligner que la norme IEEE C95.1-2019 et les lignes directrices de la CIPRNI (2020) sont, pour l'essentiel, harmonisées.**

## 3.2 Lignes directrices de la CIPRNI (éditions de 2010 et de 2020) en vigueur

### 3.2.1 Vue d'ensemble

Les lignes directrices de la CIPRNI sont les suivantes:

- 1) [CIPRNI \(1998\)](#): Lignes directrices visant à limiter l'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques variant dans le temps (jusqu'à 300 GHz).

<sup>28</sup> UIT-T [Série K Supplément 13 \(05/2018\)](#): Niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques radioélectriques (RF-EMF) des utilisateurs des dispositifs mobiles et portables dans différentes conditions d'utilisation.

- 2) [CIPRNI \(2010\)](#): Lignes directrices visant à limiter l'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques variant dans le temps (1 Hz-100 kHz)<sup>29</sup>.
- 3) [CIPRNI \(2020\)](#): Lignes directrices visant à limiter l'exposition aux champs électromagnétiques (entre 100 kHz et 300 GHz).

Au-dessous de 100 kHz, les limites sont celles publiées dans l'édition de 2010 des lignes directrices de la CIPRNI. **En raison de la publication de l'édition de 2020 des lignes directrices relatives aux champs électromagnétiques radiofréquences, l'édition de 1998 est devenue obsolète.**

- 1) **Comment les lignes directrices de la CIPRNI (2020) ont-elles été élaborées**: identifier les données scientifiques relatives aux effets de l'exposition; déterminer les effets considérés comme néfastes pour l'homme et scientifiquement justifiés; identifier les niveaux minimum d'exposition nécessaires pour produire des effets nocifs; et appliquer des facteurs de réduction plus stricts pour le grand public que pour les professionnels. Il en résulte des restrictions concernant l'exposition qui présentent une marge de sécurité importante.
- 2) **Bases scientifiques**: les principales études et articles originaux sur la question contiennent des évaluations des effets néfastes sur la santé, par exemple la stimulation du système nerveux (jusqu'à ~10 MHz, limites tirées de l'édition de 2010 des lignes directrices) et l'échauffement (à partir de ~100 kHz). Il n'existe aucune preuve de cancer, d'hypersensibilité électromagnétique, d'infertilité ou d'autres effets sur la santé. Les effets nocifs sur la santé qui ont été identifiés sont une augmentation de la température corporelle profonde supérieure à 1 °C et une température des tissus locaux supérieure à 41 °C.
- 3) **Physique et température**: différentes quantités sont utilisées pour établir une corrélation avec la température, en fonction de la fréquence et de la durée de l'exposition. On citera par exemple, pour les expositions locales continues, le débit d'absorption spécifique (DAS) aux basses fréquences ( $\leq 6$  GHz), et la densité de puissance absorbée aux hautes fréquences ( $> 6$  GHz).

### 3.2.2 Présentation détaillée des tableaux et des figures de l'édition de 2020 de la CIPRNI

Le présent paragraphe décrit de manière détaillée les tableaux (1, 5 et 6) du rapport de la CIPRNI (2020) qui présentent le plus d'intérêt pour la Question 7/2. Les chiffres ci-après (qui ne proviennent pas des lignes directrices) illustrent les valeurs. Le texte souligné<sup>30</sup> indique le paramètre significatif. Les comparaisons par rapport aux chiffres de l'édition de 2010 de la CIPRNI (pour les fréquences inférieures à 100 kHz) sont insérées.

**Tableau 1 - (Tableau 1 de la CIPRNI) Grandeurs et unités SI correspondantes utilisées dans le présent Guide**

Grandeur	Symbole*	Unité
Densité d'énergie absorbée	$U_{ab}$	joule par mètre carré ( $J m^{-2}$ )
Densité d'énergie incidente	$U_{inc}$	joule par mètre carré ( $J m^{-2}$ )
Densité d'énergie incidente de l'onde plane équivalente	$U_{eq}$	joule par mètre carré ( $J m^{-2}$ )

<sup>29</sup> CIPRNI (2010): [Lignes directrices visant à limiter l'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques variant dans le temps](#) (1 Hz-100 kHz).

<sup>30</sup> Le texte souligné dans ce paragraphe n'est pas souligné dans les tableaux d'origine.

**Tableau 1 - (Tableau 1 de la CIPRNI) Grandeurs et unités SI correspondantes utilisées dans le présent Guide (suite)**

Grandeur	Symbole*	Unité
Densité de puissance absorbée	$S_{ab}$	watt par mètre carré ( $W m^{-2}$ )
Densité de puissance incidente	$S_{inc}$	watt par mètre carré ( $W m^{-2}$ )
Densité de puissance de l'onde plane équivalente	$S_{eq}$	watt par mètre carré ( $W m^{-2}$ )
Champ électrique induit	$E_{ind}$	volt par mètre ( $V m^{-1}$ )
Champ électrique incident	$E_{inc}$	volt par mètre ( $V m^{-1}$ )
Champ magnétique incident	$H_{inc}$	ampère par mètre ( $A m^{-1}$ )
Absorption d'énergie spécifique	SA	joule par kilogramme ( $J kg^{-1}$ )
Débit d'absorption d'énergie spécifique	SAR	watt par kilogramme ( $W kg^{-1}$ )
Courant	$I$	ampère (A)
Fréquence	$f$	hertz (Hz)
Temps	$t$	seconde (s)

\* Les symboles *en italique* représentent des variables; les grandeurs sont décrites sous forme scalaire (et non vectorielle), car la direction n'est pas utilisée pour calculer les restrictions de base ou les niveaux de référence.

Les **Tableaux 2 et 3** (tirés respectivement des Tableaux 5 et 6 de l'édition de 2020 des lignes directrices de la CIPRNI) indiquent les niveaux de référence pour "l'exposition à des champs électromagnétiques compris entre 100 kHz et 300 GHz (valeurs efficaces en l'absence de perturbation)".

**Tableau 2 - (Tableau 5 de la CIPRNI) niveaux de référence pour l'exposition du corps entier, calculée en moyenne sur un intervalle de 30 minutes**

Scénario d'exposition	Gamme de fréquences	Champ électrique incident $E_{inc}$ ( $V m^{-1}$ )	Champ magnétique incident; $H_{inc}$ ( $A m^{-1}$ )	Densité de puissance incidente; $S_{inc}$ ( $W m^{-2}$ )
<b>Exposition professionnelle</b>	0,1-30 MHz	$660/f_M^{0,7}$	$4,9/f_M$	NA
	>30-400 MHz	61	0,16	10
	>400-2 000 MHz	$3f_M^{0,5}$	$0,008f_M^{0,5}$	$f_M/40$
	<b>&gt;2-300 GHz</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>50</b>



Tableau 2 - (Tableau 5 de la CIPRNI) niveaux de référence pour l'exposition du corps entier, calculée en moyenne sur un intervalle de 30 minutes (suite)

Scénario d'exposition	Gamme de fréquences	Champ électrique incident $E_{inc}$ (V m <sup>-1</sup> )	Champ magnétique incident; $H_{inc}$ (A m <sup>-1</sup> )	Densité de puissance incidente; $S_{inc}$ (W m <sup>-2</sup> )
Exposition du public	0,1-30 MHz	$300/f_M^{0,7}$	$2,2/f_M$	NA
	>30-400 MHz	27,7	0,073	2
	>400-2 000 MHz	$1,375f_M^{0,5}$	$0,0037f_M^{0,5}$	$f_M/200$
	<b>&gt;2-300 GHz</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>10</b>

Notes (tirées de l'édition de 2020 des lignes directrices de la CIPRNI):

- 1) "NA" signifie "sans objet" et n'a pas besoin d'être pris en compte pour déterminer la conformité.
- 2)  $f_M$  est la fréquence en MHz.
- 3)  $S_{inc}$ ,  $E_{inc}$  et  $H_{inc}$  doivent représenter une moyenne sur 30 minutes sur l'ensemble du corps. La moyenne temporelle et spatiale de chacune des valeurs de  $E_{inc}$  et  $H_{inc}$  doit être établie en calculant la moyenne des valeurs au carré pertinentes (voir l'équation 8 de l'Annexe A pour plus de précisions).
- 4) Pour les fréquences comprises entre 100 kHz et 30 MHz, indépendamment des distinctions entre les zones de champ lointain et les zones de champ proche, la conformité est démontrée si ni  $E_{inc}$  ni  $H_{inc}$  ne dépassent les valeurs des niveaux de référence ci-dessus.
- 5) Pour les fréquences comprises entre 30 MHz et 2 GHz: a) dans la zone de champ lointain: la conformité est démontrée si les valeurs de  $S_{inc}$ ,  $E_{inc}$  ou  $H_{inc}$  ne dépassent pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus (une seule valeur est requise);  $S_{eq}$  peut remplacer  $S_{inc}$ ; b) dans la zone de champ proche rayonnant, la conformité est démontrée si les valeurs de  $S_{inc}$ , ou de  $E_{inc}$  et  $H_{inc}$ , ne dépassent pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus; et c) dans la zone de champ proche réactif: la conformité est démontrée si les valeurs de  $E_{inc}$  et  $H_{inc}$  ne dépassent pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus;  $S_{inc}$  ne peut pas être utilisé pour démontrer la conformité, de sorte qu'il y a lieu d'évaluer les restrictions de base.
- 6) Pour les fréquences comprises entre >2 GHz et 300 GHz: a) dans la zone de champ lointain: la conformité est démontrée si la valeur de  $S_{inc}$  ne dépasse pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus;  $S_{eq}$  peut remplacer  $S_{inc}$ ; b) dans la zone de champ proche rayonnant, la conformité est démontrée si la valeur de  $S_{inc}$  ne dépasse pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus et; c) dans la zone de champ proche réactif, les niveaux de référence ne peuvent pas être utilisés pour déterminer la conformité, de sorte qu'il y a lieu d'évaluer les restrictions de base.

Tableau 3 – (Tableau 6 de la CIPRNI) niveaux de référence pour une exposition localisée, calculée en moyenne sur un intervalle de 6 minutes

Scénario d'exposition	Gamme de fréquences	Champ électrique incident $E_{inc}$ ( $V m^{-1}$ )	Champ magnétique incident; $H_{inc}$ ( $A m^{-1}$ )	Densité de puissance incidente; $S_{inc}$ ( $W m^{-2}$ )
Exposition professionnelle	0,1-30 MHz	$1504/f_M^{0,7}$	$10,8/f_M$	NA
	>30-400 MHz	<u>139</u>	<u>0,36</u>	<u>50</u>
	>400-2 000 MHz	$10,58f_M^{0,43}$	$0,0274f_M^{0,43}$	$0,29f_M^{0,86}$
	>2-6 GHz	NA	NA	<u>200</u>
	>6-<300 GHz	NA	NA	$275/f_G^{0,177}$
	300 GHz	NA	NA	<u>100</u>
Exposition du public	0,1-30 MHz	$671/f_M^{0,7}$	$4,9/f_M$	NA
	>30-400 MHz	<u>62</u>	<u>0,163</u>	<u>10</u>
	>400-2 000 MHz	$4,72f_M^{0,43}$	$0,0123f_M^{0,43}$	$0,058f_M^{0,86}$
	>2-6 GHz	NA	NA	<u>40</u>
	>6-300 GHz	NA	NA	$55/f_G^{0,177}$
	300 GHz	NA	NA	<u>20</u>

Notes (tirées de l'édition de 2020 des lignes directrices de la CIPRNI):

- 1) "NA" signifie "sans objet" et n'a pas besoin d'être pris en compte pour déterminer la conformité.
- 2)  $f_M$  est la fréquence en MHz;  $f_G$  est la fréquence en GHz.
- 3)  $S_{inc}$ ,  $E_{inc}$  et  $H_{inc}$  doivent représenter une moyenne sur 6 minutes et, lorsque la moyenne spatiale est indiquée dans les Notes 6 et 7, sur la surface projetée du corps en question. La moyenne temporelle et spatiale de chacune des valeurs de  $E_{inc}$  et  $H_{inc}$  doit être établie en calculant la moyenne des valeurs au carré pertinentes (voir l'équation 8 de l'Annexe A pour plus de précisions).
- 4) Pour les fréquences comprises entre 100 kHz et 30 MHz, indépendamment des distinctions entre la zone de champ lointain et la zone de champ proche, la conformité est démontrée si ni la valeur spatiale maximale de  $E_{inc}$ , ni la valeur spatiale maximale de  $H_{inc}$  sur le corps entier, ne dépassent les valeurs des niveaux de référence ci-dessus.
- 5) Pour les fréquences comprises entre >30 MHz GHz et 6 GHz: a) dans la zone de champ lointain, la conformité est démontrée si l'une des valeurs spatiales maximales de  $S_{inc}$ ,  $E_{inc}$  ou  $H_{inc}$  sur l'espace projeté sur l'ensemble du corps ne dépasse pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus (une seule valeur est requise);  $S_{eq}$  peut remplacer  $S_{inc}$ ; b) dans la zone de champ proche rayonnant; la conformité est démontrée si la valeur spatiale maximale de  $S_{inc}$  ou les valeurs spatiales maximales de  $E_{inc}$  et  $H_{inc}$  sur le corps entier, ne dépasse pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus; et c) dans la zone de champ proche réactif: la conformité est démontrée si les valeurs de  $E_{inc}$  et  $H_{inc}$  ne dépassent pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus;  $S_{inc}$  ne peut pas être utilisé pour démontrer la conformité; pour les fréquences au-dessus de 2 GHz, les niveaux de référence ne peuvent pas être utilisés pour déterminer la conformité, de sorte qu'il y a lieu d'évaluer les restrictions de base
- 6) Pour les fréquences comprises entre ≥6 GHz et 300 GHz: a) dans la zone de champ lointain, la conformité est démontrée si la valeur de  $S_{inc}$  calculée en moyenne sur une surface projetée du corps de 4 cm<sup>2</sup>, ne dépasse pas les valeurs des niveaux de référence ci-dessus;  $S_{eq}$  peut remplacer  $S_{inc}$ ; b) dans la zone de champ proche rayonnant, la conformité est démontrée si la valeur de  $S_{inc}$ , calculée en moyenne sur une surface projetée du corps de 4 cm<sup>2</sup>, ne dépasse pas les valeurs des niveaux de

référence ci-dessus; et c) dans la zone de champ proche réactif, les niveaux de référence ne peuvent pas être utilisés pour déterminer la conformité, de sorte qu'il y a lieu d'évaluer les restrictions de base.

7) Pour les fréquences comprises entre >30 GHz et 300 GHz, le niveau d'exposition calculé en moyenne sur une surface projetée du corps de 1 cm<sup>2</sup> ne doit pas dépasser le double du niveau d'exposition correspondant aux restrictions sur une surface de 4 cm<sup>2</sup>.

Dans l'introduction des lignes directrices de la CIPRNI (2020), il est indiqué ce qui suit: "La présente publication remplace la partie "100 kHz à 300 GHz" des lignes directrices sur les radiofréquences de la CIPRNI (1998) ainsi que la partie "100 kHz à 10 MHz" des lignes directrices sur les basses fréquences de la CIPRNI (2010)". Dans le paragraphe intitulé "Bases scientifiques de la limitation de l'exposition aux radiofréquences dans la gamme de fréquences des champs électromagnétiques comprise entre 100 kHz et 10 MHz: Relation entre les présentes lignes directrices et les autres lignes directrices de la CIPRNI", il est indiqué que les éditions de 2010 et de 2020 des lignes directrices de la CIPRNI reposent sur des mécanismes biologiques différents: l'édition de 2010 est fondée sur la stimulation des tissus nerveux, qui est instantanée au-dessous de 10 MHz, tandis que l'édition de 2020 repose sur l'effet thermique, qui est produit par la puissance en fonction du temps; les résultats du calcul de la moyenne sont divers. Au-dessous de 100 kHz, il convient d'appliquer l'édition de 2010 des lignes directrices de la CIPRNI. Entre 100 kHz et 10 MHz, les deux mécanismes peuvent exister, auquel cas il convient de se conformer à la valeur la plus stricte pour chaque fréquence.

En outre, le Tableau 8 de l'édition de 2020 des lignes directrices de la CIPRNI indique (il convient de prêter une attention particulière aux caractères gras) "**les niveaux de référence pour l'exposition locale aux champs électromagnétiques entre 100 kHz et 10 MHz (valeurs efficaces en l'absence de perturbation): pour les valeurs de crête, la limite d'exposition professionnelle est de 170 V/m et la limite d'exposition du public est de 83 V/m**".

Les **Figures 2, 3, 4 et 5** des lignes directrices de la CIPRNI sont reproduites dans la publication "Differences Between the ICNIRP (2020)\_and previous Guidelines"<sup>31</sup> (Différences entre les lignes directrices de la CIPRNI (2020) et les lignes directrices précédentes), qui est plus claire, mais n'a pu être incluse dans la publication Health Physics. Les unités des deux axes des y (champ électrique et densité de puissance) sont indépendantes l'une de l'autre. Les niveaux de référence d'exposition locale n'étaient pas indiqués dans les lignes directrices de la CIPRNI (1998) et de la CIPRNI (2010). Les niveaux de référence des lignes directrices de la CIPRNI (2020) ne sont pas indiqués pour le champ électrique aux fréquences supérieures à 2 000 MHz, et sont indiqués pour la densité de puissance au-dessus de 30 MHz (voir les Tableaux 6 et 7 des lignes directrices de la CIPRNI et les **Figures 2, 3, 4 et 5**).

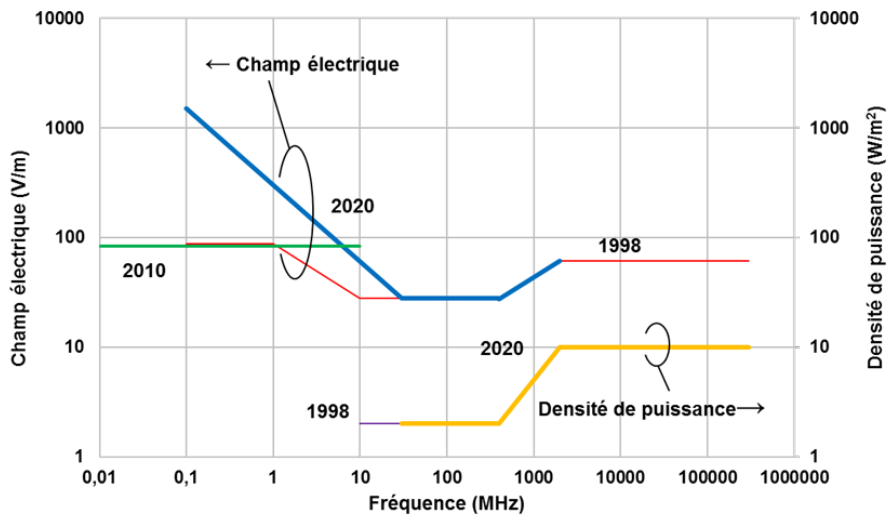
Les quatre figures suivantes<sup>32</sup> présentent des similitudes. Les niveaux d'exposition du corps entier sont calculés en moyenne pour 30 minutes et les niveaux d'exposition localisée sont calculés pour 6 minutes. Pour mieux retenir l'attention du lecteur et illustrer les différences, les titres sont simplifiés: le membre de phrase "dans la gamme de fréquences comprise entre 100 kHz et 300 GHz" n'est pas répété et les détails sont soulignés.

La **Figure 2** ci-dessous montre qu'il existe des différences notables au-dessous de 30 MHz entre les éditions de 1998, de 2010 et de 2020 des lignes directrices de la CIPRNI; de plus, il y a une discontinuité marquée à 100 kHz: 83 V/m (CIPRNI 2010, Tableau 4) contre  $300/f_M^{0,7} = 300/0,1^{0,7} \approx$  1 500 V/m (CIPRNI 2020, Tableau 5).

<sup>31</sup> CIPRNI. [Différences entre les lignes directrices de la CIPRNI \(2020\) et les lignes directrices précédentes](#).

<sup>32</sup> Extrait le 1er novembre 2020 de: <https://www.icnirp.org/en/differences.html>.

Figure 2 - Niveaux de référence moyens pour le corps entier en cas d'exposition du public, conformément aux lignes directrices de la CIPRNI (1998, 2010 et 2020)



En ce qui concerne l'exposition du public, la valeur **83 v/m** indiquée dans le Tableau 4 des lignes directrices de la CIPRNI (2010), et la valeur  $300/f_M^{0,7}$  indiquée dans le Tableau 5 des lignes directrices de la CIPRNI (2020),  $300/f_M^{0,7}$  se croisent à **6,27 MHz**. Étant donné que les niveaux de référence globaux pour la totalité de la gamme de fréquences qu'il convient de respecter dans la pratique sont les plus bas pour chaque fréquence, il convient de se conformer à la ligne verte des lignes directrices de la CIPRNI (2010) et, pour les fréquences plus élevées, à la ligne bleue des lignes directrices de la CIPRNI (2020). Voir les **Figures 7 et 8**, où les limites de la CIPRNI (2020) au-dessous de 6,27 MHz sont tronquées pour le public, et à 6,94 MHz pour l'exposition professionnelle<sup>33</sup>. Étant donné que l'édition de 1998 des lignes directrices de la CIPRNI est obsolète, l'édition de 2010 est particulièrement pertinente pour les fréquences allant jusqu'à 100 kHz; au-dessous de 100 kHz, les niveaux de référence pour l'exposition du public sont de 83 V/m (CIPRNI 2010).

<sup>33</sup> Dans le Tableau 3 de la CIPRNI (2010) et le Tableau 5 de la CIPRNI (2020); les valeurs se croisent à 6,94 MHz; la limite d'exposition est de 170 V/m pour l'exposition professionnelle.

Figure 3 - Niveaux de référence de la CIPRNI (2020) applicables à l'exposition du public pour une exposition localisée  $\geq 6$  min

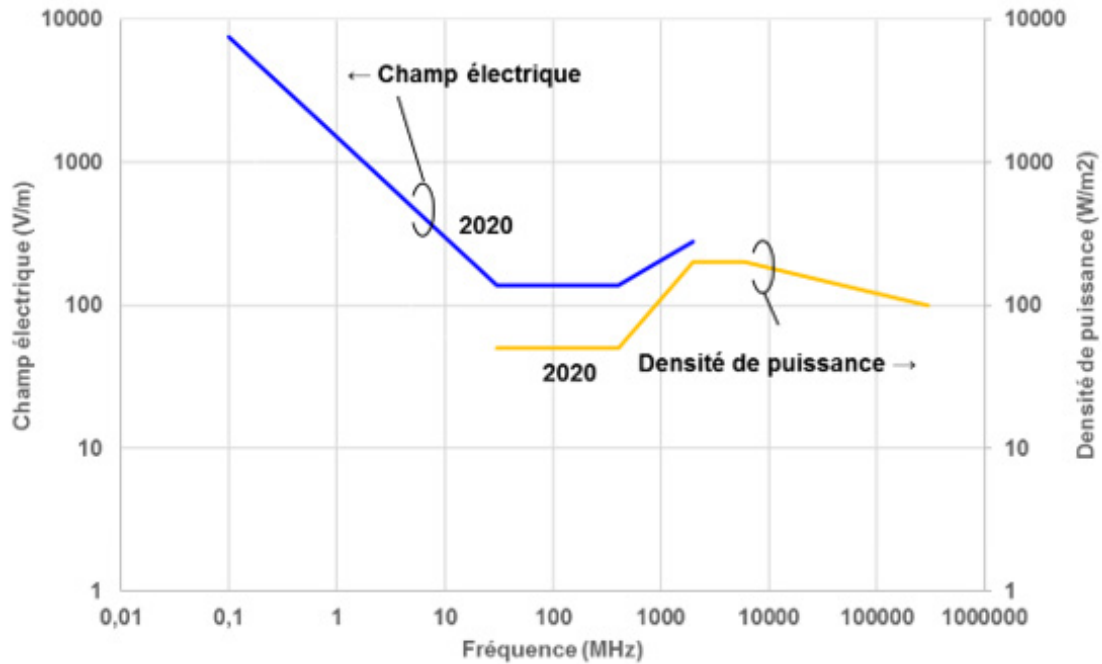


Figure 4 - Niveaux de référence moyens (corps entier) applicables à l'exposition professionnelle, conformément aux lignes directrices de la CIPRNI (1998, 2010 et 2020)

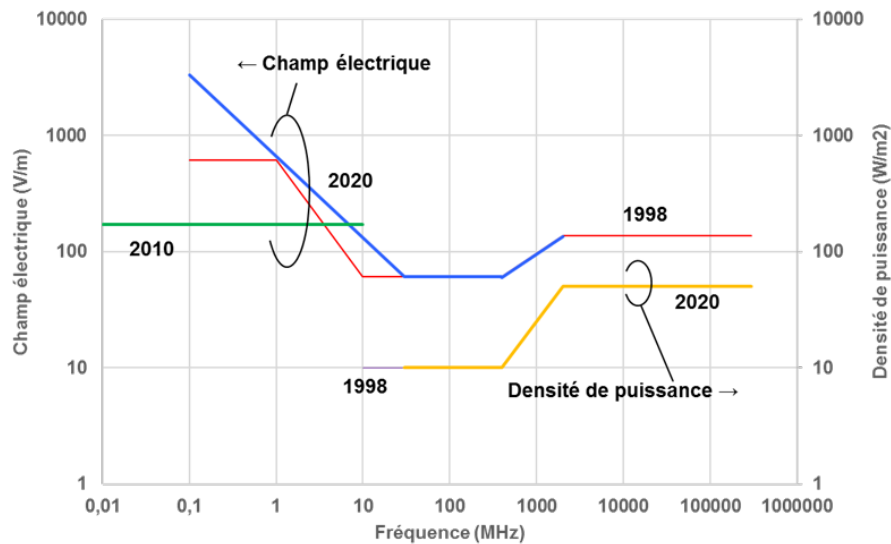
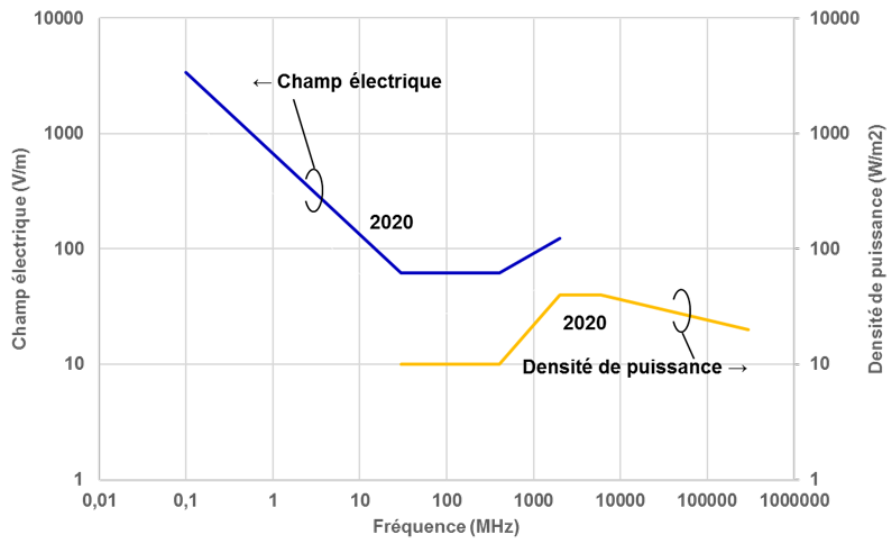


Figure 5 - niveaux de référence applicables à l'exposition professionnelle pour une exposition localisée  $\geq 6$  min, conformément aux lignes directrices de la CIPRNI (2020)



Le **Tableau 4**<sup>34</sup> donne un aperçu des restrictions de base figurant dans les lignes directrices de la CIPRNI (2020).

Tableau 4 - Les lignes directrices de la CIPRNI (2020) en bref - Restrictions de base

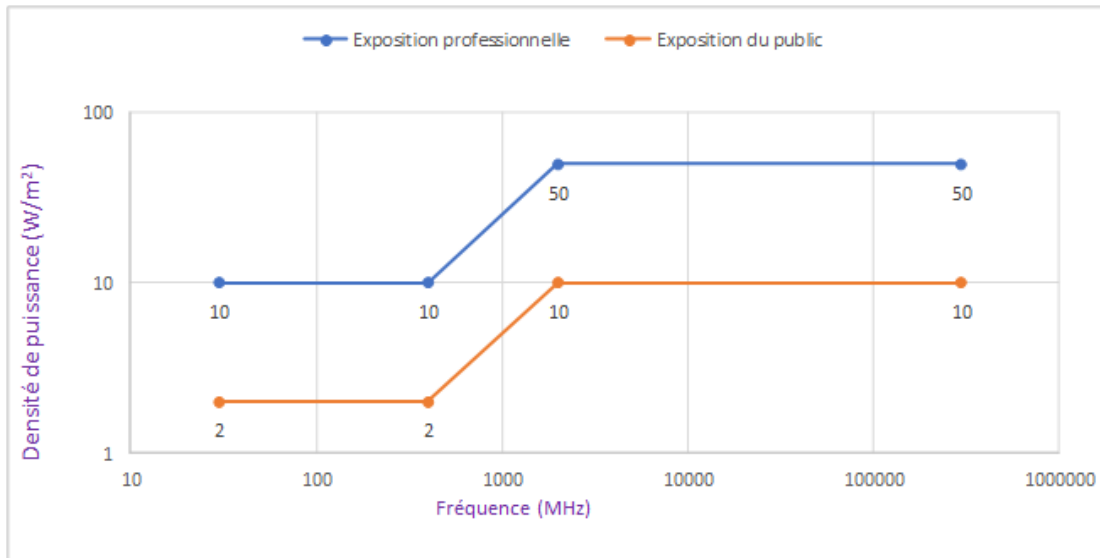
Paramètre	Gamme de fréquences	$\Delta T$	Moyenne spatiale	Moyenne temporelle	Effet sur la santé	Facteur de réduction	Exposition professionnelle	Facteur de réduction	Grand public
$\Delta T$ de base	100 kHz-300 GHz	1°C	WBA (moyenne sur le corps entier)	30 min	4 W/kg	10	0,4 W/kg	50	0,08 W/kg
$\Delta T$ local (tête et torse)	100 kHz-6 GHz	2°C	10 g	6 min	20 W/kg	2	10 W/kg	10	2 W/kg
$\Delta T$ local (membres)		5°C	10 g	6 min	40 W/kg	2	20 W/kg	10	4 W/kg
$\Delta T$ local (tête et torse, membres)	>6-300 GHz 30-300 GHz	5°C	4 cm <sup>2</sup> 1 cm <sup>2</sup>	6 min 6 min	200 W/m <sup>2</sup> 400 W/m <sup>2</sup>	2	100 W/m <sup>2</sup> 200 W/m <sup>2</sup>	10	20 W/m <sup>2</sup> 40 W/m <sup>2</sup>

Note:  $\Delta T$  représente la variation de température.

Les deux figures suivantes illustrent les différences entre les niveaux d'**exposition au champ** et à la **densité de puissance** de la CIPRNI (2020), en cas d'exposition **professionnelle** et d'exposition du **grand public**, calculée en moyenne sur une période de **30 minutes** et sur le **corps entier**. Le rapport de la densité de puissance (5) indiqué dans le Tableau 5 des lignes directrices de la CIPRNI (2020) (par exemple, entre 30 et 400 MHz, le rapport en watts est de 50/10) donne un rapport V/m de  $61,0/27,7 = 2,2 \approx \text{sqrt}(5)$ .

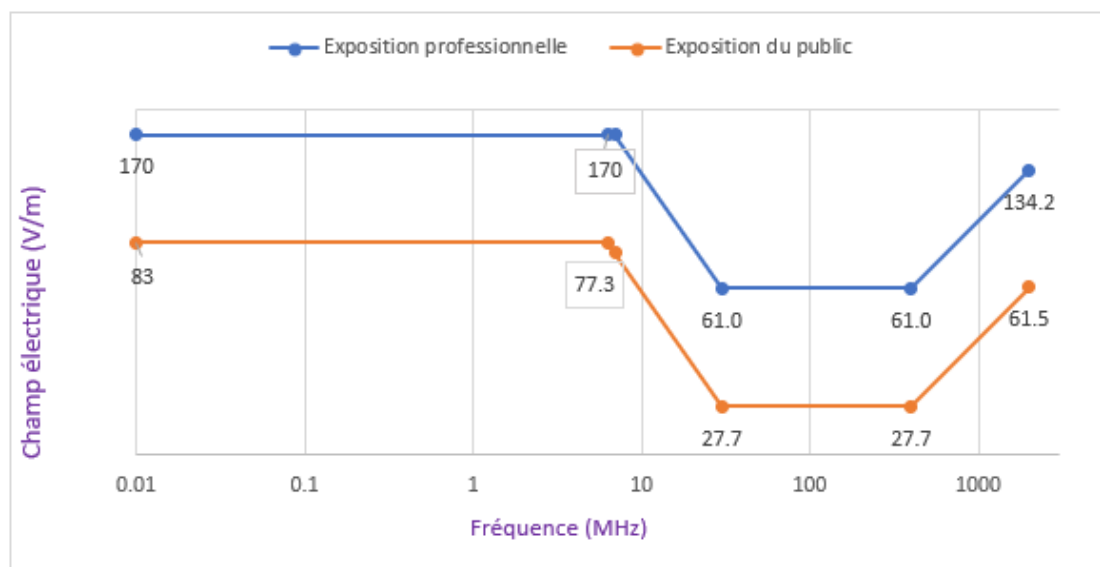
<sup>34</sup> Le Tableau et les trois Figures suivantes ont été élaborés par l'auteur du présent chapitre, à savoir le Corapporteur pour la Question 7/2.

Figure 6 - Tableau 5 des lignes directrices de la CIPRNI (2020) - Comparaison entre les valeurs de la densité de puissance pour l'exposition professionnelle et l'exposition du public, 30 MHz-300 GHz



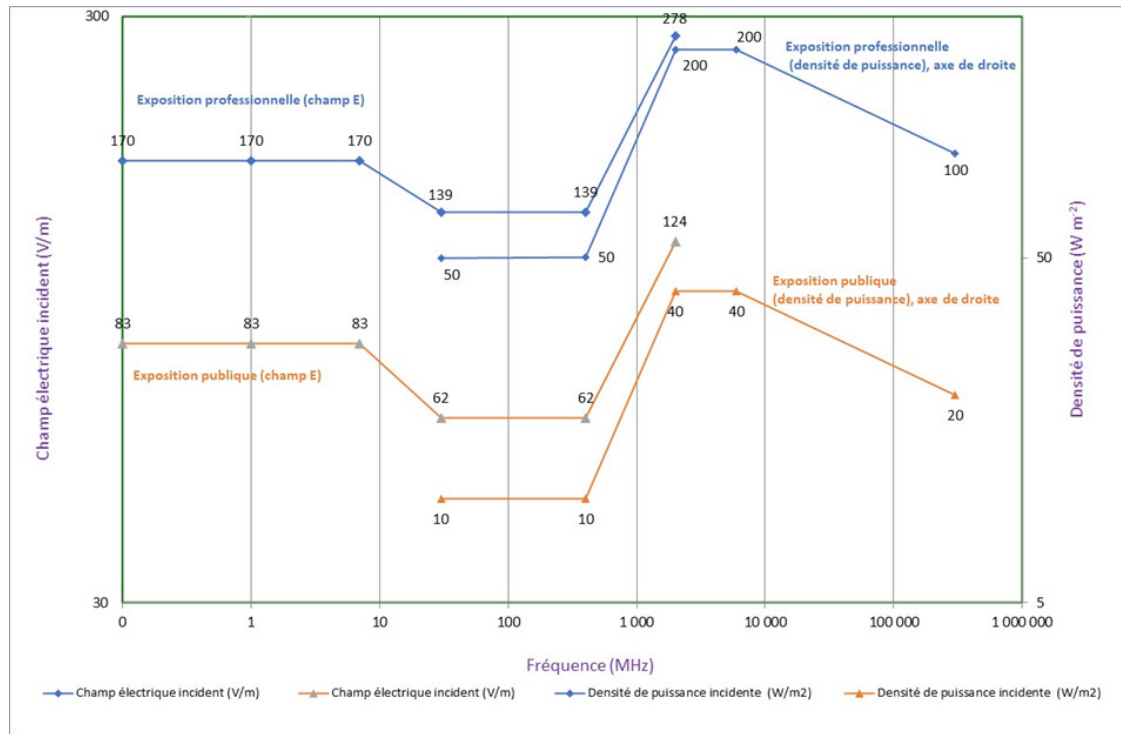
Étant donné qu'entre 100 kHz et 10 MHz, il convient de respecter la valeur la plus stricte pour chaque fréquence, la figure suivante illustre les limites d'exposition de la CIPRNI (2020), qui sont tronquées lorsque les limites d'exposition de la CIPRNI (2010) s'appliquent: pour les valeurs limites d'exposition professionnelle inférieures à **6,94 MHz (170 V/m)**, Tableau 3 des lignes directrices de la CIPRNI (2010), et pour les valeurs limites d'exposition du public inférieures à **6,27 MHz (83 V/m)**, Tableau 4 des lignes directrices de la CIPRNI (2010).

Figure 7 - Tableau 5 des lignes directrices de la CIPRNI (2020) - Comparaison entre les valeurs du champ pour l'exposition professionnelle et l'exposition du public, 0,1 MHz-2 000 MHz, limité au-dessous de  $\approx 7$  MHz par les Tableaux 3 et 4 de la CIPRNI (2010)



On trouvera sur la **Figure 8** une comparaison entre les niveaux d'exposition locale au champ électrique incident et à la densité de puissance, calculés en moyenne sur 6 minutes. Étant donné qu'entre 100 kHz et 10 MHz, il convient de respecter la valeur la plus stricte de l'édition de 2010 ou de l'édition de 2020 des lignes directrices de la CIPRNI pour chaque fréquence, au-dessous de 7 MHz, les limites de la CIPRNI (2010) s'appliquent.

**Figure 8 - Comparaison entre les niveaux d'exposition publique et les niveaux d'exposition professionnelle, Tableau 6 des lignes directrices de la CIPRNI (2020)**



Note: Les unités des deux axes des y (c'est-à-dire le champ électrique incident et la densité de puissance incidente) sont indépendantes l'une de l'autre.

### 3.3 Norme IEEE C95.1-2019

La version de 2019 de la norme C95.1 est téléchargeable gratuitement sur la page du programme GET de l'IEEE. Un résumé des différences entre la version de 2019 et les versions précédentes a été publié dans la revue IEEE Access<sup>35</sup>.

#### 3.3.1 Niveaux de référence: facteurs de sécurité applicables entre 100 kHz et 6 GHz; effets thermiques<sup>36</sup>

- Moyenne pour l'ensemble du corps (WBA)  
Effets comportementaux chez les animaux sur de nombreuses fréquences, seuil à 4 W/kg, avant division par:

<sup>35</sup> William. Bailey et autres., (2019). Résumé de la norme de l'IEEE C95.1™-2019 "Norme de l'IEEE relative aux niveaux de sécurité pour ce qui est de l'exposition des personnes aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques entre 0 Hz et 300 GHz", IEEE Access, 7, 171346-171356.

<sup>36</sup> Voir la norme de l'IEEE (2019) p. 57.



- 10x - 0,4 W/kg pour le niveau supérieur (environnements restreints)
- 50x - 0,08 W/kg pour le niveau inférieur (environnements non restreints - grand public).
- Exposition localisée (moyenne calculée pour 10 g)
  - Cataracte observée chez le lapin, seuil à 100 W/kg, avant division par:
    - 10x - 10 W/kg pour le niveau supérieur
    - 50x - 2 W/kg pour le niveau inférieur.
- Le DAS moyen est calculé sur 30 minutes pour une exposition de l'ensemble du corps (WBA) et sur 6 minutes pour une exposition localisée.
- La moyenne de la densité de puissance épithéliale à travers la surface du corps est calculée sur 6 minutes.

### 3.3.2 Limites de référence dosimétrique et niveau de référence d'exposition<sup>37</sup>

Les **Tableaux 5** et **6** suivants indiquent les limites de référence dosimétrique (DRL) au-dessous et au-dessus de 6 GHz. Il n'y a pas de continuité à 6 GHz.

**Tableau 5 - Norme C95.1-2019 (Tableau 5) - limites de référence dosimétrique, DRL (100 kHz - 6 GHz)**

Conditions	Personnes se trouvant dans des environnements où l'exposition n'est pas restreinte, DAS (W/kg) <sup>a</sup>	Personnes se trouvant dans des environnements où l'exposition est restreinte DAS (W/kg) <sup>a</sup>
Exposition de l'ensemble du corps	0,08	0,4
Exposition localisée <sup>b</sup> (tête et torse)	<u>2</u>	<u>10</u>
Exposition localisée <sup>b</sup> (membres et pavillons)	4	20

<sup>a</sup> Le DAS moyen est calculé sur 30 minutes pour une exposition de l'ensemble du corps et sur 6 minutes pour une exposition localisée.

<sup>b</sup> Moyenne sur 10 g de tissu (défini comme un volume de tissu en forme de cube). Un volume moyen de 10 g de tissu serait représenté par un cube de 10 cm<sup>3</sup> (environ 2,15 cm de côté).

[Adapté et reproduit avec l'autorisation de l'IEEE. Copyright IEEE 2019. Tous droits réservés.]

**Tableau 6 - Norme C95.1-2019 (Tableau 6) - DRL (6 GHz - 300 GHz)**

Conditions	Densité de puissance épithéliale (W/m <sup>2</sup> ) <sup>a,b,c</sup>	
	Personnes se trouvant dans des environnements où l'exposition n'est pas restreinte	Personnes autorisées dans des environnements où l'exposition est restreinte
Surface du corps	20	100

<sup>37</sup> Voir la norme de l'IEEE (2019), Tableaux 5 à 8, Figures 3 et 4.

<sup>a</sup> La moyenne de la densité de puissance épithéliale à travers la surface du corps est calculée sur 6 minutes.

<sup>b</sup> Moyenne calculée sur 4 cm<sup>2</sup> de surface corporelle aux fréquences comprises entre 6 et 300 GHz (définie comme une zone en forme de carré à la surface du corps).

<sup>c</sup> Petites zones exposées au-dessus de 30 GHz: si la zone exposée à la surface du corps est petite (< 1 cm<sup>2</sup>, définie par des contours de -3 dB par rapport à l'exposition maximale), la densité de puissance épithéliale peut dépasser les valeurs DRL indiquées dans le Tableau 6 d'un facteur de 2, avec une surface moyenne de 1 cm<sup>2</sup> (définie comme une zone en forme de carré à la surface du corps).

[Adapté et reproduit avec l'autorisation de l'IEEE. Copyright IEEE 2019. Tous droits réservés.]

Les **Tableaux 7 et 8** n'indiquent pas les valeurs du champ électrique et du champ magnétique au-dessus de 400 MHz.

Le **Tableau 7** indique les niveaux d'exposition de référence (ERL) pour l'exposition de l'ensemble du corps dans le cas de personnes se trouvant dans des environnements non restreints, pendant une durée moyenne de 30 minutes.

**Tableau 7 - Norme C95.1-2019 (Tableau 7) - Niveau d'exposition de référence, ERL (100 kHz - 300 GHz)**

Gamme de fréquences (MHz)	Champ électrique (E) <sup>a,b,c</sup> (V/m)	Champ magnétique (H) <sup>a,b,c</sup> (A/m)	Densité de puissance (S) <sup>a,b,c</sup> (W/m <sup>2</sup> )	
			S <sub>E</sub>	S <sub>H</sub>
0,1 à 1,34	614	16,3/f <sub>M</sub>	1 000	100 000 / f <sub>M</sub> <sup>2</sup>
1,34 à 30			1 800 / f <sub>M</sub> <sup>2</sup>	
30 à 100	27,5	158,3/f <sub>M</sub> <sup>1.668</sup>	2	9 400 000 / f <sub>M</sub> <sup>3.336</sup>
100 à 400		0,0729	2	
400 à 2000			f <sub>M</sub> /200	
2000 à 300 000			10	

Note - S<sub>E</sub> et S<sub>H</sub>, à savoir les valeurs de la densité de puissance équivalente en ondes planes données respectivement pour le champ électrique ou le champ magnétique, sont couramment utilisées comme comparaison pratique avec les niveaux ERL aux fréquences plus élevées et sont parfois indiquées sur des instruments couramment employés.

<sup>a</sup> Pour les expositions qui sont uniformes sur les dimensions du corps, par exemple certaines expositions à des ondes planes en champ lointain, les valeurs du champ d'exposition et les densités de puissance sont comparées aux niveaux ERL de la norme IEEE 95.1 (Tableau 7). Pour les expositions non uniformes plus habituelles, les valeurs moyennes des champs d'exposition, obtenues par le calcul de la moyenne spatiale des densités de puissance équivalentes en ondes planes ou des valeurs au carré des champs, sont comparées aux niveaux ERL du Tableau 7.

<sup>b</sup> f<sub>M</sub> est la fréquence en MHz.

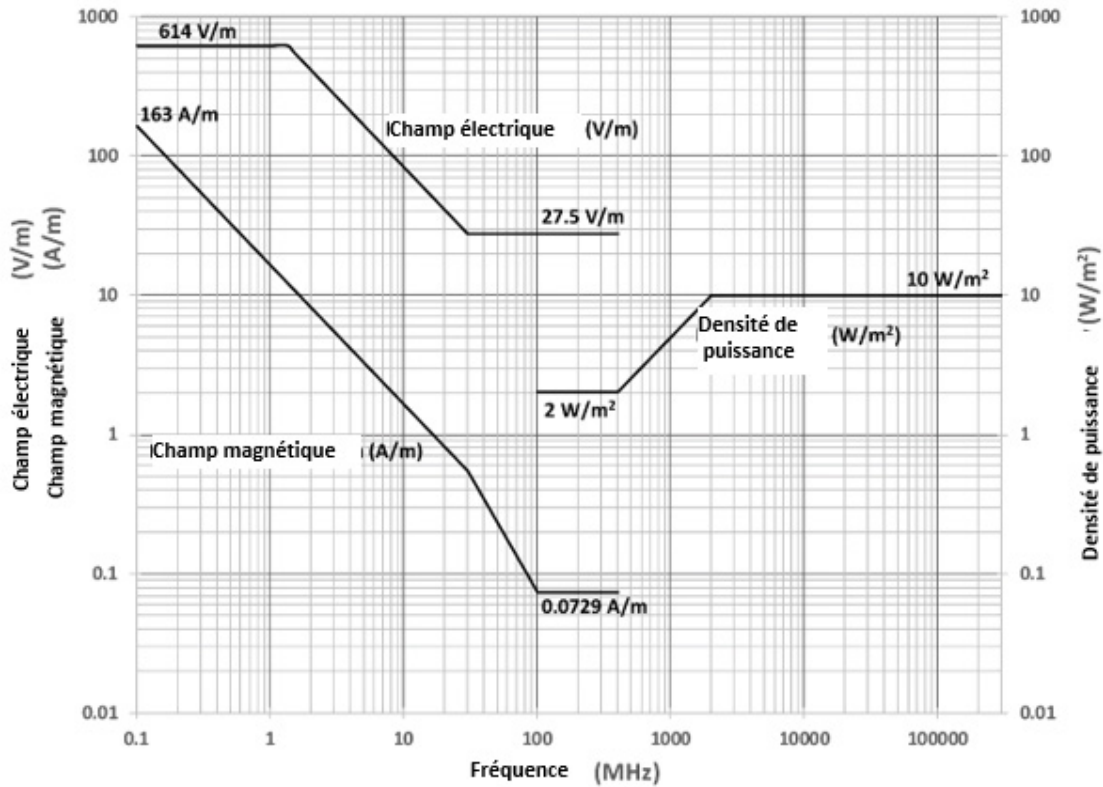
<sup>c</sup> Les valeurs E, H et S sont les valeurs efficaces en l'absence de perturbation due à la présence du corps.

[Adapté et reproduit avec l'autorisation de l'IEEE. Copyright IEEE 2019. Tous droits réservés.]

La **Figure 9** représente la Figure 3 de la norme C95.1-2019 - Représentations graphiques des niveaux ERL indiqués dans le Tableau 7 de la norme IEEE, pour les champs électriques et

magnétiques et la densité de puissance équivalente en ondes planes - Personnes se trouvant dans des environnements **non restreints**.

Figure 9 - Norme C95.1-2019 (Figure 3) - Champs électromagnétiques et densité de puissance dans les environnements non restreints



Source: [Adapté et reproduit avec l'autorisation de l'IEEE. Copyright IEEE 2019. Tous droits réservés].

Note<sup>38</sup>: aux fréquences inférieures à 30 MHz, la longueur d'onde est supérieure à 10 m. Il n'y a pas de résonance avec le corps (moins de 2 m). Nous ne constituons pas un obstacle pour le signal, et seule une petite partie de l'énergie RF pénètre dans le corps.

Le **Tableau 8** représente le Tableau 8 de la norme IEEE C95.1-2019: Niveaux ERL pour l'exposition (corps entier) des personnes autorisées dans des environnements restreints (100 kHz - 300 GHz), pendant une durée moyenne de 30 minutes.

<sup>38</sup> Cette note ne figure pas dans la norme IEEE 95.1.

**Tableau 8 - Norme C95.1-2019 (Tableau 8) - Niveaux ERL dans des environnements restreints (100 kHz - 300 GHz)**

Gamme de fréquences (MHz)	Champ électrique (E) <sup>a,b,c</sup> (V/m)	Champ magnétique (H) <sup>a,b,c</sup> (A/m)	Densité de puissance (S) <sup>a,b,c</sup> (W/m <sup>2</sup> )	
0,1 à 1,0	1 842	16,3/f <sub>M</sub>	S <sub>E</sub>	S <sub>H</sub>
1,0 à 30	1 842/f <sub>M</sub>		9 000	100 000 f <sub>M</sub> <sup>2</sup>
30 à 100	61,4		9 000 / f <sub>M</sub> <sup>2</sup>	
100 à 400			10	10
400 à 2 000			f <sub>M</sub> /40	
2 000 à 300 000			50	

Note - S<sub>E</sub> et S<sub>H</sub>, à savoir les valeurs de la densité de puissance équivalente en ondes planes données respectivement pour le champ électrique ou le champ magnétique, sont couramment utilisées comme comparaison pratique avec les niveaux ERL aux fréquences plus élevées et sont parfois indiquées sur des instruments couramment employés.

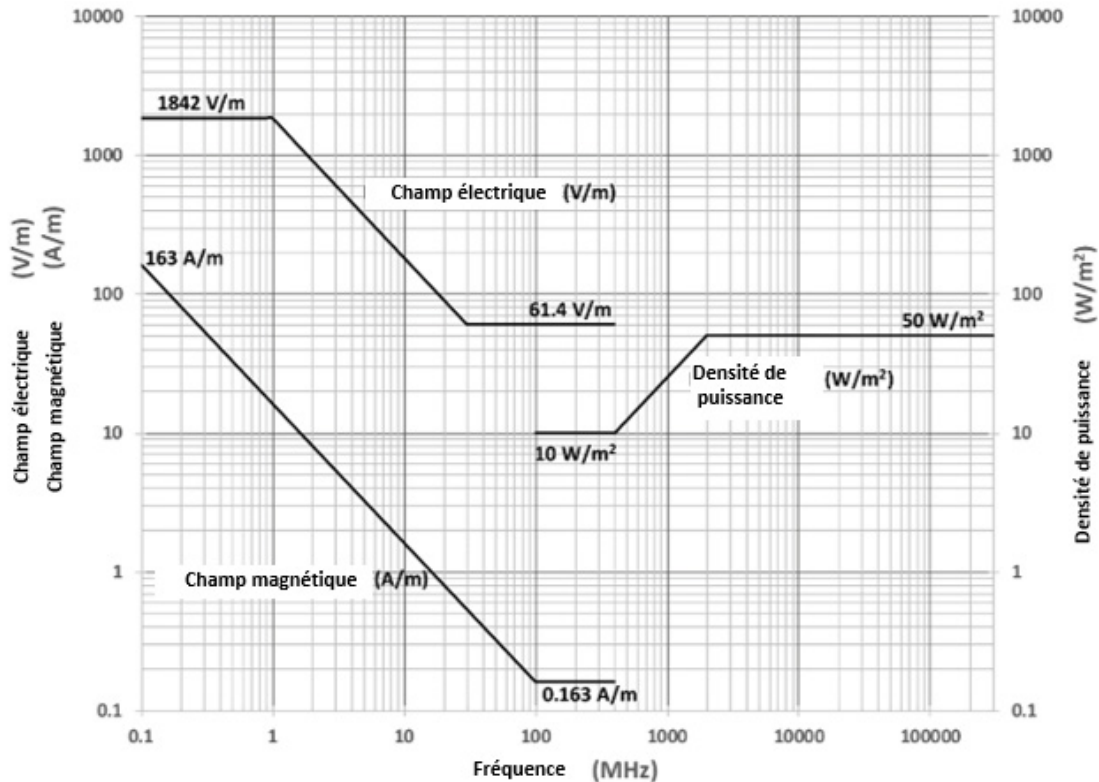
<sup>a</sup> Pour les expositions qui sont uniformes sur les dimensions du corps, par exemple certaines expositions à des ondes planes en champ lointain, les valeurs du champ d'exposition et les densités de puissance sont comparées aux niveaux ERL de la norme IEEE 95.1 (Tableau 8). Pour les expositions non uniformes plus habituelles, les valeurs moyennes des champs d'exposition, obtenues par le calcul de la moyenne spatiale des densités de puissance équivalentes en ondes planes ou des valeurs au carré des champs, sont comparées aux niveaux ERL du Tableau 8.

<sup>b</sup> f<sub>M</sub> est la fréquence en MHz.

<sup>c</sup> Les valeurs E, H et S sont les valeurs efficaces en l'absence de perturbation due à la présence du corps. [Adapté et reproduit avec l'autorisation de l'IEEE. Copyright IEEE 2019. Tous droits réservés.]

La **Figure 10** représente la Figure 4 de la norme C95.1-2019 - Représentations graphiques des niveaux ERL indiqués dans le Tableau 8 de la norme IEEE, pour les champs électriques et magnétiques et la densité de puissance équivalente en ondes planes - Personnes autorisées dans des environnements **restreints**.

Figure 10 - Norme C95.1-2019 (Figure 4) - champs électromagnétiques et densité de puissance dans les environnements restreints



Source: [Adapté et reproduit avec l'autorisation de l'IEEE. Copyright IEEE 2019. Tous droits réservés].

### 3.3.3 Comparaison et différences entre les lignes directrices de la CIPRNI (1998), la norme IEEE 95-1 (2019) et les lignes directrices de la CIPRNI (2020)

#### 3.3.3.1 La norme IEEE C95.1 (2019) et les lignes directrices de la CIPRNI (2020) sont pour l'essentiel harmonisées

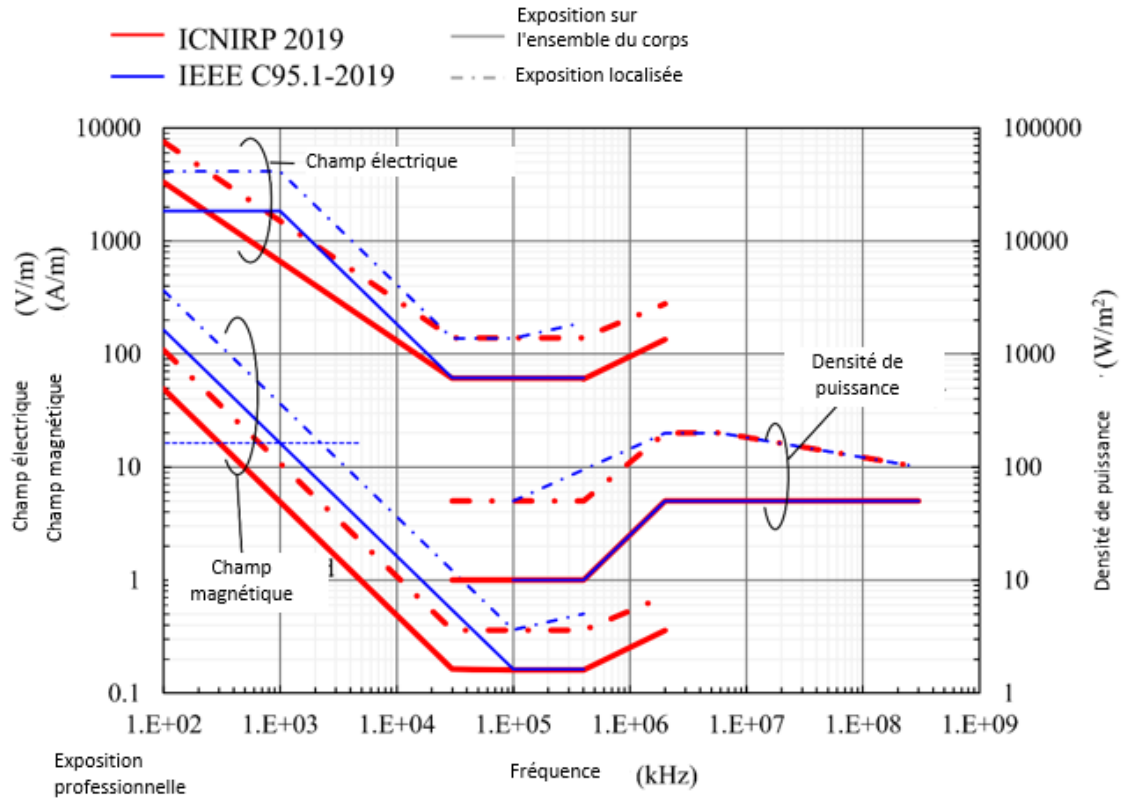
Les lignes directrices de la CIPRNI (1998 et 2020) et la norme de l'IEEE (2019) établissent une distinction entre les personnes se trouvant dans des environnements non restreints (exposition du public) et les personnes autorisées dans des environnements restreints (exposition professionnelle). Les restrictions de base et les niveaux de référence concernant la **densité de puissance** de la CIPRNI (2020) et de la norme de l'IEEE pour l'exposition du corps entier à des champs continus **au-dessus de 30 MHz sont identiques!**

- Le DAS est égal à 2 W/kg pour l'exposition du public et à 10 W/kg pour l'exposition professionnelle.
- Les niveaux d'exposition de référence sont égaux:
  - à 400 à 2 000 MHz  $f_M/200$  W/m<sup>2</sup> pour l'exposition du public et à  $f_M/40$  W/m<sup>2</sup> pour l'exposition professionnelle.
  - à 2 000 à 300 000 MHz 10 W/m<sup>2</sup> pour l'exposition du public et à 50 W/m<sup>2</sup> pour l'exposition professionnelle.

Les trois figures ci-après montrent que la norme IEEE C95.1 (2019) et les lignes directrices de la CIPRNI (2020) sont pour l'essentiel harmonisées.

La **Figure 11** présente une comparaison entre les limites de référence (RL) de la CIPRNI et de l'IEEE pour l'exposition professionnelle.

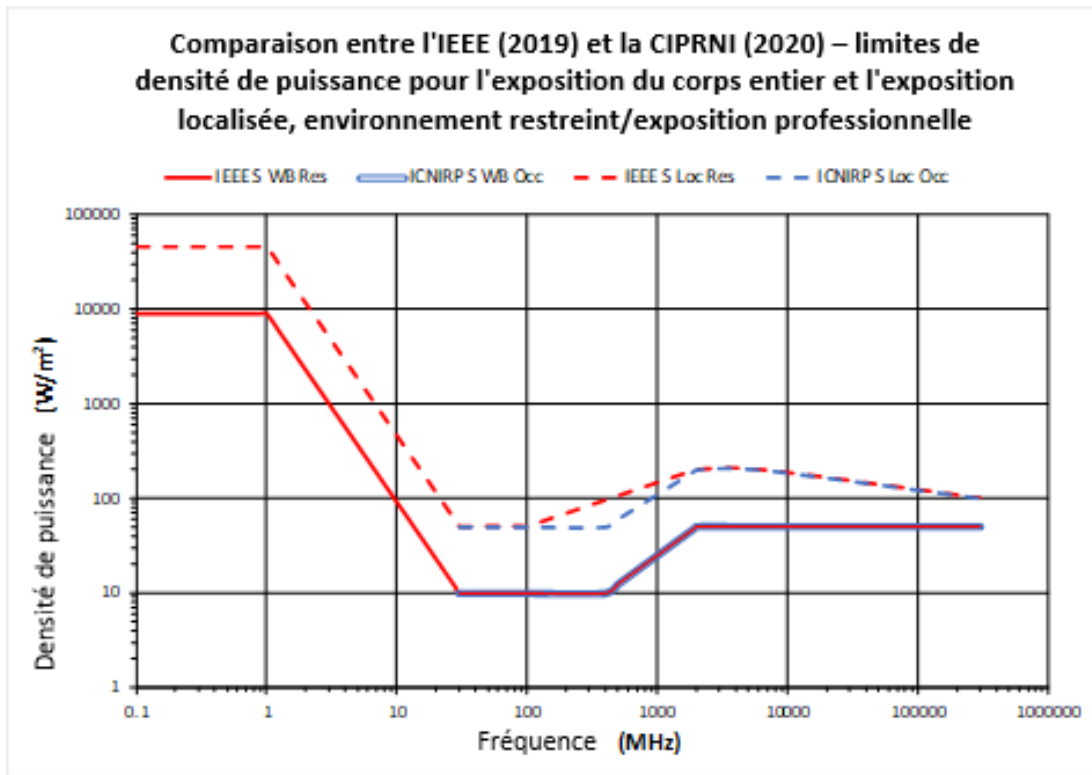
**Figure 11 - Comparaison entre les limites de référence (RL) de la CIPRNI et de l'IEEE pour l'exposition professionnelle**



Source: Akimasa Hirata<sup>39</sup>

<sup>39</sup> Akimasa Hirata. "Normes relatives à l'exposition des personnes et évaluation de la conformité pour la 5G et au-delà". Orateur principal lors de la *séance plénière d'ouverture du Colloque EMC Europe 2020*, 23 septembre 2020, La figure fait mention de l'édition de 2019 des lignes directrices de la CIPRNI, au lieu de l'édition de 2020.

Figure 12 - Comparaison entre la norme IEEE C95.1 (2019) et les lignes directrices de la CIPRNI (2020) pour l'exposition du corps entier et l'exposition localisée



Légende:

WB res: corps entier, environnement restreint

WB Occ: corps entier, exposition professionnelle

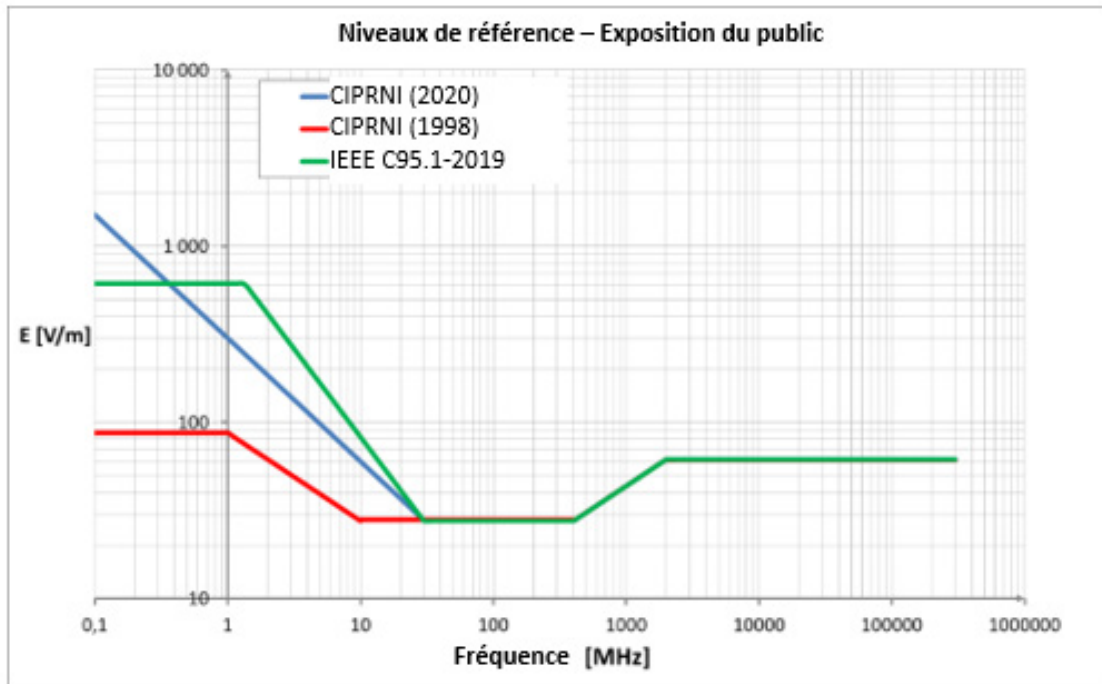
Loc res: exposition localisée, environnement restreint

Loc Occ: exposition localisée, exposition professionnelle

Source: IEEE/ICES Ric Tell, 4 juin 2020

La **Figure 13** présente une comparaison entre les niveaux de référence de la CIPRNI (1998), de l'IEEE (2019) et de la CIPRNI (2020) pour l'exposition du public. Précision - les niveaux de référence de la CIPRNI (2020) ne prennent pas en compte le champ électrique aux fréquences supérieures à 2 000 MHz; cependant, les unités de champ électrique et les mesures V/m sont pratiques pour de nombreuses administrations, en ce sens qu'elles permettent de contrôler les valeurs du champ, et non la densité de puissance. Étant donné qu'entre 100 kHz et 10 MHz, il convient de respecter la valeur la plus stricte de l'édition de 2010 ou de l'édition de 2020 des lignes directrices de la CIPRNI pour chaque fréquence, au-dessous de 6,27 MHz, la limite fixée pour l'exposition du public est de 83 V/m.

Figure 13 - Niveaux de référence de la CIPRNI (1998), de l'IEEE (2019) et de la CIPRNI (2020) pour l'exposition du public



Source: Fryderyck Lewicki<sup>40</sup>

### 3.3.3.2 Limites de la CIPRNI (1998), de la CIPRNI (2020) et de la norme IEEE 95.1 (2019) applicables aux combinés cellulaires

Les rayonnements auxquels le grand public est le plus exposé sont émis par des dispositifs portatifs comme les téléphones mobiles, la majeure partie de l'énergie radioélectrique étant absorbée par le cerveau et les tissus environnants. Les niveaux courants d'exposition du cerveau aux rayonnements émis par des combinés sont de plusieurs ordres de grandeur supérieurs aux rayonnements émis par les stations de base de téléphonie mobile situées sur les toits, par la télévision de Terre ou par les stations de radiocommunication. S'agissant des niveaux d'exposition, on établit une distinction entre les émetteurs fixes des stations de base qui produisent des rayonnements et ceux des combinés portables. L'exposition en champ lointain<sup>41</sup> aux rayonnements des stations hertziennes fixes est facile à analyser (elle peut être aisément simulée et mesurée) par rapport aux limites de densité de puissance (ou valeurs du champ). Toutefois, les combinés sont utilisés à proximité du corps des utilisateurs, ce qui signifie que l'exposition aux champs électromagnétiques dite "en champ proche"<sup>42</sup> dépend étroitement de la position par rapport au corps et de la conception du combiné. Le débit d'absorption

<sup>40</sup> F Lewicki. *Champs électromagnétiques et mise en œuvre de la 5G. Séminaire de l'UIT pour l'Europe et la CEI sur la gestion du spectre et la radiodiffusion*, 2 juillet 2020.

<sup>41</sup> Les Recommandations UIT-T [K.61](#) et UIT-T [K.91](#) définissent comme suit la région de champ lointain: "Région du champ d'une antenne dans laquelle la distribution angulaire du champ est essentiellement indépendante de la distance par rapport à l'antenne. Région dans laquelle le champ présente essentiellement la forme d'une onde plane, c'est-à-dire que les champs électriques et magnétiques sont uniformément répartis localement selon des plans perpendiculaires au sens de propagation".

<sup>42</sup> Les Recommandations UIT-T [K.52](#) et UIT-T [K.91](#) définissent comme suit la région de champ proche: "Région située à proximité d'une antenne ou d'une autre structure rayonnante, dans laquelle les champs électriques et magnétiques ne présentent pas essentiellement la forme d'une onde plane mais varient considérablement d'un point à l'autre".



spécifique (DAS)<sup>43</sup>, est lié au champ électrique interne et, par extension, à l'élévation de la température corporelle induite par les champs électromagnétiques radiofréquences absorbés. Le DAS définit les limites de seuil applicables aux sources utilisées à proximité du corps, y compris les combinés et les ordinateurs de type portable.

Les constructeurs se conforment aux normes internationales relatives aux tests de conformité pour s'assurer qu'une fois testé, le dispositif fonctionnant à sa puissance maximale respectera les limites nationales ou internationales pertinentes. Les combinés fonctionnent à pleine puissance dans les conditions de connexion les plus défavorables (présence d'obstacles ou distance importante par rapport à la station de base), et à la puissance minimale dans les conditions de connexion les plus favorables (propagation en visibilité directe et proximité de la station de base). Le niveau maximal de DAS des différents téléphones mobiles varie en fonction des technologies et de nombreux autres facteurs. À titre d'exemple, le DAS est également influencé par des paramètres techniques, comme le type d'antenne utilisé et son positionnement à l'intérieur de l'appareil.

Le Tableau 4 de la CIPRNI (1998) indique que le DAS localisé (tête et tronc) entre 10 MHz et 10 GHz et le DAS localisé (tête et tronc) entre 100 kHz et 10 MHz sont de **2,0 (W kg<sup>-1</sup>)**, en moyenne sur un tissu de 10 g, pour les membres du public. Les restrictions concernant le DAS localisé (100 kHz - 6 GHz) sont indiquées dans le Tableau 2 des lignes directrices de la CIPRNI (2020) "Restrictions de base applicables à l'exposition aux champs électromagnétiques entre 100 kHz et 300 GHz, pour les intervalles de calcul de la moyenne  $\geq 6$  min" et sont résumées dans le **Tableau 4** du présent rapport: Les lignes directrices de la CIPRNI (2020) en bref Les valeurs restent inchangées par rapport à celles de la CIPRNI (1998): **2,0 (W kg<sup>-1</sup>)**.

Les lignes directrices de la CIPRNI (2020) contiennent une nouvelle restriction de base ( $S_{ab}$ , densité de puissance absorbée), entre 6 et 300 GHz, de 20 W/m<sup>2</sup> pour l'exposition du public; voir les Tableaux 1 et 2 de la CIPRNI (2020). Des niveaux de référence additionnels pour une exposition localisée, calculée en moyenne sur 6 minutes, sont indiqués dans le Tableau 6 des lignes directrices de la CIPRNI (2020). Les notes 5 et 6 du Tableau 6 (voir les Notes soulignées du **Tableau 3** dans le présent rapport) permettent de savoir s'il y a lieu d'utiliser la restriction de base ou le niveau de référence pour déterminer la conformité. Ces nouvelles restrictions de base/nouveaux niveaux de référence s'appliquent aux dispositifs 5G des Télécommunications mobiles internationales (IMT) fonctionnant à des fréquences plus élevées.

Conformément à la norme IEEE C95.1 (2005) p. 78: "Les valeurs moyennes spatiales maximales du DAS, qui s'établissaient à 1,6 W/kg et 8 W/kg pour l'exposition du public et les expositions dans des environnements contrôlés, ont été remplacées respectivement par 2 W/kg et 10 W/kg". Une phrase analogue figure dans la norme IEEE C95.1 (2019) p. 72. Par conséquent, le niveau de DAS de 1995 de 1,6 W/kg a été modifié en 2005 et reste à 2 W/kg dans la norme IEEE C95.1 (2019). Le **Tableau 5** - C95.1-2019 (Tableau 5) - Limites de référence dosimétrique, DRL (100 kHz - 6 GHz)" du présent rapport indique, dans le cas d'une exposition localisée (tête et torse), une valeur de 2 W/kg pour les personnes se trouvant dans des environnements non restreints. Selon la norme IEEE C95.1-2019 (p.112 et 113), la raison de ce changement est que l'on est passé de la logique purement dosimétrique de la norme précédente à la logique biologique de la CIPRNI.

<sup>43</sup> Le DAS est la dérivée temporelle de la puissance incrémentielle (dW) absorbée par (dissipée dans) une masse incrémentielle contenue dans un élément de volume d'une densité de masse donnée. Voir également la Recommandation UIT-T [K.52](#).

## 3.4 Autres références internationales

### 3.4.1 Recommandations de l'UIT-T et Suppléments pertinents de la série K

La Commission d'études 5 de l'UIT-T (Environnement, changements climatiques et économie circulaire) a été particulièrement active dans l'élaboration de Recommandations relatives à la protection contre les champs radiofréquences et à la mesure/au calcul de ces champs. On trouvera dans la liste ci-dessous les Recommandations UIT-T (normes) les plus pertinentes concernant les champs électromagnétiques, ainsi que les Suppléments qui s'y rapportent<sup>44</sup>.

- [UIT-T K.52](#): Lignes directrices relatives aux valeurs limites d'exposition des personnes aux champs électromagnétiques
- [UIT-T K.61](#): Directives pour la mesure et la prédiction numérique des champs électromagnétiques pour l'observation des limites d'exposition humaine aux rayonnements par les installations de télécommunication
- [UIT-T K.70](#): Techniques de limitation de l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques au voisinage de stations de radiocommunication
- [UIT-T K.83](#): Surveillance des niveaux des champs électromagnétiques
- [UIT-T K.90](#): Techniques d'évaluation et méthodes de travail à utiliser pour respecter les limites d'exposition du personnel des opérateurs de réseau aux champs électromagnétiques à la fréquence du secteur
- [UIT-T K.91](#): Guide d'évaluation et de surveillance de l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radioélectriques
- [UIT-T K.100](#): Mesure des champs électromagnétiques radiofréquence pour déterminer si les limites d'exposition des personnes sont respectées lorsqu'une station de base est mise en service
- [UIT-T K.113](#): Établissement de cartes d'intensité du champ électromagnétique radiofréquence
- [UIT-T K.122](#): Niveaux d'exposition à proximité immédiate des antennes de radiocommunication
- [UIT-T K.145](#): Évaluation et gestion du respect des limites d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquence pour les personnes travaillant au niveau des sites et des installations de radiocommunication.

Comme le montre cette liste, il existe déjà un ensemble complet de Recommandations/normes de l'UIT permettant de tenir compte des préoccupations réalistes concernant l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences émis par les réseaux et les dispositifs.

Les Suppléments pertinents des Recommandations UIT-T de la série K sont les suivants:

- [K Suppl. 1](#): UIT-T K.91 – Directives relatives aux champs électromagnétiques et à la santé des personnes
- [K Suppl. 4](#): UIT-T K.91 – Considérations relatives aux champs électromagnétiques dans les villes intelligentes et durables
- [K Suppl. 9](#): Technologie 5G et exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquence
- [K Suppl. 13](#): Niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences (RF-EMF) des utilisateurs des dispositifs mobiles et portables dans différentes conditions d'utilisation

<sup>44</sup> [Recommandations UIT-T de la série K.](#)

- [K Suppl. 14](#): Incidence des limites d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences (RF-EMF) plus strictes que celles établies dans les directives de la CIPRNI ou de l'IEEE sur le déploiement des réseaux mobiles 4G et 5G
- [K Suppl. 16](#): Évaluations de la conformité des réseaux sans fil 5G en termes d'exposition aux champs électromagnétiques
- [K Suppl. 19](#): Intensité des champs électromagnétiques à l'intérieur des rames de métro
- [K Suppl. 20](#): UIT-T K.91 – Supplément sur l'évaluation de l'exposition aux radiofréquences autour des stations de métro de base

Grâce aux travaux fructueux de la Commission d'études 5, les Recommandations UIT-T de la série K et les Suppléments de la série K qui s'y rapportent sont révisés à intervalles réguliers. Les versions les plus récentes peuvent être consultées à l'adresse suivante: <https://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=K>.

### 3.4.2 Rapport UIT-R SM.2452

Le rapport UIT-R SM.2452<sup>45</sup> du Secteur des radiocommunications, intitulé "Mesure des champs électromagnétiques pour évaluer l'exposition des personnes", publié en juin 2019, fournit des informations sur des mesures significatives. Il est indiqué ce qui suit dans l'introduction de ce rapport: "En raison de la multiplication d'installations hertziennes de tous types partout dans le monde, il devient nécessaire d'effectuer des mesures minutieuses autour de celles-ci". La "Table des matières" reproduite ci-dessous met en évidence les thèmes abordés dans ce rapport très important de l'UIT-R):

- 1 Introduction
- 2 Cadre réglementaire
- 2.1 Guide 1998 de la CIPRNI sur les champs autour des émetteurs: niveaux de référence
- 2.2 Cartographie des champs électriques calculés autour des émetteurs
- 3 Guide pratique des mesures EMF permettant d'évaluer l'exposition des personnes
- 3.1 Principes du processus de mesure visant à évaluer les champs EMF
- 3.2 Instruments de mesure comportant des fonctionnalités propres à l'évaluation des champs électromagnétiques
- 3.3 Réduire le nombre de points de mesure dans l'espace
- 3.4 Réduire le temps d'observation et extrapoler vers l'exposition maximale
- 3.5 Évaluation de l'exposition à des services particuliers
- 4 Références
- 5 Glossaire et abréviations

### 3.4.3 Normes de la Commission électrotechnique internationale

On trouvera ci-après la liste des normes et des rapports techniques de la Commission électrotechnique internationale (CEI)<sup>46</sup> qui ont été récemment mis à jour et publiés en 2018/2019:

- [CEI TR 62669:2019](#) Édition 2.0, études de cas à l'appui de la norme CEI 62232 – Détermination des champs de radiofréquences, de la densité de puissance et du DAS au voisinage des stations de base de radiocommunication pour évaluer l'exposition des personnes (mise à jour dans le contexte de la 5G)

<sup>45</sup> Rapport [UIT-R SM.2452](#). Mesure des champs électromagnétiques pour évaluer l'exposition des personnes.

<sup>46</sup> Commission électrotechnique internationale (CEI). <https://www.iec.ch/homepage>.

- [CEI TR 63170:2018](#) Édition 1.0 (15.08.2018) – Procédure de mesure pour l'évaluation de la densité de puissance liée à l'exposition des personnes aux champs radiofréquences produits par des dispositifs de communications sans fil fonctionnant entre 6 GHz et 100 GHz (applications 5G)
- [CEI PAS 63151:2018](#) Édition 1.0 (15.01.2018) – Procédure de mesure pour l'évaluation du débit d'absorption spécifique de l'exposition des personnes aux champs radiofréquences des appareils de communication sans fil tenus à la main ou portés près du corps – Systèmes basés sur des mesures vectorielles (gamme de fréquences comprise entre 30 MHz et 6 GHz)
- [CEI TR 62905:2018](#) Édition 1.0 (06.02.2018) – Méthodes d'évaluation de l'exposition pour les systèmes de transfert d'énergie sans fil
- [CEI TR 63167:2018](#) Édition 1.0 (05.06.2018) – Évaluation du courant de contact lié à l'exposition des personnes aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques.

Parmi les autres normes et rapports importants de la CEI, on peut citer les suivants:

#### Normes

- [CEI 62209-1](#) (2016) – Procédure de mesure pour l'évaluation du débit d'absorption spécifique de l'exposition des personnes aux champs radiofréquences des appareils de communication sans fil tenus à la main ou portés près du corps Partie 1: dispositifs utilisés près de l'oreille (gamme de fréquences comprise entre 300 MHz et 6 GHz)
- [CEI 62232](#) (2017) – Détermination des champs de radiofréquences, de la densité de puissance et du DAS au voisinage des stations de base de radiocommunication pour évaluer l'exposition des personnes.

#### Rapports:

- [CEI TR36170](#)<sup>47</sup> Rapport technique 6-100 GHz Juillet 2018
- [CEI/IEEE 62704-5](#)<sup>48</sup> Norme internationale (Calc) Mai 2020  
6-100 GHz
- [CEI/IEEE 63195-1](#)<sup>49</sup> Norme internationale (Meas) Décembre 2020  
6-100 GHz

Les principales normes internationales de mesure du DAS dans la tête sont les normes CEI 62209-1 et IEEE 1528.

### 3.4.4 Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

- [IEEE 1528](#) (2003) – Pratique recommandée par l'IEEE pour la détermination de la moyenne spatiale maximale du débit d'absorption spécifique (DAS) dans la tête produit par des dispositifs de communication sans fil: Technique de mesure
- [Norme de l'IEEE C95.1-2005](#) – niveaux de sécurité pour ce qui est de l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences entre 3 kHz et 300 GHz

<sup>47</sup> CEI. [CEI TR 63170:2018](#). Procédure de mesure pour l'évaluation de la densité de puissance liée à l'exposition des personnes aux champs radiofréquences produits par des dispositifs de communications sans fil fonctionnant entre 6 GHz et 100 GHz.

<sup>48</sup> CEI et IEEE [CEI/IEEE 62704-5](#) - "Détermination du DAS de crête dans le corps produit par les dispositifs de communications sans fil, 30 MHz - 6 GHz: Partie 4: Exigences générales pour l'utilisation de la méthode des éléments finis (FEM) pour le calcul du DAS".

<sup>49</sup> CEI et IEEE [CEI/IEEE 63195-1](#). Procédure de mesure pour l'évaluation de la densité de puissance liée à l'exposition des personnes aux champs radiofréquences produits par des dispositifs de communications sans fil fonctionnant à proximité immédiate de la tête et du corps - Gamme de fréquences comprise entre 6 GHz et 300 GHz.

- [IEEE C95.1-2019](#) - Norme de l'IEEE relative aux niveaux de sécurité pour ce qui est de l'exposition des personnes aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques entre 0 Hz et 300 GHz.

### 3.4.5 Résumé - bonnes pratiques, limites internationales d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences

Les administrations sont encouragées à suivre les lignes directrices de la CIPRNI ou la norme de l'IEEE, ou à adopter les limites fixées par leurs propres experts. Pour les administrations qui choisissent d'utiliser les limites internationales d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences, les bonnes pratiques consistent à limiter les niveaux d'exposition aux seuils indiqués dans l'édition de 2020 des lignes directrices de la CIPRNI.

## Chapitre 4 – Politiques visant à limiter l'exposition aux champs radiofréquences

Avec le déploiement des réseaux sans fil 5G, l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques qui en émanent a suscité l'inquiétude du public dans certains pays. Le présent chapitre récapitule les principales mesures réglementaires que différents pays ont adoptées concernant l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences et présente des pratiques nationales relatives aux limites d'exposition.

### 4.1 Lignes directrices relatives à la réglementation nationale

Il existe différents systèmes de limites des champs électromagnétiques radiofréquences dans le monde<sup>50</sup>. L'IEEE a publié la version révisée de la norme IEEE C95.1 en octobre 2019<sup>51</sup>. Les versions précédentes de cette norme ont été adoptées par les Samoa américaines, la Bolivie, la Micronésie, Guam, l'Iraq, les Îles Marshall, les Îles Mariannes du Nord, Palau, Porto Rico, les États-Unis et les Îles Vierges américaines, pour évaluer l'exposition aux champs produits par les émetteurs radioélectriques. La Bolivie, le Canada, Cuba, l'Inde, la République islamique d'Iran, l'Irak, Panama, la République de Corée, les États-Unis et le Viêt Nam ont adopté des limites fondées sur la norme IEEE C95.1-1992 pour évaluer l'exposition en champ proche aux téléphones mobiles ou aux émetteurs-récepteurs.

En mars 2020, les lignes directrices révisées relatives aux champs électromagnétiques radiofréquences de la CIPRNI ont été publiées par *Health Physics*<sup>52</sup>. Les lignes directrices relatives aux champs électromagnétiques radiofréquences de la CIPRNI (1998) constituent les limites de sécurité utilisées par la majorité des pays et des régions dans le monde. Les différences entre la version de 2020 et la version de 1998 des lignes directrices de la CIPRNI ont été publiées en ligne<sup>53</sup>. En février 2021, l'Australie est devenue l'un des premiers pays à mettre en œuvre les lignes directrices de la CIPRNI (2020) dans le cadre d'une norme nationale<sup>54</sup>.

L'OMS reconnaît à la fois les lignes directrices de la CIPRNI et la norme de l'IEEE sur son site web, mais encourage l'adoption des lignes directrices de la CIPRNI. Les deux organismes de normalisation ont mené de nombreuses activités visant à harmoniser les normes. La norme IEEE C95.1-2019 et les limites de la CIPRNI (2020) sont en grande partie harmonisées, et les limites de la densité de puissance pour l'exposition du corps entier à des champs continus sont

<sup>50</sup> OMS. [Observatoire mondial de la santé](#).

<sup>51</sup> IEEE (2019). [IEEE C95.1-2019](#). Norme de l'IEEE relative aux niveaux de sécurité pour ce qui est de l'exposition des personnes aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques entre 0 Hz et 300 GHz.

<sup>52</sup> CIPRNI (2020) Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (CIPRNI). [Lignes directrices relatives aux champs électromagnétiques radiofréquences \(2020\)](#). Lignes directrices relatives à la limitation de l'exposition aux champs électromagnétiques (100 kHz – 300 GHz), *Health Physics*, 118(5):483-524, mai 2020.

<sup>53</sup> CIPRNI. [Différences entre les lignes directrices de la CIPRNI \(2020\) et les lignes directrices précédentes](#).

<sup>54</sup> Agence australienne de radioprotection et de sûreté nucléaire (ARPANSA) [ARPANSA releases new Australian radio wave safety standard](#) (l'ARPANSA publie une nouvelle norme sur la sécurité des ondes radioélectriques en Australie), 25 février 2021.

identiques au-dessus de 30 MHz. La version de 2019 de la norme C95.1 contient les mêmes limites pour l'exposition en champ proche que les lignes directrices de la CIPRNI (2020).

Certains pays, par exemple la Belgique, l'Italie, le Luxembourg et la Suisse, appliquent des limites d'exposition qui sont nettement plus prudentes que celles recommandées par la CIPRNI. La Fédération de Russie adopte traditionnellement un système prévoyant des limites strictes. L'Inde a adopté la norme de la CIPRNI, mais a modifié en septembre 2012 les limites d'un dixième par rapport à celles définies dans la norme de la CIPRNI pour les sources d'exposition en champ lointain. La Chine adopte une approche différente pour fixer les limites d'exposition, qui sont aussi nettement plus contraignantes que les limites recommandées par la CIPRNI.

## 4.2 Pratiques nationales visant à assurer la conformité aux limites d'exposition

Compte tenu de l'engouement croissant que suscitent les dispositifs mobiles, un grand nombre de stations de base doivent être construites pour améliorer la qualité des communications et satisfaire la demande croissante de données sans fil. Les caractéristiques techniques de la 5G viennent encore compliquer ce problème. Par conséquent, de nombreux pays ont mis en place une série de pratiques visant à assurer la conformité aux limites d'exposition.

Grâce aux progrès des technologies de communication sans fil et au passage de la 2G à la 4G, les opérateurs internationaux ont planifié et mis en œuvre la mutualisation des infrastructures, afin de réduire le plus possible le nombre de stations de base/d'antennes et de limiter les coûts de construction. Ainsi, en 2014, la Chine a créé en 2014 une entreprise de maintenance et de construction d'infrastructures à grande échelle, à savoir la China Tower Corporation Limited (China Tower)<sup>55</sup>. China Tower Co., Ltd. L'entreprise, fondée par les trois principaux opérateurs du pays, est chargée de fournir des infrastructures. Les opérateurs utilisent en partage la tour pour la colocalisation et China Tower coordonne les besoins des trois opérateurs et élabore un plan global pour l'installation des antennes, ce qui pourrait permettre de réduire l'exposition des habitants aux champs électromagnétiques radiofréquences inutiles.

Le Burundi<sup>56</sup> a adopté un cadre juridique adapté pour la gestion des infrastructures de télécommunication, qui permet d'organiser efficacement l'installation des antennes et des pylônes de télécommunication. Dans le cadre de ces initiatives, le Burundi, en collaboration avec l'UIT, a mis en place un cadre juridique garantissant la gestion appropriée du partage des infrastructures de télécommunication au Burundi, dont la mise en œuvre aura des effets positifs dans ce secteur sur les plans réglementaire, technique et financier. Enfin, la mise en place de lignes directrices définissant des valeurs limites et des seuils permettra de garantir la conformité aux limites d'exposition.

Pour réguler la multiplication des installations de radiocommunication dans le pays, Haïti<sup>57</sup> a adopté une approche permettant de veiller à ce que le Conseil national des télécommunications (CONATEL) procède à une vérification rigoureuse du déploiement de l'infrastructure hertzienne nécessaire pour assurer la couverture du territoire national.

<sup>55</sup> Document [SG2RGO/68](#) de la CE 2 de l'UIT-D (Chine).

<sup>56</sup> Document [2/271](#) de la CE 2 de l'UIT-D (Burundi).

<sup>57</sup> Document [2/255](#) de la CE 2 de l'UIT-D (Haïti).

Le Sénégal<sup>58</sup> est conscient des préoccupations que suscitent les effets des ondes non ionisantes sur les populations, compte tenu des différentes études menées par des organisations internationales. Le Sénégal a mené des campagnes de mesures pour évaluer l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences et acquis des équipements de contrôle et de surveillance des niveaux des champs électromagnétiques dans tout le pays. Les campagnes de mesure CEM-RNI (champs électromagnétiques - rayonnements non ionisants) organisées dans les zones urbaines densément peuplées du Sénégal ont été menées conformément aux recommandations contenues dans le Manuel de l'UIT-R sur le contrôle du spectre., aux Recommandations UIT-T de la série K, aux lignes directrices de l'UIT-D et aux lignes directrices de la CIPRNI.

Afin d'instaurer un écosystème transparent et fiable pour l'échange d'informations sur les antennes de téléphonie mobile et le respect des limites d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences, le Département des télécommunications de l'Inde<sup>59</sup> a créé un portail web, appelé "Tarang Sanchar", afin de créer un climat de confiance concernant la sécurité et l'innocuité des antennes de téléphonie mobile, et pour faire pièce aux idées reçues et remédier aux problèmes de communication.

Le Ghana<sup>60</sup> a utilisé l'homologation afin de protéger les dispositifs, utilisateurs et réseaux de télécommunication/TIC. Le laboratoire d'homologation du Ghana, qui est le premier laboratoire de ce type dans la sous-région d'Afrique de l'Ouest, est conçu non seulement pour mener des opérations de surveillance du marché intérieur, mais aussi pour servir de centre de test des équipements ouvert aux régulateurs et aux fournisseurs de la région Afrique.

La Guinée<sup>61</sup> a pris des mesures, par l'intermédiaire de l'Autorité de régulation des postes et télécommunications (ARPT), pour traiter cette question de portée nationale. Des lignes directrices ont été élaborées par le régulateur en ce qui concerne les rayonnements non ionisants. Suite à l'acquisition des divers outils techniques nécessaires pour mesurer régulièrement le niveau des rayonnements, le projet visant à créer un laboratoire de contrôle de la conformité des équipements radioélectriques a été mis à l'étude. Des campagnes de mesure du niveau d'exposition aux champs électromagnétiques ont été réalisées et les résultats ont été publiés sur le site web de l'ARPT.

Les initiatives de communication des risques sont également importantes pour atténuer les inquiétudes du public concernant l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences. L'OMS et l'UIT ont établi des plans pour la communication des risques liés aux rayonnements électromagnétiques. Ces organisations favorisent en permanence l'échange de connaissances entre pays et régions sur l'exposition aux champs électromagnétiques dans divers domaines, dans le cadre de l'élaboration de normes, de travaux de recherche, de la synthèse périodique des résultats des travaux de recherche, de rapports et de l'organisation de colloques.

Le Bureau de développement des télécommunications (BDT) de l'UIT<sup>62</sup> a fourni des indications concernant les activités menées au niveau national dans le cadre d'exposés présentés lors du Séminaire régional pour l'Europe et la CEI tenu du 3 au 5 juillet 2018 à Budapest (Hongrie), qui

<sup>58</sup> Document [SG2RGQ/50](#) de la CE 2 de l'UIT-D (Sénégal).

<sup>59</sup> Document [SG2RGQ/71](#) de la CE 2 de l'UIT-D (Inde).

<sup>60</sup> Document [SG2RGQ/82](#) de la CE 2 de l'UIT-D (Ghana).

<sup>61</sup> Document [2/292](#) de la CE 2 de l'UIT-D (Guinée).

<sup>62</sup> Document [SG2RGQ/40 + Annexe](#) de la CE 2 de l'UIT-D, (BDT).



avait pour thème "Mise en œuvre de la 5G en Europe et dans la CEI: stratégies et politiques favorisant de nouvelles possibilités de croissance".

### 4.3 Incidences des IMT-2020 (5G) sur les champs électromagnétiques

La première version de la 5G NR (New Radio) a été officiellement publiée lors de la 78<sup>ème</sup> séance plénière du groupe RAN (réseau d'accès radioélectrique) du 3GPP le 21 décembre 2017, devenant ainsi la première norme 5G pouvant être déployée à des fins commerciales dans le monde. Pour l'instant, la gamme de fréquences de la 5G définie par le 3GPP est répartie entre la gamme de fréquences 1 (FR1) et la gamme de fréquences 2 (FR2). La gamme FR1 est appelée "gamme au-dessous de 6 GHz". Actuellement, la bande des 3,5 GHz est l'une des principales bandes utilisées pour les applications de la 5G. Cependant, le 3GPP a aussi défini d'autres bandes disponibles pour favoriser un déploiement offrant la souplesse nécessaire. La gamme FR2 correspond surtout à des hautes fréquences, qu'on appelle communément ondes millimétriques. Sa capacité de pénétration est faible, mais la bande passante est suffisante et il n'y a pas de source de brouillage. Son spectre est propre et sera largement utilisé à terme.

En raison des caractéristiques des technologies à entrées multiples et à sorties multiples (MIMO) et des technologies en ondes millimétriques utilisées dans les systèmes de communication mobile de cinquième génération, il est urgent d'évaluer les niveaux des champs électromagnétiques radiofréquences. Il ressort d'une étude novatrice<sup>63</sup> que la puissance maximale moyenne sur la période considérée pour chaque direction de faisceau est nettement inférieure à la valeur maximale théorique, et qu'elle est inférieure à la valeur prévue par les modèles statistiques existants. Les initiatives de communication des risques sont également importantes pour atténuer les inquiétudes inutiles du public concernant l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences.

Les technologies MIMO désignent l'usage simultané de plusieurs antennes d'émission et de réception, de façon à ce que les signaux puissent être émis et reçus grâce à plusieurs antennes au niveau de l'émetteur et du récepteur, améliorant ainsi la qualité de la communication. Sans augmenter les ressources spectrales et la puissance d'émission des antennes, ces technologies multiplient les capacités des canaux du système, ce qui présente des avantages manifestes. Elles sont considérées comme les technologies clés des communications mobiles de prochaine génération.

Un modèle est proposé pour les niveaux de puissance maximum réalistes moyens sur la période considérée pour l'évaluation de l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences produits par des stations de radiocommunication de base (RBS) 5G utilisant des antennes MIMO massives<sup>64</sup>. Le modèle, qui repose sur une approche statistique, est conçu pour fournir une évaluation de l'exposition aux champs radiofréquences réaliste et prudente pour une part importante de tous les scénarios d'exposition possibles en liaison descendante (95<sup>ème</sup> centile). Des facteurs tels que l'utilisation de stations RBS, le mode duplex à répartition dans le temps,

<sup>63</sup> Davide Colombi et autres (2020). [Analysis of the Actual Power and EMF Exposure from Base Stations in a Commercial 5G Network](#) (Analyse de la puissance réelle et de l'exposition aux champs électromagnétiques des stations de base dans un réseau commercial 5G). *Applied Sciences* (35), 10:5280.

<sup>64</sup> Björn Thors et autres (2017). [Time-averaged realistic maximum power levels for the assessment of radio frequency exposure for 5G radio base stations using massive MIMO](#). (Niveaux de puissance maximum réalistes moyens sur la période considérée pour l'évaluation de l'exposition aux champs radiofréquences émanant des stations de radiocommunication de base 5G utilisant des antennes MIMO massives), *IEEE Access*, 5, 19711-19719.

le temps de programmation et la distribution spatiale des utilisateurs dans une cellule sont pris en considération. Le modèle est représenté par une équation sous une forme analytique fermée. Pour un exemple de scénario correspondant à un produit RBS 5G attendu, il s'est avéré que le niveau de puissance maximale réaliste le plus élevé était inférieur à 15% du maximum théorique correspondant. Pour les scénarios d'exposition en champ lointain, cela correspond à une réduction de la distance d'un facteur d'environ 2,6 du point de vue de la conformité aux limites des champs électromagnétiques radiofréquences. Les résultats sont donnés pour des antennes-réseaux de tailles différentes et pour des scénarios dans lesquels le faisceau est orienté à la fois en azimut et en élévation.

En outre, l'Institut fédéral suisse de métrologie (METAS) a mis en place une méthode de mesure des champs électromagnétiques à code sélectif pour la 5G NR<sup>65</sup>. Pour effectuer ces mesures, les signaux 5G spécifiques, c'est-à-dire les blocs de signaux de synchronisation (SSB) (bloc de signaux de synchronisation/canaux PBCH) et les identificateurs de cellule de la couche physique (PCI) sont décodés et mesurés. En appliquant le facteur d'antenne de l'antenne de mesure directive et en additionnant tous les blocs SSB par identificateur PCI, on obtient un résultat fiable et unique en mV/m par identificateur PCI. Cette méthode fournit tous les détails, et permet, d'une part, aux opérateurs et aux fournisseurs d'infrastructures de trouver le meilleur compromis entre le respect des limites d'exposition aux champs électromagnétiques propres à chaque pays et la fourniture d'une couverture et d'une capacité de réseau optimisées, et, d'autre part, aux administrations nationales de vérifier les limites.

Selon des questions-réponses de l'OMS sur les réseaux mobiles 5G et la santé, "à condition que l'exposition globale reste inférieure aux directives internationales, aucune conséquence pour la santé publique n'est prévue"<sup>66</sup>.

En réponse aux préoccupations du public, une série de campagnes de mesures ont été réalisées. En février 2020, l'Ofcom a publié les résultats de mesures des niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques émis par près de seize stations de base 5G; ces résultats indiquent les niveaux des champs électromagnétiques radiofréquences sur un total de 22 sites 5G dans 10 villes du Royaume-Uni, y compris des mesures pour la 2G, la 3G et la 4G<sup>67</sup>. Tous les sites ne représentaient qu'une petite partie des niveaux de référence indiqués dans les lignes directrices de la CIPRNI pour l'exposition du public<sup>68</sup>. L'Agence nationale des fréquences (ANFR)<sup>69</sup> publie périodiquement sur son site web des données relatives au déploiement des sites 5G et les résultats des mesures peuvent être localisés en ligne<sup>70</sup>. L'optimisation pour les technologies de coexistence de la 4G et de la 5G a également été simulée<sup>71</sup>.

<sup>65</sup> Institut fédéral de métrologie (METAS), Suisse (2020). [Technical Report: Measurement Method for 5G \(New Radio\) NR Base Stations up to 6 GHz](#) (Rapport technique: Méthode de mesure pour les stations de base 5G NR (new radio) (jusqu'à 6 GHz) 18 février 2020). Voir également le document de l'UIT (2020) ci-dessous.

<sup>66</sup> UIT (2020) "[Document d'information - Implementing 5G for good: Does EMF matter?](#) (Mise en œuvre de la 5G au service du progrès social: Les champs électromagnétiques sont-ils importants?) *Forum régional de l'UIT sur le développement pour l'Europe: la 5G: stratégies, politiques et mise en œuvre*, 22 et 23 octobre 2020.

<sup>67</sup> Ofcom, Royaume-Uni (2020). [Mesures des champs électromagnétiques à proximité des stations de base de téléphonie mobile 5G: Résumé des résultats](#). 21 février 2020.

<sup>68</sup> Ibid., p. 37.

<sup>69</sup> Agence nationale des fréquences (ANFR), France: <https://www.anfr.fr/en/home/>.

<sup>70</sup> ANFR. [Cartoradio](#): La carte des antennes et des mesures radioélectriques.

<sup>71</sup> ANFR. Actualités. [Simulation de l'exposition aux ondes créée par la téléphonie mobile en zone urbaine dense, tenant compte de l'évolution envisagée en 4G et 5G](#). 15 septembre 2020.

Il a été convenu que la 5G fonctionnant au-dessus de 10 GHz (la bande 6-10 GHz étant la bande de fréquences transitoire pour l'exposition locale) n'utiliserait pas le débit d'absorption spécifique (DAS), mais la densité de puissance en tant que restriction de base, étant donné qu'il est difficile de déterminer un volume significatif pour l'évaluation du DAS à une profondeur de pénétration très faible. Toutefois, la CIPRNI a maintenu les limites du DAS moyen pour la totalité du corps comme restriction de base additionnelle pour l'exposition du corps entier jusqu'à 300 GHz. Les lignes directrices de la CIPRNI utilisent la puissance surfacique incidente en tant que niveau de référence, qui ne tient pas compte du rayonnement ou de la transmission d'énergie à la frontière, ni du transfert de chaleur entre les tissus ou entre les tissus et l'environnement. Les lignes directrices de la CIPRNI (2020) ont également ajouté la densité de puissance absorbée comme restriction de base aux fréquences supérieures (>6 GHz). À l'avenir, la température pourra être considérée comme un paramètre acceptable permettant de prouver la sécurité de l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences (comme dans le secteur de l'imagerie par résonance magnétique), car elle présente un plus grand intérêt en ce qui concerne les dommages réels.

Zhao et autres<sup>72</sup> (2015) ont étudié l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences des antennes-réseau à commande de phase pour les dispositifs mobiles fonctionnant à 15 GHz et 28 GHz. Thors et autres<sup>73</sup> ont effectué une série de simulations concernant l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences des antennes-réseau des équipements de communication mobile 5G fonctionnant entre 10 GHz et 15 GHz. Afin de respecter les principaux critères d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences, la puissance d'émission maximale des antennes-réseau déployées dans les équipements d'utilisateur et des stations de base hertziennes de faible puissance dans les systèmes de communication mobile 5G est étudiée, en tenant compte de facteurs comme la fréquence, la taille du réseau, la distance par rapport au corps humain, la portée de balayage et la topologie du réseau. Les résultats sont d'une grande utilité pour la conception des systèmes de communication mobile utilisant des antennes-réseau dotés d'une fonction de formation des faisceaux. Afin de permettre des niveaux de puissance plus élevés, il est nécessaire de diriger l'énergie transmise à l'écart du corps humain, au moyen de solutions techniques applicables. Selon la norme applicable d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences, le niveau maximal de la puissance d'émission et la puissance maximale équivalente de rayonnement équidirectif des systèmes de communication mobile 5G peuvent considérablement varier. Cette irrégularité peut aboutir à des conditions d'accès différentes sur des marchés différents. Joshi et autres (2020)<sup>74</sup>, après avoir recueilli des données provenant de réseaux 5G commerciaux en Australie et en République de Corée, ont constaté que les niveaux de puissance d'émission médians des dispositifs correspondaient à 1% de la valeur maximale et étaient comparables à ceux des dispositifs 4G.

<sup>72</sup> Kun Zhao et autres (2015). [Emf exposure study concerning mmwave phased array in mobile devices for 5G communication](#) (Étude de l'exposition aux champs électromagnétiques concernant les antennes-réseau à commande de phase à ondes millimétriques pour les dispositifs mobiles pour les communications 5G). *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 1-1.

<sup>73</sup> Björn Thors et autres (2016). [Exposure to RF EMF from array antennas in 5G mobile communication equipment](#) (Exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences des antennes-réseau à commande de phase pour les équipements de communication mobiles 5G). *IEEE Access*, 4, 7469 à 7478.

<sup>74</sup> Paramananda Joshi et autres (2020). [Actual output power levels of user equipment in 5G commercial networks and implications on realistic RF EMF exposure assessment](#) (Niveaux de puissance de sortie réels des équipements d'utilisateur dans les réseaux commerciaux 5G et conséquences sur l'évaluation réaliste de l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences). *IEEE Access*. En ligne: 9 novembre 2020.

## 4.4 Exposition à d'autres émetteurs de dispositifs à courte portée (WiFi et Bluetooth par exemple)

D'autres sources de champs électromagnétiques radiofréquences en intérieur, comme le WiFi, le Bluetooth et plusieurs dispositifs de connectivité sans fil comme les routeurs et les chargeurs sans fil, entraînent une exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences qu'il faut expliciter plus avant.

Le niveau d'exposition résultant de ces produits dépend principalement de la puissance émise. Les normes relatives aux réseaux locaux hertziens (WLAN) établies par l'IEEE peuvent déjà offrir des débits de données allant jusqu'à 72 Mbit/s sur un seul canal. En Europe, les systèmes fonctionnant dans la bande des 2,4 GHz ont une puissance maximale de 100 mW. L'exposition des personnes aux signaux WiFi présente les mêmes caractéristiques générales que l'exposition aux stations de base (champ lointain) et aux téléphones mobiles (champ proche). Alors que l'exposition en champ proche aux dispositifs WiFi connectés à un routeur est généralement limitée dans le temps et que son niveau est au plus haut pour les parties du corps qui sont les plus proches du dispositif, l'exposition en champ lointain due au routeur est une exposition du corps entier. Dans une mesure des points d'accès (AP) touchant un fantôme uniforme rempli d'un liquide simulant les tissus, Kühn et autres (2006)<sup>75</sup> ont indiqué que la valeur maximale du DAS moyen pour 10 grammes de tissu était inférieure à 1 W/kg. Ils ont également constaté que la densité de puissance maximale était d'environ 3 mW/m<sup>2</sup> à une distance de 1 m et de 40 mW/m<sup>2</sup> à une distance de 0,2 m par rapport à un point d'accès. Aux mêmes distances, Foster a observé respectivement des valeurs de 1 mW/m<sup>2</sup> et d'environ 180 mW/m<sup>2</sup>. Il convient de souligner que toutes les valeurs indiquées ci-dessus sont inférieures au niveau de référence de 10 W/m<sup>2</sup> défini dans les lignes directrices de la CIPRNI (1998) relatives aux champs électromagnétiques radiofréquences. Les études numériques de Martínez-Búrdalo et autres (2009)<sup>76</sup> ont également confirmé que les valeurs maximales locales du DAS respectent les restrictions de base de la CIPRNI pour le grand public. À 2,4 GHz, avec une puissance de 100 mW et un facteur d'utilisation de un (100%), il a été calculé que la plus grande valeur locale du DAS dans la tête était de 5,7 mW/kg. Cependant, en réalité, le facteur d'utilisation est encore plus faible.

Le Bluetooth fonctionne à 2,4 GHz avec une puissance de sortie de 1 mW seulement, ce qui correspond à un millionième de la puissance utilisée par les fours à micro-ondes, et à 1/200 de la puissance des téléphones mobiles 5G. De plus, seule une petite partie est absorbée par le corps humain, de sorte que l'exposition est négligeable.

Il ressort des conclusions actuellement tirées par les experts de l'OMS et de l'IEEE que l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences des produits Bluetooth ne présente aucun effet néfaste pour le corps humain.

<sup>75</sup> Sven Kühn et autres (2006). [Assessment of human exposure to electromagnetic radiation from wireless devices in home and office environments](#) (Évaluation de l'exposition des personnes aux rayonnements électromagnétiques produits par les dispositifs sans fil dans les environnements domestiques et professionnels). *Compte rendu du 7ème Colloque international sur la compatibilité électromagnétique*, Barcelone, Espagne, 4-8 septembre 2006.

<sup>76</sup> M. Martínez-Búrdalo et autres (2009). [FDTD assessment of human exposure to electromagnetic fields from Wi-Fi and Bluetooth devices in some operating situations](#) (Évaluation à l'aide de la méthode FDTD de l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques produits par les dispositifs WiFi et Bluetooth dans certaines situations d'exploitation). *Bioelectromagnetics*, 30(2):142 à 151.

# Chapitre 5 - Formulation de politiques nationales sur les limites d'exposition aux champs électromagnétiques

Dans leur grande majorité, les pays ont adopté des valeurs limites d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences sur la base des lignes directrices de la CIPRNI ou des normes de l'IEEE. Toutefois, étant donné que les effets nocifs potentiels sur la santé de l'exposition aux champs électromagnétiques engendrent un sentiment d'incertitude et compte tenu des diverses interprétations du principe de précaution, certains pays ont décidé d'adopter d'autres mesures afin de protéger leurs populations. Au nombre de ces mesures figurent notamment l'adoption d'un cadre juridique, des campagnes de sensibilisation du public, l'établissement de limites d'exposition, une cartographie des calculs de la valeur du champ autour des émetteurs et la publication des résultats sur le web.

## 5.1 Cadre juridique

Pour assurer une protection suffisante de la population contre les rayonnements non ionisants au niveau national, les États Membres doivent veiller à ce qu'un cadre législatif soit en place. Dans le cadre du Projet international CEM, l'OMS a déjà élaboré une "législation type", qui fournit un cadre juridique type à utiliser au niveau national et comprend une "loi type", un "règlement type" et un "mémoire explicatif" décrivant la démarche adoptée en ce qui concerne la "loi et le règlement qui lui est associé"<sup>77</sup>.

À ce jour, plus de 40 pays ont mis en place des cadres législatifs nationaux régissant l'exposition du public et l'exposition professionnelle aux champs statiques ainsi qu'aux champs à basse fréquence et haute fréquence, sur une base obligatoire ou volontaire. On trouvera des précisions sur ces différents cadres juridiques sur le site web de l'OMS<sup>78</sup>.

Certains pays ont également adopté une législation visant à imposer des restrictions concernant l'utilisation ou le positionnement des dispositifs et des infrastructures d'appui. Au nombre de ces mesures figurent l'interdiction de la publicité pour les téléphones portables pour les enfants au-dessous d'un certain âge, l'interdiction ou la limitation de l'utilisation des dispositifs sans fil dans les écoles maternelles ou primaires, et l'établissement, autour d'infrastructures communautaires telles que les hôpitaux ou les écoles, de zones dans lesquelles il n'est pas possible de construire des infrastructures. Ces mesures sont souvent décrites ou justifiées au titre du "principe de précaution", mais les États membres devraient faire preuve d'une très grande prudence lorsqu'ils adoptent de telles mesures en l'absence de preuves scientifiques. Conformément aux recommandations de l'OMS, "Il est indispensable de mettre en balance le coût et les dangers potentiels", et "Les normes de sécurité nationales et internationales existantes doivent être rigoureusement respectées"<sup>79</sup>. Ces normes reposent sur l'état actuel des

<sup>77</sup> OMS. Thèmes de santé. Champs électromagnétiques. [Législation type](#).

<sup>78</sup> OMS. Données. Répertoire de données de l'Observatoire mondial de la santé. Santé publique et environnement. [Champs électromagnétiques: État de la législation - Données par pays](#).

<sup>79</sup> OMS. [Qu'entend-on par champs électromagnétiques?](#)

connaissances et sont élaborées dans le but de protéger chacun des membres de la population en appliquant un facteur de sécurité élevé.

## 5.2 Élaboration de normes

Pour compléter un cadre juridique national, les pays devraient également adopter des normes d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences auxquelles le cadre juridique peut donner effet.

En juin 2018, 44 pays avaient établi des normes nationales en matière de radiofréquences. Ces normes portent sur l'exposition aux champs statiques, aux basses fréquences et aux hautes fréquences, tant pour le grand public que pour les travailleurs<sup>80</sup>.

Comme pour la "législation type", l'OMS a également publié un "Cadre applicable à l'élaboration de normes sanitaires relatives aux champs électromagnétiques". L'OMS indique que ce Cadre "traite de la manière d'élaborer des limites quantitatives d'exposition aux champs électromagnétiques qui reposent sur des données scientifiques (et)... s'adresse aux organismes nationaux consultatifs ou de régulation qui élaborent actuellement de nouvelles normes relatives aux champs électromagnétiques ou revoient les bases de leurs normes existantes<sup>81</sup>.

La plupart des pays ayant adopté des normes nationales se sont appuyés sur les recommandations formulées par la CIPRNI. Les lignes directrices de la CIPRNI ont été mises à jour en 2020. La norme IEEE C95.1-2019 est une norme analogue relative aux limites d'exposition aux champs électromagnétiques. Ces deux publications, malgré de légères différences, contiennent une approche et des recommandations qui sont pour l'essentiel harmonisées.

## 5.3 Analyse des préoccupations liées à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences

L'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences suscite des préoccupations d'ordre social différentes. De fait, ces préoccupations ont trait aux risques ou aux menaces de dangers qui ont des répercussions sur la société<sup>82</sup>. Les utilisateurs ont le sentiment que les champs électromagnétiques présentent un risque qu'ils ne peuvent déceler, mais tolèrent une activité en raison des avantages qu'ils en retirent. Ils ne considèrent les risques que sous l'angle de l'activité sociale, sans pouvoir expliquer la manière dont cette activité peut avoir pour eux des effets positifs ou négatifs.

Lorsqu'on analyse les risques et avantages liés à des activités courantes, trois principes provisoires permettent de disposer d'un instrument quantitatif:

- 1) Le public est prêt à accepter des risques volontaires (ski, exposition aux champs radioélectriques des combinés, par exemple) 1 000 fois plus grands environ que des

<sup>80</sup> OMS. Données. Répertoire de données de l'Observatoire mondial de la santé. Santé publique et environnement. [Existence de normes - Données par pays](#).

<sup>81</sup> OMS (2006). [Cadre applicable à l'élaboration de normes sanitaires relatives aux champs électromagnétiques](#).

<sup>82</sup> Health and Safety Executive (HSE) (2001). [Reducing Risks, Protecting People](#). Sudbury: HSE Books, p.12; cite par David Ball et Sonja Boehmer-Christiansen (2007). [Societal Concerns and Risk Decisions](#). *Journal of Hazardous Materials* 144, pp. 556 à 563 (p.557).

risques involontaires (catastrophes naturelles, exposition aux champs radioélectriques des stations de base, par exemple) qui offrent le même avantage<sup>83</sup>.

- 2) L'acceptabilité des risques semble être à peu près proportionnelle aux avantages réels et perçus, c'est-à-dire qu'elle est proportionnelle au cube (puissance 3) des avantages.
- 3) Le niveau de risque acceptable est inversement proportionnel au nombre de personnes exposées à ce risque (plus de 3 milliards d'abonnés à la téléphonie mobile)<sup>84</sup>.

La même source fait état de l'amplification sociale, qui augmente les effets directs perçus des risques sur le plan quantitatif et qualitatif. Les médias sont des entités qui amplifient les préoccupations d'ordre social liées aux champs électromagnétiques, ce qui accroît l'inquiétude dans l'opinion.

## 5.4 Sensibilisation du public

Il est nécessaire d'informer le grand public sur les limites d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences reposant sur des données scientifiques, sur leur caractère prudent et sur les raisons pour lesquelles ces limites assurent une protection contre tous les effets néfastes connus de l'exposition sur la santé. Afin de dissiper les idées fausses sur l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences, il faut également que le grand public connaisse les limites d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences reposant sur des données scientifiques qui sont en place, et soit conscient du fait qu'un grand nombre de travaux de recherche ont été menés concernant les systèmes sans fil et la santé. Le public doit également savoir que l'OMS s'occupe de cette question et a publié des aide-mémoires sur les questions liées aux champs électromagnétiques, notamment les terminaux mobiles, les stations de base et les réseaux sans fil.

En ce qui concerne les terminaux et dispositifs mobiles, le Supplément 13 aux Recommandations UIT-T de la série K décrit les différents facteurs qui déterminent le niveau d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences, mesuré sous la forme du débit d'absorption spécifique (DAS) et exprimé en watts par kilogramme (W/kg), qui est le paramètre utilisé dans la gamme de fréquences comprise entre 100 kHz et 10 GHz<sup>85</sup>. À partir de ces informations techniques, des conseils pratiques sont fournis aux utilisateurs de dispositifs mobiles. Il est également indiqué dans ce Supplément que les groupes d'experts s'accordent généralement à reconnaître que, lorsque les limites d'exposition internationales sont respectées, les preuves scientifiques montrent que l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences ne présente aucun danger pour les utilisateurs de dispositifs mobiles, y compris les enfants et les adolescents. Les méthodes d'essai utilisées pour la conformité des dispositifs mobiles sont censées présenter une marge de sécurité pour les adultes et les enfants (voir les § 5.5 et 6.4).

Afin d'informer la population au sujet des stations de base, certaines administrations publient à intervalles réguliers les emplacements des sites de transmission, y compris les stations de

<sup>83</sup> Paul Slovic (2000). [The Perception of Risk](#), London: Earthscan. Slovic (121 à 136) a constaté que les données ne corroborent pas la formulation quantitative; les personnes sont prêtes à accepter des risques involontaires élevés pour des avantages importants. Cependant, Slovic (45,81) établit cette loi utile, tout en indiquant que cette méthode n'est pas sans inconvénient.

<sup>84</sup> Haim Mazar (2008). [An analysis of regulatory frameworks for wireless communications, societal concerns and risk: the case of radio frequency \(RF\) allocation and licensing](#) (analyse des cadres réglementaires applicables aux communications sans fil, des préoccupations d'ordre social et des risques: le cas de l'attribution des fréquences radioélectriques et de l'octroi de licences pour leur utilisation) (43 à 46), Boca Raton, 2009.

<sup>85</sup> UIT-T. [Supplément 13 aux Recommandations UIT-T de la série K \(05/2018\)](#). Niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences (RF-EMF) des utilisateurs des dispositifs mobiles et portables dans différentes conditions d'utilisation.

radiodiffusion sonore et télévisuelle ainsi que les stations de base cellulaires. Dans certains cas, ces bases de données publiques décrivent la densité de puissance ou les valeurs du champ autour de la station de base. Cette approche favorise l'ouverture et la transparence en ce qui concerne les informations sur les niveaux d'exposition, et utilise des bases de données pour répondre aux préoccupations du public qui n'ont pas été analysées en toute indépendance. L'Australie publie des rapports sur les champs électromagnétiques pour toutes les stations de base sur le site national RF National Site Archive<sup>86</sup>, qui est reconnu par l'Association du secteur et le régulateur. En outre, dans le contexte de la sensibilisation du public, voir le programme relatif à la sécurité RF de l'Australian Mobile Telecommunications Association (AMTA)<sup>87</sup>.

## 5.5 Limites d'exposition dans les zones à proximité des écoles maternelles, des écoles et des hôpitaux

Comme indiqué au paragraphe précédent, la Recommandation UIT-T K.91<sup>88</sup> dispose que, en ce qui concerne l'exposition des personnes, aucun motif technique ne justifie actuellement que des restrictions soient imposées à l'installation de stations de base à proximité des écoles maternelles, des écoles et des hôpitaux. En effet, les lignes directrices existantes en matière d'exposition prévoient des marges de sécurité pour assurer la protection de tous les membres de la communauté. Il est indiqué dans cette Recommandation que l'utilisation du téléphone mobile dans les zones où la réception est satisfaisante diminue également l'exposition, en ce sens que le dispositif peut émettre à puissance réduite.

Dans certains pays, au lieu d'interdire les stations de base dans ces zones, on a encore réduit les limites d'exposition de manière arbitraire par rapport aux limites recommandées dans les normes internationales, tandis que d'autres pays ont opté pour l'interdiction totale de l'utilisation de dispositifs dans ces emplacements. Que ces dispositions soient axées sur les infrastructures ou les dispositifs (ou les deux), elles reposent sur des idées reçues plutôt que sur des données scientifiques et ne sauraient donc être justifiées scientifiquement.

Il ressort de certaines enquêtes que les pays qui ont mis en place de telles mesures sont ceux où les niveaux d'inquiétude sont les plus élevés<sup>89</sup>. Toutefois, ces mesures, même si elles ne sont prises qu'à titre "préventif", confortent les appréhensions au lieu d'atténuer les préoccupations du public. Ainsi, le grand public semble considérer les mesures de précaution comme le signe d'un danger sous-jacent, et non pas comme une aide pour que les utilisateurs se sentent plus en sécurité<sup>90</sup>.

## 5.6 Évaluation de l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences autour des émetteurs

Les mesures sur le terrain, bien qu'elles soient très utiles, n'en sont pas moins longues et coûteuses. Une solution de remplacement ou, du moins, une mesure complémentaire, consiste

<sup>86</sup> Australian Mobile Telecommunications Association (AMTA). [Radio Frequency National Site Archive \(RFNSA\)](#).

<sup>87</sup> AMTA. [Mobile Networks Safety](#).

<sup>88</sup> Recommandation [UIT-T K.91 \(01/2018\)](#). Guide d'évaluation et de surveillance de l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radioélectriques.

<sup>89</sup> Commission européenne, (2010). Eurobaromètre. Rapport. [Champs électromagnétiques](#).

<sup>90</sup> Christoph Boehmert et autres (2020). [A systematic review of health risk communication about EMF from wireless technologies](#) (Examen systématique de la communication sur les risques sanitaires des champs électromagnétiques produits par les technologies sans fil), *Journal of Risk Research*, publié en ligne le 20 avril 2019.



à permettre les calculs du champ à l'aide des méthodes décrites dans les normes techniques internationales de l'UIT et de la CEI (voir le § 3.4). Le régulateur australien (ARPANSA) a fait savoir que les niveaux environnementaux calculés dépassent généralement les valeurs mesurées de facteurs de 10 à 1 000, voire plus<sup>91</sup>.

Lorsqu'on prend en considération les effets de plusieurs technologies mobiles sur un site donné, il est possible de déterminer un niveau maximal réaliste en tenant compte séparément des signaux de radiodiffusion et des effets de la demande en matière de trafic sur les différentes technologies en présence<sup>92</sup>. Dans le cas des antennes MIMO pour les technologies 4G/LTE, les valeurs calculées peuvent dépasser les valeurs mesurées, sauf si l'on tient compte des effets de l'orientation du faisceau et du mode duplex par répartition dans le temps (DRT)<sup>93</sup>. Cela vaut également pour la 5G (voir le § 4.3).

### 5.6.1 Calcul de l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences

Le calcul des niveaux des champs électromagnétiques radiofréquences est un paramètre qui doit être connu et analysé, afin de mieux protéger et de rassurer les personnes vivant à proximité des installations qui sont des sources d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences. Parmi les installations de télécommunication émettrices de champs électromagnétiques radiofréquences, deux exemples sont pris en compte dans ce contexte, à savoir:

- les émetteurs de télévision numérique
- les émetteurs cellulaires.

Et ce pour les raisons suivantes:

- Quantité d'énergie émise
- Nombre d'émetteurs installés à proximité d'habitats.

#### 5.6.1.1 Calcul du champ autour d'émetteurs de télévision numérique (DTV)

L'analyse suivante concerne le canal 22 en ondes décimétriques (dans la Région 1):

- 478-486 MHz (RF centrale 482 MHz);
- p.i.r.e. de l'émetteur: 60 000 Watts (puissance isotrope rayonnée équivalente);
- 60 m au-dessus du niveau du sol.

À 482 MHz, le niveau de référence de l'exposition au champ électrique(FS) établi par la CIPRNI pour le grand public est égal à 30 V/m:  $1.375f^{1/2}$  (MHz) =  $1.375 \times 482^{1/2}$ . Le niveau de référence de l'exposition au champ électrique établi par la CIPRNI pour les professionnels est de 66 V/m:  $3f^{1/2}$  (MHz) =  $3 \times 482^{1/2}$ .

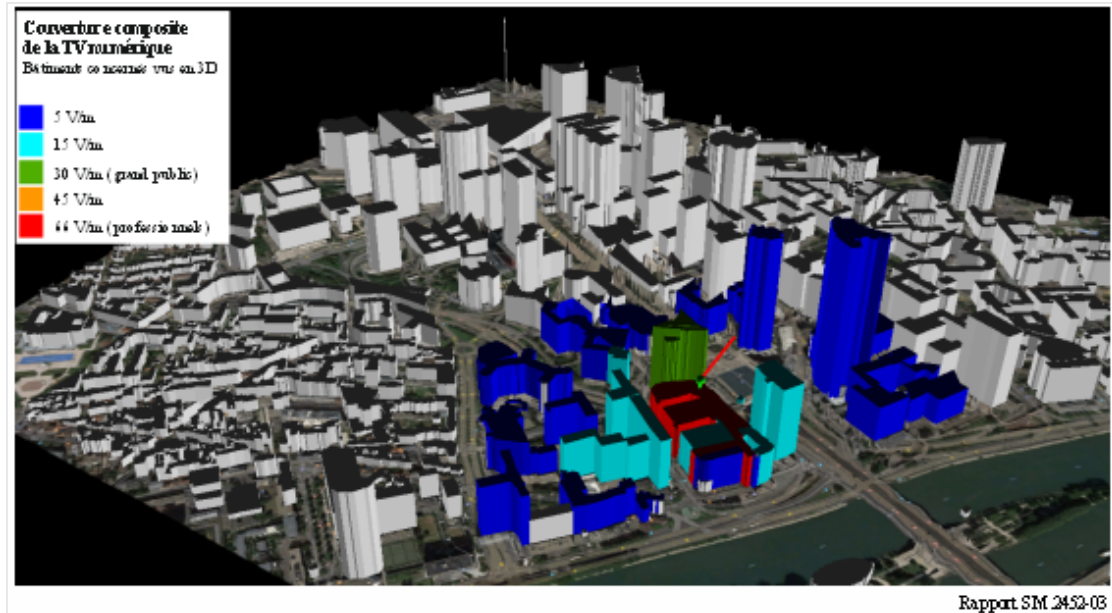
<sup>91</sup> Agence australienne de radioprotection et de sûreté nucléaire (ARPANSA). [ARPANSA environmental EME reports](#).

<sup>92</sup> Zaher Mahfouz et autres (2011). [Influence of traffic variations on exposure to wireless signals in realistic environments](#) (Influence des variations de trafic sur l'exposition aux signaux hertziens dans des environnements réalistes), *Bioelectromagnetics*, 33(4):288 à 297, mai 2012.

<sup>93</sup> Rob Werner et autres (2019). [A Comparison between Measured and Computed Assessments of the RF Exposure Compliance Boundary of an In-Situ Radio Base Station Massive MIMO Antenna](#). (Comparaison entre les évaluations mesurées et calculées de la limite de conformité de l'exposition aux champs radiofréquences d'une antenne MIMO massive de station radioélectrique de base), *IEEE Access*, 7 (170682 – 170689), 25 novembre 2019.

La **Figure 14** illustre en trois dimensions les contours des champs électriques superposés aux bâtiments.

**Figure 14 - Illustration en trois dimensions de la zone d'exposition du grand public et des professionnels aux champs électromagnétiques radiofréquences autour d'émetteurs de télévision numérique**



Source: Rapport UIT-R SM.2452\_Figure 3

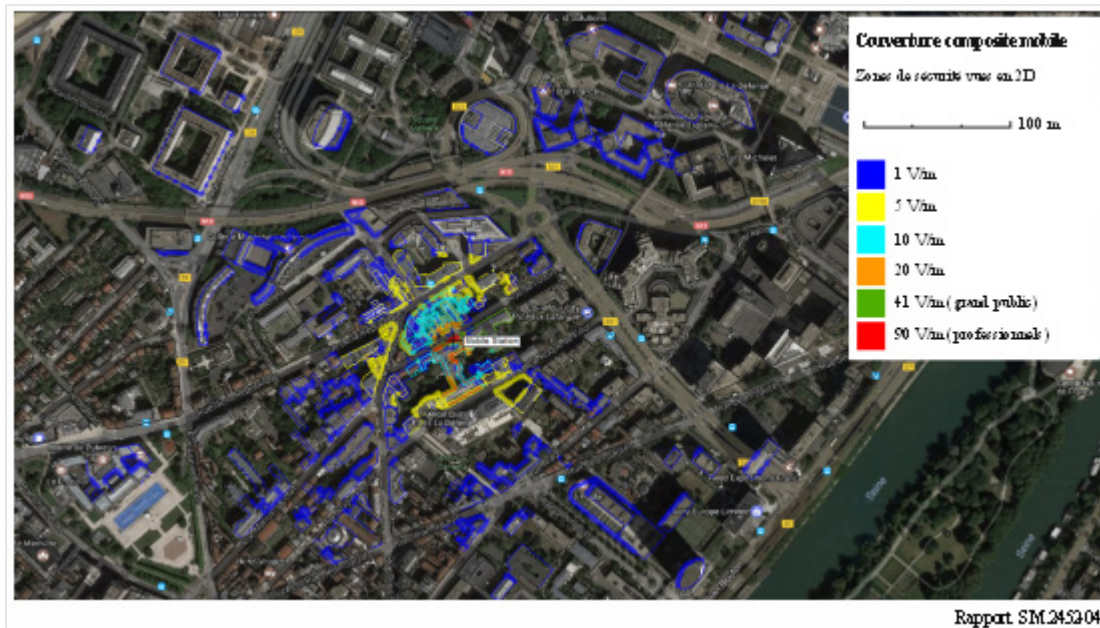
### 5.6.1.2 Champs autour d'émetteurs de réseaux mobiles

La simulation ne tient pas compte du diagramme d'élévation de l'antenne, même si celui-ci revêt une certaine importance. Pour les stations de base des réseaux mobiles situées au-dessous de l'émetteur, le gain d'antenne est en réalité très faible. Une vue en deux dimensions tenant compte du diagramme d'élévation risque d'être source de confusion pour le lecteur. À 900 MHz et à 30 m au-dessus du toit, pour une puissance maximale de 100 W sur la liaison descendante et un gain d'antenne (affaiblissements inclus) de 17 dBi, la p.i.r.e. est de 5 kW pour un récepteur situé à 1,5 m au-dessus du niveau du sol.

Le niveau de référence établi par la CIPRNI (éditions de 1998 et 2020) est de 41 ( $1.375f^{1/2} = 1.375 \times 30$ ) V/m pour le grand public et de 90 V/M:  $3f^{1/2}$  (MHz) pour les professionnels; les niveaux de champ électrique sont de 1, 5, 10, 20, 41 (grand public) et 90 (professionnels) V/m. Dans cette étude, seul le signal émis par les stations de base vers le dispositif mobile est pris en compte. La structure cellulaire est soit non directive en azimut, soit sectorielle (par exemple trois secteurs de 120°).

La **Figure 15** illustre les contours des champs électriques superposés aux bâtiments. La couleur du bâtiment correspond au champ maximal reçu en un point donné du bâtiment (c'est-à-dire le champ maximal reçu sur les façades).

Figure 15 - Vue satellite en deux dimensions de l'exposition aux émetteurs cellulaires en fonction de la distance



Source: Rapport UIT-R SM.2452\_Figure 4

### 5.6.2 Mesure de l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences

Comme indiqué dans le Supplément 4 de la Recommandation UIT-T K.91<sup>94</sup>, il est possible de déterminer si les limites d'exposition du public ou des employés (professionnels) aux champs électromagnétiques radiofréquences sont respectées par des calculs ou des mesures. Des indications détaillées sur les évaluations sont fournies dans les normes techniques élaborées par l'UIT et d'autres organisations internationales, par exemple la Commission électrotechnique internationale (CEI) ou le Comité européen de normalisation électrotechnique (CENELEC). Dans certains cas, les exigences nationales peuvent être prescrites sur la base de normes techniques internationales.

Des mesures sont parfois nécessaires pour des sites complexes équipés de plusieurs émetteurs ou comportant de nombreux objets réfléchissants, par exemple un toit avec de nombreuses antennes dont les diagrammes de transmission se chevauchent. Il est possible d'utiliser des équipements large bande et des équipements sélectifs en fréquence aux fins de l'évaluation (UIT-T K.6<sup>95</sup>, UIT-T K.100<sup>96</sup>, CEI 62232<sup>97</sup>). Cependant, les mesures effectuées avec des équipements large bande risquent de conduire à des résultats trop prudents. S'il apparaît que dans les zones accessibles au grand public, le niveau d'exposition est supérieur aux limites

<sup>94</sup> UIT-T. [Supplément 4 de la Recommandation UIT-T K.91 \(09/2018\)](#), Considérations relatives aux champs électromagnétiques (EMF) dans les villes intelligentes et durables.

<sup>95</sup> UIT-T. [Recommandation UIT-T K.61 \(01/2018\)](#), Directives pour la mesure et la prédiction numérique des champs électromagnétiques pour l'observation des limites d'exposition humaines aux rayonnements par les installations de télécommunication.

<sup>96</sup> UIT-T. [Recommandation UIT-T K.100 \(07/2019\)](#), Mesure des champs électromagnétiques radiofréquences pour déterminer si les limites d'exposition des personnes sont respectées lorsqu'une station de base est mise en service.

<sup>97</sup> CEI. [CEI 62232:2017](#), Détermination des champs de radiofréquences, de la densité de puissance et du DAS aux environs des stations de base utilisées pour les communications radio dans le but d'évaluer l'exposition humaine.

lors des mesures large bande, il convient alors de vérifier la conformité à l'aide d'équipements sélectifs en fréquence. Sinon, il y a lieu d'appliquer les techniques d'atténuation décrites dans la Recommandation UIT-T K.70<sup>98</sup>.

### 5.6.3 Présentation des résultats sur des sites web

Afin d'informer la population ainsi que les acheteurs et locataires potentiels de l'emplacement exacte des sources d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences, quelques administrations d'États Membres de l'UIT publient périodiquement les positions exactes des sites d'émission, par exemple les stations de radiodiffusion sonore et télévisuelle et les stations de base cellulaires.

Les informations précises que l'on trouve sur ces sites web sont la position de l'antenne d'émission, les paramètres techniques (par exemple la fréquence, la puissance, le gain d'antenne et l'élévation au-dessus du sol) et le niveau d'exposition. On trouvera de plus amples informations sur la présentation des valeurs calculées et mesurées des niveaux d'exposition des champs électromagnétiques radiofréquences dans la Recommandation UIT-T K.113<sup>99</sup> et le Rapport UIT-R SM.2452.

### 5.6.4 Procédures d'évaluation simplifiées pour les sites des stations de base

Comme indiqué au § 8 de la Recommandation UIT-T K.100, des procédures d'évaluation simplifiées reposant sur la norme CEI 62232 peuvent être utilisées pour identifier une installation d'antenne dont on sait qu'elle est conforme aux limites d'exposition pertinentes, sans qu'il soit nécessaire de suivre des processus d'évaluation de l'exposition généraux ou détaillés. Cela s'applique, par exemple, en raison de la faible puissance émise ou de la position des émetteurs ou des antennes et des sources pertinentes par rapport au grand public.

Les procédures d'évaluation simplifiées sont fondées sur la connaissance de la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.), en fonction du niveau de p.i.r.e. et des caractéristiques de l'installation de l'antenne, par exemple la hauteur de montage, la direction du lobe principal et la distance par rapport à d'autres sources ambiantes, comme indiqué dans le Tableau 8-1.3 de la Recommandation UIT-T K.100. Si les critères sont respectés, l'installation est conforme.

<sup>98</sup> UIT-T. [Recommandation UIT-T K.70 \(01/2018\)](#): Techniques de limitation de l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques au voisinage de stations de radiocommunication.

<sup>99</sup> UIT-T. [Recommandation UIT-T K.113 \(11/2015\)](#): Établissement de cartes d'intensité du champ électromagnétique radiofréquence.

# Chapitre 6 - Exposition des personnes aux champs électromagnétiques produits par les stations de base et les combinés

Le présent chapitre traite de l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques produits par deux sources très courantes: les stations de base et les combinés. Bien entendu, tous les systèmes de radiocommunication, par exemple la télévision, la radiodiffusion AM et FM, les services de radiomessagerie, les téléphones sans cordon, les services d'urgence et les systèmes de communication dans les zones rurales utilisent des champs électromagnétiques radiofréquences pour faciliter les communications.

Ce chapitre expose les résultats de campagnes de mesure destinées à évaluer les niveaux d'exposition aux rayonnements des stations de base et organisées dans le monde entier, dont beaucoup ont utilisé les Recommandations de l'UIT dans leurs protocoles. Il traite également de l'exposition aux rayonnements des combinés avant les examens scientifiques et les avis actuels sur l'exposition des enfants aux champs radioélectriques.

## 6.1 Comparaison internationale des niveaux d'exposition aux rayonnements des stations de base

Plusieurs études ont été menées en vue de comparer les données de mesure des champs radioélectriques produits par des stations de base de téléphones mobiles dans différents pays. Dans le cadre de la première étude<sup>100</sup>, on a examiné plus de 173 000 mesures à partir de l'an 2000 dans plus de 20 pays sur les cinq continents. La seconde étude<sup>101</sup> contenait près de 260 000 points de mesure provenant de sept pays africains et portant sur deux périodes (2001-2003 et 2006-2012). Le troisième document<sup>102</sup> présente une analyse de plus de 50 millions de points de données provenant du réseau national italien de contrôle de émissions radioélectriques, qui était opérationnel entre 2002 et 2006 (voir la **Figure 16** ci-dessous).

La **Figure 16** présente les moyennes de toutes les données issues d'études pour chacun des 20 pays, le nombre de points de mesure pour chaque pays étant indiqué entre parenthèses. À titre de comparaison, la moyenne pondérée mondiale indiquée par un point - . - sur une ligne

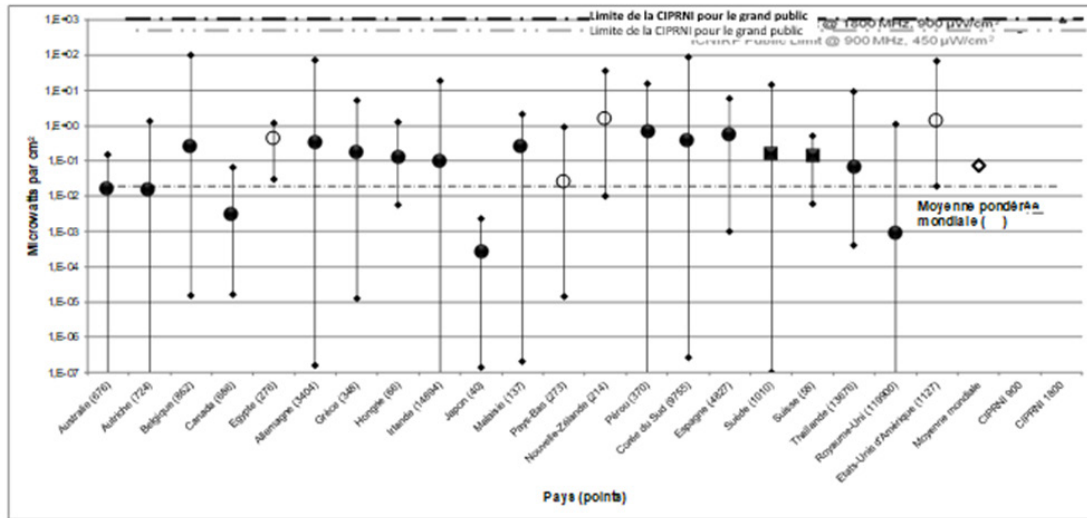
<sup>100</sup> Jack Rowley et autres (2012). [Comparative international analysis of radiofrequency exposure surveys of mobile communication radio base stations](#) (Analyse comparative internationale des enquêtes sur l'exposition aux champs radiofréquences provenant des stations de radiocommunication de base de systèmes de communication mobile) *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 22(3):304 à 315, mai/juin 2012.

<sup>101</sup> Ken Joyner et autres. (2013). [National surveys of radiofrequency field strengths from radio base stations in Africa](#) (Enquêtes nationales sur l'intensité des champs radiofréquences émanant des stations de radiocommunication de base en Afrique), *Radiation Protection Dosimetry* (2013) 1 à 12.

<sup>102</sup> Jack Rowley et Ken Joyner (2016). [Observations from national Italian fixed radiofrequency monitoring network](#). (Observations du réseau national italien fixe de contrôle des émissions radioélectriques), *Bioelectromagnetics*. Février 2016; 37(2):136 à 139.

en pointillés jusqu'à (◊) et les niveaux de référence de la CIPRNI pour le public à 900 et 1 800 MHz sont également représentés.

Figure 16 - données issues d'études sur les champs électromagnétiques radiofréquences (20 pays)



Légende: Minimum (◆), maximum (◆) et moyenne bande étroite (●), moyenne large bande (○) ou moyenne mixte bande étroite/large bande (■)

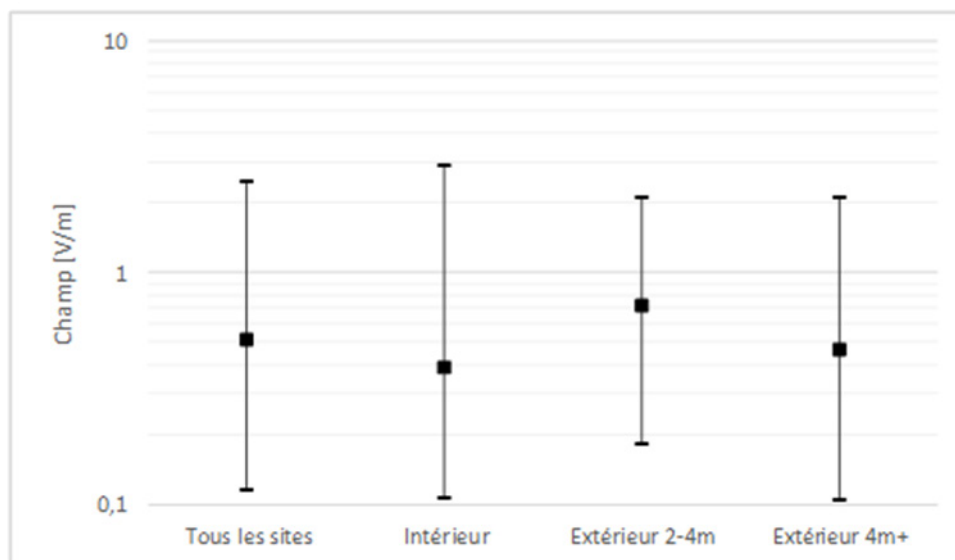
D'autres méthodes de mesure inédites, par exemple celle proposée par Huang et autres (2016)<sup>103</sup>, qui ont consisté à évaluer l'exposition en utilisant à la fois l'exposition en liaison montante et en liaison descendante pour créer une nouvelle mesure appelée Indice d'exposition (EI), ont également permis de constater que "toutes les valeurs de l'Indice EI sont nettement inférieures aux valeurs limites internationales types de l'exposition des personnes". Rowley et Joyner [2012] ont également étudié les tendances temporelles des différentes technologies et des différents pays.

Étant donné que les petites cellules jouent un rôle de plus en plus important en ce sens qu'elles ajoutent des capacités supplémentaires dans les zones à forte densité, et sont appelées à jouer un rôle encore plus important dans les réseaux 5G, des études ont également été menées pour mesurer les champs radioélectriques provenant de ces sites. Van Wyk et autres (2019)<sup>104</sup> ont procédé à des mesures en Italie, aux Pays-Bas et en République sudafricaine, qui portaient sur les installations généralement utilisées aux arrêts de bus, sur les panneaux publicitaire et à l'intérieur des bâtiments. Pas moins de 295 mesures ont été effectuées autour de 98 petites cellules dans ces trois pays. Les résultats de ces mesures sont présentés ci-dessous.

<sup>103</sup> Yuanyuan Huang Y. et autres (2016). [Comparison of average global exposure of population induced by a macro 3G network in different geographical areas in France and Serbia](#) (Comparaison de l'exposition moyenne de la population au niveau mondial vis-à-vis d'un macroréseau 3G dans différentes régions de France et de Serbie), *Bioelectromagnetics* 37:382 à 390, 2016.

<sup>104</sup> Martinhus et autres (2019). [Measurement of EMF Exposure Around Small Cell Base Station Sites](#) (Mesure de l'exposition aux champs électromagnétiques autour des sites de petites stations de base cellulaires), *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 184, Numéro 2, 20 août 2019, pp.211 à 215.

Figure 17 – Résultats des mesures du champ en V/m pour les 98 sites à petites cellules mesurés



D'après les auteurs, "il ressort des résultats que tous les niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques mesurés sont nettement inférieurs aux limites fixées par la CIPRNI pour le grand public". Ils ont également noté que leurs résultats cadraient avec d'autres études relatives à des mesures nationales, par exemple celles menées en France ainsi que les études examinées ci-dessus.

Les principales conclusions de toutes ces études sont que, quels que soient le pays, l'année et la technologie mobile, les champs radioélectriques au niveau du sol ne représentent qu'une petite fraction des limites recommandées au niveau international pour l'exposition des personnes aux champs radioélectriques. Il est important de noter que les niveaux mesurés dans l'environnement sont restés pour l'essentiel constants, malgré le nombre croissant de stations de base et le déploiement de technologies mobiles additionnelles.

Les résultats de toutes les études ainsi que des mesures vont dans le sens des avis formulés par l'OMS<sup>105</sup> en ce qui concerne les stations de base et les technologies hertziennes: "Compte tenu des très faibles niveaux d'exposition et des résultats des travaux de recherche obtenus à ce jour, il n'existe aucun élément scientifique probant confirmant d'éventuels effets nocifs des stations de base et des réseaux sans fil pour la santé".

## 6.2 Niveaux d'exposition aux rayonnements des combinés

La valeur du DAS<sup>106</sup> est une mesure de la quantité d'énergie radioélectrique absorbée par le corps lors de l'utilisation d'un téléphone mobile.

Pour les tests de conformité réglementaire, le DAS est mesuré aux niveaux de puissance maximale dans des conditions de laboratoire, conformément aux normes relatives aux mesures,

<sup>105</sup> OMS (2006). Thèmes de santé. champs électromagnétiques et santé publique. Aide-mémoire N° 304, Stations de base et technologies sans fil, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs304/en/index.html>.

<sup>106</sup> DAS est l'abréviation de "débit d'absorption spécifique". Des informations détaillées sur le DAS sont disponibles à l'adresse <http://www.sartick.com>.

qui définissent les positions pour les essais et toutes les caractéristiques opérationnelles du téléphone mobile, y compris la puissance d'émission maximale.

Les valeurs du DAS indiquées pour chaque modèle de téléphone mobile sont surestimées par rapport aux niveaux d'exposition réels, les normes applicables étant conformes au principe de prudence<sup>107</sup>. En réalité, les dispositifs fonctionnent à des niveaux de puissance nettement plus faibles et s'adaptent en permanence afin d'utiliser la puissance minimale requise pour passer et recevoir un appel, de façon à prolonger au maximum la durée de vie des batteries. Plusieurs études<sup>108, 109</sup> consacrées à l'usage des téléphones mobiles au quotidien ont montré que lorsqu'ils sont utilisés dans les rues d'une grande ville ou à l'intérieur de bâtiments, les smartphones n'utilisent en général qu'une petite partie de leur puissance de sortie maximale. Dans l'article de Gati et autres (2009), les chercheurs ont constaté que les valeurs de 90% de toutes les mesures effectuées, y compris à l'intérieur et à l'extérieur de bâtiments, étaient inférieures à 4 dBm, ce qui représente environ 1% de la puissance maximale émise. En conséquence, ils sont arrivés à la conclusion suivante:

*"Le niveau d'exposition réel aux champs produits par les téléphones mobiles, exprimé sous la forme du débit d'absorption spécifique (DAS), est nettement (100 fois) inférieur aux valeurs normatives indiquées pour la puissance maximale".*

Les données relatives à la puissance de sortie d'environ 7 000 dispositifs 4G connectés à 41 stations de base de radiocommunication LTE situées dans des zones rurales, suburbaines, urbaines et à l'intérieur de bâtiments en Suède ont été présentées dans une publication récente: *"Plus de 300 000 échantillons de puissance ont été recueillis. Dans les zones rurales, on a constaté que les valeurs moyennes dans le temps de la puissance de sortie au 95ème centile correspondaient à 2,2% de la puissance maximale disponible, tandis que les valeurs correspondantes étaient inférieures à 1% dans les autres environnements. Dans tous les environnements, il s'est avéré que les puissances de sortie moyennes étaient inférieures à 1% de la puissance de sortie maximale disponible. Ces valeurs sont conformes aux résultats obtenus pour un équipement d'utilisateur 3G, bien que le débit de données de crête réalisable ait pratiquement décuplé. Ces résultats montrent qu'il est important d'utiliser des niveaux de puissance réalistes pour évaluer avec exactitude le niveau d'exposition réaliste des smartphones modernes<sup>110</sup>."*

Les normes d'exposition aux fréquences radioélectriques ont été établies pour définir la valeur maximale autorisée du DAS pour les dispositifs de communication sans fil, par exemple les téléphones mobiles, qui intègrent un facteur de sécurité supplémentaire pour faire en sorte que tous les utilisateurs, y compris les enfants, les femmes enceintes et les personnes âgées, puissent utiliser ces dispositifs en toute sécurité. Il ressort d'une étude sur les prescriptions réglementaires en vigueur dans plus de 200 pays qu'il n'existe essentiellement que deux normes et régimes réglementaires applicables -: 150 pays ont adopté les limites de la CIPRNI de 2 W/

<sup>107</sup> Mobile Manufacturers Forum (MMF). Viewpoint. [Conservativeness of mobile phone SAR measurements](#) (Principe de prudence pour les mesures du DAS des téléphones mobiles). Novembre 2011.

<sup>108</sup> Tomas Persson et autres (2012). et autres. [Output power distributions of terminals in a 3G mobile communication network](#) (Distribution de la puissance de sortie des terminaux dans un réseau de communication mobile 3G) *Bioelectromagnetics*, vol. 33, p. 320 à 325, 2012.

<sup>109</sup> Azzedine Gati et autres (2009). [Exposure induced by WCDMA Mobile Phones in Operating Networks](#) (L'exposition induite par les téléphones mobiles WCDMA dans l'exploitation de réseaux) *IEEE Trans on wireless communications* vol. 8 N° 12 2009.

<sup>110</sup> Paramananda Joshi et autres (2017). [Output Power Levels of 4G User Equipment and Implications on Realistic RF-EMF Exposure Assessments](#) (Niveaux de puissance de sortie des équipements d'utilisateur 4G et incidences sur l'évaluation de l'exposition réaliste aux champs électromagnétiques radiofréquences), *IEEE Access*, vol. 5, pp. 4545 à 4550, 2017.



kg, mesurées en équivalent de tissus biologiques de 10 g<sup>111, 112</sup>, et 28 pays ont adopté les limites de la Federal Communications Commission (FCC) des États-Unis de 1,6 W/kg, mesurées en équivalent de tissu biologique de 1 g<sup>113</sup>. Dans 50 pays, on ne dispose d'aucune information sur la réglementation. Toutefois, lorsqu'aucune limite n'est imposée, les constructeurs appliquent les limites de la CIPRNI, qui sont conformes à la Recommandation UIT T K.52<sup>114</sup>.

### 6.3 Mesures du DAS au niveau national

Comme indiqué ci-dessus, il n'existe pour l'essentiel que deux normes et régimes réglementaires applicables: la CIPRNI et la FCC. Même dans les pays où il n'existe aucune prescription réglementaire, les constructeurs appliquent les limites de la CIPRNI.

Les organismes nationaux de réglementation appliquent trois méthodes différentes pour assurer la conformité des dispositifs. En Europe, il existe une présomption de conformité qui repose sur des normes harmonisées et l'accent est mis sur la surveillance après la mise sur le marché, tandis qu'en Amérique du Nord et dans de nombreux pays de la région Asie-Pacifique, le processus repose sur des autorisations avant la mise sur le marché. Dans d'autres pays de cette région, les constructeurs et les importateurs de dispositifs sont actuellement soumis à un contrôle. Les valeurs du DAS des dispositifs sont accessibles sur les sites web des constructeurs ainsi qu'après de nombreux organismes de réglementation nationaux.

### 6.4 Exposition des enfants aux champs radioélectriques

Les nombreux domaines de recherche à l'étude portent notamment sur la question de savoir s'il existe des différences entre les adultes et les enfants pour ce qui est de l'absorption des champs électromagnétiques radiofréquences. Les articles de Schönborn et autres (1998)<sup>115</sup>, Kuster et Balzano (1992)<sup>116</sup>, Hornbach et autres (1996)<sup>117</sup> et Meir et autres (1997)<sup>118</sup> ont montré qu'il n'existe pas de différences significatives entre les adultes et les enfants en ce qui concerne l'absorption

<sup>111</sup> La plupart des limites nationales reposent officiellement sur les lignes directrices de la CIPRNI (1998).

<sup>112</sup> CIPRNI. [Déclaration de la CIPRNI sur les lignes directrices visant à limiter l'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques variant dans le temps \(jusqu'à 300 GHz\)](#). *Health Physics*, 2009. 97(3): p. 257 et 258.

<sup>113</sup> FCC. [Guidelines for Evaluating the Environmental Effects of Radiofrequency Radiation](#) (Lignes directrices pour l'évaluation des effets du rayonnement des radiofréquences sur l'environnement radioélectrique), 47 *CFR Parts 1, 2, 15, 24 and 97*, F.C. Commission, Editor. 1996: Federal Register.

<sup>114</sup> UIT-T. [Recommandation UIT T K.52 \(01/2018\)](#). Lignes directrices relatives aux valeurs limites d'exposition des personnes aux champs électromagnétiques.

<sup>115</sup> Frank Schönborn et autres (1998). [Differences in Energy Absorption between Heads of Adults and Children in the Near Field of Sources](#) (Différences d'absorption d'énergie entre les adultes et les enfants (tête) dans les sources en champ proche), *Health Physics*, Vol. 74, Pg. 160 à 168, 1998.

<sup>116</sup> Niels Kuster et Q. Balzano (1992). [Energy Absorption Mechanism by Biological Bodies in The Near Field of Dipole Antennas Above 300 MHz](#) (Mécanisme d'absorption d'énergie par les organismes biologiques dans le champ proche des antennes doublets au-dessus de 300 MHz). *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 41, N° 1, février 1992.

<sup>117</sup> V. Hornbach et autres (1996). [The Dependence of EM Energy Absorption upon Human Head Modelling at 900 MHz](#) (Dépendance de l'absorption d'énergie électromagnétique à l'égard de la modélisation de la tête), *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Vol. 44, N° 10, octobre 1996.

<sup>118</sup> Klaus Meier et autres (1997). [The Dependence of Electromagnetic Energy Absorption upon Human-Head Modelling at 1800 MHz](#) (Dépendance de l'absorption d'énergie électromagnétique à l'égard de la modélisation de la tête à 1800 MHz). *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Vol. 45, N° 11, novembre 1997.

des champs radioélectriques. Gandhi et Kang (2002)<sup>119</sup> et Bit-Babik et autres (2005)<sup>120</sup> ont fait état de profils de DAS analogues dans la tête d'adultes et d'enfants, contrairement aux résultats d'une étude beaucoup plus ancienne de Gandhi et autres (1996)<sup>121</sup>, qui étaient dus à une mise à l'échelle inadéquate de la taille et de la couleur. Foster et Chou (2014)<sup>122</sup>, après avoir également examiné la dosimétrie, ont conclu qu'en ce qui concerne la conformité des combinés aux limites réglementaires, aucun élément probant n'indique qu'il existe des différences d'exposition liées à l'âge en termes de moyenne spatiale maximale du DAS dans la tête.

Pour ce qui est des organismes de santé qui ont examiné cette question, la Food and Drug Administration (FDA) des États-Unis a déclaré ce qui suit: "*Les preuves scientifiques montrent que l'exposition à l'énergie radioélectrique ne représente aucun danger pour les utilisateurs de téléphones cellulaires, y compris les enfants et les adolescents. Il existe également des précautions simples que quiconque – y compris les enfants et les adolescents – peut prendre pour réduire l'exposition aux champs radioélectriques:*

- Réduire le temps passé sur le téléphone cellulaire
- Utiliser le mode haut-parleur, un casque ou des écouteurs pour accroître la distance entre la tête et le téléphone cellulaire"<sup>123</sup>.

Certains groupes parrainés par d'autres gouvernements nationaux ont conseillé de dissuader les enfants d'utiliser les téléphones cellulaires pour les appels non essentiels, voire de ne pas les utiliser du tout. Au Royaume-Uni par exemple, le rapport Stewart (décembre 2000) contient une recommandation dans ce sens<sup>124</sup>. Dans ce rapport, un groupe d'experts indépendants a noté qu'il n'existait aucune preuve attestant que l'utilisation d'un téléphone cellulaire provoque des tumeurs du cerveau ou a d'autres effets nocifs. Leur recommandation visant à limiter aux seuls appels essentiels l'utilisation des téléphones cellulaires par les enfants était strictement préventive; elle n'était pas fondée sur des preuves scientifiques de l'existence d'éventuels dangers pour la santé. Il convient également de rappeler qu'à l'époque où la recommandation a été formulée, le Royaume-Uni appliquait des limites d'exposition analogues, qui n'établissaient généralement pas de distinction entre les travailleurs et le public, et que l'adoption des lignes directrices de la CIPRNI était également recommandée à titre de précaution<sup>125</sup>.

<sup>119</sup> Om Gandhi et Gang Kang (2002). [Some Present Problems and a Proposed Experimental Phantom for SAR Compliance Testing for Cellular Telephones at 835 and 1900 MHz](#) (Problèmes actuels et proposition de fantôme expérimental pour les tests de conformité du SAR des téléphones cellulaires à 835 et 1900 MHz), *Phys. Med. Biol.* 47: 1501 à 1518.

<sup>120</sup> G. Bit-Babik et autres (2005). [Simulation of Exposure and SAR Estimation for Adult and Child Heads Exposed to Radiofrequency Energy from Portable Communication Devices](#) (Simulation de l'exposition et estimation du DAS pour les têtes d'adultes et d'enfants exposées à l'énergie radioélectrique provenant de dispositifs de communication portables), *Radiat. Res.* 163: 580 à 590.

<sup>121</sup> Om. Gandhi et autres. (1996). [Electromagnetic Absorption in the Human Head and Neck for Mobile Telephones at 835 and 1900 MHz](#). (Absorption électromagnétique dans la tête et le cou pour les téléphones mobiles à 835 et 1 900 MHz), *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques.* 44: 1884 à 1897.

<sup>122</sup> Kenneth Foster et Chung-Kwang Chou (2014). [Are Children More Exposed to Radio Frequency Energy from Mobile Phones than Adults?](#) (Les enfants sont-ils plus exposés à l'énergie radioélectrique des téléphones mobiles que les adultes), *IEEE Access* vol. 2, pp. 1497 à 1509.

<sup>123</sup> FDA. [Children and teens and cell phones.](#)

<sup>124</sup> Archives nationales du Royaume-Uni. groupe d'experts indépendants sur les téléphones mobiles (IEGMP), présidé par Sir William Stewart (2000). [Mobile Phones and Health.](#)

<sup>125</sup> Voir le paragraphe 28 du dixième rapport de la Commission restreinte du commerce et de l'industrie de la Chambre des communes. [Trade and Industry – Tenth Report.](#)

Le Conseil de la santé des Pays-Bas<sup>126</sup>, qui a également étudié cette question, a conclu ce qui suit: *"Il n'existe aucun élément scientifique probant confirmant que l'exposition aux champs électromagnétiques produits par les téléphones mobiles, les antennes de station de base ou les équipements Wi-Fi a des effets négatifs sur le développement et le fonctionnement du cerveau et sur la santé des enfants"*.

Dans une publication intitulée "NIR and Children's Health"<sup>127</sup> (Les rayonnements non ionisants et la santé des enfants), la CIPRNI souligne ce qui suit: *"Bien que de nombreuses études sur les effets possibles des rayonnements non ionisants sur la santé humaine aient été publiées et qu'une pléthore de réunions scientifiques aient eu lieu, les preuves de ces effets ne peuvent être établies avec certitude, en particulier en ce qui concerne la santé des enfants"*.

Toujours d'après la même source: *"Ces dernières années, les résultats de nombreuses études épidémiologiques et biologiques ont constitué la principale contribution aux évaluations des risques sanitaires et aux études sur le cancer liées aux champs électromagnétiques effectuées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) à Genève, par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) à Lyon et par divers organismes nationaux. Dernièrement, le CIRC a également évalué la cancérogénicité des rayons ultraviolets et des cabines de bronzage, comme l'ont fait un certain nombre d'organismes nationaux."*

Comme le montrent ces travaux, cette question a été examinée dans le cadre d'études scientifiques multidisciplinaires, auxquelles ont participé des experts dans les domaines de la médecine, de l'épidémiologie, de la biologie, du génie électrique et l'ingénierie des télécommunications, de la physique informatique et de la gestion des risques.

Les études, les rapports de recherche et les discussions présentés dans ce volume n'ont pas montré que les enfants présentaient des sensibilités sanitaires particulières liées à l'âge, mais certaines incertitudes – difficiles à lever sur le plan méthodologique – subsistent encore, en particulier en ce qui concerne la leucémie infantile. Bien que les preuves scientifiques des effets néfastes de l'exposition aux rayonnements ultraviolets soient beaucoup plus claires et qu'il soit admis qu'une exposition excessive et/ou prolongée/répétée constitue un facteur de risque important dans l'apparition des cancers de la peau et des maladies oculaires, des travaux de recherche doivent être menés pour mieux comprendre les mécanismes de la maladie, ce qui constituerait une meilleure base pour définir les méthodes de protection, notamment en ce qui concerne les jeunes.

Ces travaux devraient intéresser les scientifiques et être utiles aux organismes gouvernementaux pour l'élaboration des politiques et l'examen des programmes de recherche destinés à étoffer les connaissances."

Les conclusions sont conformes à la déclaration suivante de l'OMS: *"L'état actuel des connaissances scientifiques ne justifie pas que l'on prenne des précautions particulières pour l'utilisation des téléphones mobiles. En cas d'inquiétude, une personne pourra choisir de limiter son exposition – ou celle de ses enfants – aux champs radioélectriques en abrégant la durée*

<sup>126</sup> Conseil de la santé des Pays-Bas, 2011, [Influence of radiofrequency telecommunication signals on children's brains](#) (Influence des signaux de télécommunication radioélectriques sur le cerveau des enfants), La Haye: Conseil de la santé des Pays-Bas, 2011; publication no. 2011/20E. ISBN 978-90-5549-859-8.

<sup>127</sup> CIPRNI. [Non-ionizing Radiation \(NIR\) and Children's Health](#) (Les rayonnements non ionisants et la santé des enfants) Compte rendu d'un atelier international organisé conjointement par le programme COST/la CIPRNI/l'OMS/EuroSkin, à l'invitation de l'INIS, du 18 au 20 mai 2011, à Ljubljana, (Slovénie), *Progress in Biophysics & Molecular Biology* (107)3:311 à 482; (2011).

*des communications ou en utilisant l'option "mains libres" permettant d'éloigner l'appareil de la tête et du corps".*

Toujours selon l'OMS: "*Un grand nombre d'études ont été menées au cours des deux dernières décennies pour déterminer si les téléphones portables représentent un risque potentiel pour la santé. À ce jour, il n'a jamais été établi que le téléphone portable puisse être à l'origine d'un effet nocif pour la santé*"<sup>128</sup>.

En résumé, il ressort des informations scientifiques dont on dispose qu'il n'existe aucune preuve attestant que l'utilisation des téléphones mobiles ou des dispositifs sans fil a des effets néfastes sur la santé. Conformément aux conseils de l'OMS à l'intention des parents ou des personnes concernées, il existe un certain nombre d'options permettant de limiter son exposition - ou celle de ses enfants - aux champs radioélectriques en restreignant l'usage du dispositif et en abrégant la durée des communications, ou en utilisant l'option "mains libres" permettant d'éloigner l'appareil de la tête et du corps.

---

<sup>128</sup> OMS Centre des médias. Aide-mémoires: [Champs électromagnétiques et santé publique: téléphones portables](#).

# Chapitre 7 - Études de cas

## 7.1 Contexte

L'évolution fulgurante des télécommunications/TIC a pour conséquence la présence de champs électromagnétiques partout dans l'environnement, ce qui suscite des débats dans certains pays quant aux effets possibles d'une exposition prolongée aux émissions sur la santé des populations. En effet, en raison du développement rapide des communications électroniques et de la multiplication exponentielle des sources des champs électromagnétiques radiofréquences, de nombreuses questions se posent et de nombreuses plaintes ont été reçues par les opérateurs et les organismes publics responsables des radiocommunications/TIC.

Les gouvernements, conscients de la nécessité de prendre des mesures dans le but de fournir des informations ou d'apporter des réponses aux préoccupations du public, se réfèrent aux Recommandations de l'UIT ou à des réglementations nationales, pour mettre en place diverses pratiques sur la manière de limiter l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences. Le but est de susciter la confiance en ce qui concerne la sécurité et l'innocuité des pylônes mobiles et de dissiper les idées reçues et les malentendus, afin de créer un écosystème transparent et responsable pour le partage d'informations et le respect des normes relatives à l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences.

Certains pays fixent des limites fondées sur les lignes directrices de la CIPRNI, tandis que d'autres procèdent à des études et adoptent des restrictions additionnelles.

Ainsi, plusieurs pays ont pris des mesures visant à limiter l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences et à sensibiliser comme il se doit les différentes parties prenantes à la manière de traiter la question, s'agissant des bonnes pratiques que doivent adopter les gouvernements, les fournisseurs de services et le grand public.

L'OMS et l'UIT ont établi des plans relatifs à la communication des risques liés aux champs électromagnétiques radiofréquences et favorisent en permanence l'échange d'informations entre pays et régions sur les divers aspects de ces risques, dans le cadre de l'élaboration de normes, de travaux de recherche, de la synthèse périodique des résultats des travaux de recherche, de rapports et de l'organisation de Colloques.

Les différentes contributions reçues dans le cadre des travaux relatifs à la Question 7/2 de la Commission d'études 2 de l'UIT-D et de ceux de la Commission d'études 5 de l'UIT-T ont permis de recenser les différentes pratiques adoptées par divers pays pour tenir dûment compte des différentes préoccupations exprimées.

## 7.2 Initiatives prises par différents pays

Les différentes initiatives prises pour tenir dûment compte des questions liées à l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences peuvent être récapitulées comme suit:

- Mise en place d'une réglementation qui fixe des seuils et des limites d'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences
- Campagne de mesure des champs électromagnétiques
- Campagne de sensibilisation sur les pratiques à adopter
- Mise en place d'outils de communication entre les pouvoirs publics et les populations, afin d'informer ces dernières des mesures prises et de répondre aux préoccupations
- Études sur l'impact des champs électromagnétiques radiofréquences.

### 7.2.1 Cas du Burundi<sup>129</sup>

Le Burundi est conscient que la mise en place d'un cadre juridique et réglementaire propice au développement des télécommunications garantit une meilleure qualité des services et assure de meilleures conditions de vie des populations. La politique visant à encourager le partage des infrastructures de télécommunication contribue également à réduire les effets perçus de l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences. Les risques perçus associés aux champs électromagnétiques sont souvent évoqués par le public. L'Agence de régulation et de contrôle des télécommunications (ARCT) du Burundi a élaboré des lignes directrices fixant des seuils et des limites auxquels les opérateurs doivent se conformer lorsqu'ils mettent en place des stations de base pour le déploiement de réseaux de télécommunication.

Le partage des infrastructures a pour conséquence de réduire la multiplication des stations de base, du fait du regroupement des antennes sur des pylônes bien identifiés et implantés sur des sites qui sont parfaitement conformes aux normes pertinentes. Ainsi, l'ARCT a pris les mesures suivantes:

- Sensibilisation des opérateurs à la nécessité d'assurer le partage des infrastructures pour optimiser et réduire les coûts.
- Sensibilisation du public à la nécessité de respecter les installations des opérateurs, afin d'éviter des actes de sabotage et de vandalisme sur les réseaux de télécommunications.
- Adoption de mesures de contrôle pour vérifier la conformité technique et opérationnelle des équipements installés par les opérateurs de télécommunication.
- Élaboration de lignes directrices sur le partage des infrastructures de télécommunication.

### 7.2.2 Cas de la République centrafricaine<sup>130</sup>

La libéralisation totale du secteur des télécommunications/TIC en République centrafricaine, qui se caractérise par la présence de quatre opérateurs de téléphonie mobile (Telecel, Moov, Azur et Orange) et un monopole fixe de l'opérateur historique Socatel, a conduit à une multiplication d'antennes de stations de base dans la capitale, Bangui, ainsi que dans la plupart des villes des provinces. Cette mise en place anarchique de stations de base a des effets négatifs sur la perception par la population des effets des champs électromagnétiques radiofréquences.

<sup>129</sup> Document [2/42](#) de la CE 2 de l'UIT-D, (Burundi).

<sup>130</sup> Document [SG2RGQ/42\(Rév.1\)](#) de la CE 2 de l'UIT-D, République centrafricaine (en français).

Face à ce problème, le gouvernement a créé une Agence nationale de radioprotection (ANR), dont la mission est d'élaborer une politique et une stratégie pour remédier à cette situation.

Afin de pallier ces lacunes, le Gouvernement, par le biais de l'Agence de régulation des télécommunications (ART), a adopté dans un premier temps une série de textes réglementaires faisant obligation aux opérateurs d'avoir recours à des accords de mutualisation des infrastructures. Malheureusement, la mise en œuvre par les opérateurs des dispositions de ces dispositions réglementaires et le suivi par l'ART ont posé des problèmes.

L'ART a pour vocation de prélever un pourcentage sur le chiffre d'affaires des opérateurs, afin d'apporter une assistance aux populations touchées. Malheureusement, l'Agence a du mal à fonctionner, les opérateurs éprouvant des réticences à l'idée de contribuer à son fonctionnement.

Cependant, plusieurs initiatives sont en train d'être prises:

- Sensibilisation des opérateurs à la nécessité d'assurer le partage des infrastructures pour optimiser et réduire les coûts.
- Sensibilisation du public à la nécessité de respecter les installations des opérateurs, afin d'éviter des actes de sabotage et de vandalisme sur les réseaux de télécommunications.
- Adoption de mesures de contrôle pour vérifier la conformité technique et opérationnelle des équipements installés par les opérateurs de télécommunication.
- Élaboration de lignes directrices sur le partage des infrastructures de télécommunication.
- Acquisition d'équipements de contrôle des champs électromagnétiques radiofréquences.
- Mise en place d'un centre d'appel pour recueillir et traiter avec efficacité les réclamations des consommateurs.

### 7.2.3 Cas du Sénégal<sup>131</sup>

Conscient de la perception par la population des effets des champs électromagnétiques radiofréquences à la suite de différentes études déjà réalisées par des organismes internationaux, le Sénégal mène des campagnes de mesures de l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences par l'intermédiaire de l'Autorité de régulation des télécommunications et des postes (ARTP). Le Sénégal a acquis des équipements de contrôle et de surveillance des niveaux des champs électromagnétiques radiofréquences sur le territoire national et a mené des campagnes de mesure des champs électromagnétiques radiofréquences.

Les campagnes de mesure des champs électromagnétiques radiofréquences dans les zones urbaines du Sénégal à forte densité démographique ont été conduites conformément aux recommandations contenues dans le Manuel de l'UIT-R sur le contrôle du spectre, aux Recommandations UIT-T connexes de la série K, aux lignes directrices de l'UIT-D et, enfin, aux lignes directrices de la CIPRNI.

Conformément au Code des télécommunications en vigueur, aux directives internationales et aux recommandations de l'UIT, de la CIPRNI et des organismes assimilés, les opérateurs ont l'obligation de se conformer aux exigences suivantes: respect des limites de rayonnement, respect de la limite de distance de périmètre de sécurité, essais sur les équipements avant l'installation et la mise en service, approbation des essais par le régulateur et communication des niveaux des champs électromagnétiques radiofréquences au régulateur. En application de

<sup>131</sup> Document [SG2RGQ/50](#) de la CE 2 de l'UIT-D, (Sénégal).

ce principe, l'Autorité de régulation délivre des agréments aux importateurs d'équipements radioélectriques après des études de conformité aux normes internationales.

À l'issue de la campagne, le public disposera d'un état des lieux fiable qui sera accessible aux personnes physiques et morales. Enfin, une stratégie de concertation et de coordination sera mise en œuvre avec l'ensemble des opérateurs de téléphonie mobile et des exploitants de réseaux privés indépendants, pour la surveillance et le contrôle permanents des installations radioélectriques et l'application des recommandations et lignes directrices relatives aux niveaux admissibles des champs électromagnétiques radiofréquences pour chaque technologie.

#### 7.2.4 Cas de la Chine<sup>132</sup>

La Chine applique des limites environnementales différentes des recommandations internationales pour les champs électromagnétiques des stations de base, mais les limites d'exposition pour les dispositifs mobiles et la méthode de mesure sont généralement conformes aux normes internationales. La contribution de la Chine présente un résumé des études relatives aux effets des champs électromagnétiques dans le pays. Dans cette optique:

- la Chine applique des limites environnementales pour les champs électromagnétiques qui diffèrent des recommandations internationales en raison de la succession des normes précédentes, des résultats des études nationales et de l'évaluation des risques (sur la base des technologies futures);
- les limites d'exposition applicables aux dispositifs mobiles sont conformes aux normes internationales;
- la méthode de mesure utilisée est généralement conforme aux normes internationales;
- la tendance est à l'adoption de limites internationales.

<sup>132</sup> Document [SG2RGQ/68](#), de la CE 2 de l'UIT-D, (Chine).



## 7.3 Récapitulatif des bonnes pratiques

Tableau 9 - Liste des bonnes pratiques

Mesures	Plan de mise en œuvre	Pays
Mise en place d'une réglementation qui fixe des seuils et des limites d'exposition aux champs électromagnétiques auxquels les opérateurs doivent se conformer lorsqu'ils établissent des stations de base pour le déploiement de réseaux de télécommunication	D'une manière générale, suivre les lignes directrices de la CIPRNI	Sénégal, Burundi, Inde, République centrafricaine, Soudan
	Appliquer des limites environnementales pour les champs électromagnétiques qui diffèrent des recommandations internationales en raison des résultats des études nationales et de l'évaluation des risques	Chine, Côte d'Ivoire
	Édicter des lois visant à superviser les effets des stations de base sur la santé humaine et sur l'environnement proche	Chine, Sénégal, Inde, Cameroun, Hongrie, Côte d'Ivoire
	Disposer d'organismes spécialisés chargés de l'évaluation et de l'approbation de l'installation ou du déplacement des stations de base	République centrafricaine
Campagnes de mesure des champs électromagnétiques et du DAS des équipements	Acquérir les équipements nécessaires au contrôle des champs électromagnétiques	Chine, Sénégal, République centrafricaine, Côte d'Ivoire, Soudan
	Procéder à un contrôle permanent des installations radioélectriques, afin de veiller au respect des niveaux de champs électromagnétiques radiofréquences admissibles pour chaque technologie	Chine, République centrafricaine, Sénégal, Burundi, Côte d'Ivoire, Soudan
	Vérifier le DAS des équipements	Cameroun
Campagne de sensibilisation sur les pratiques à adopter	Sensibiliser le public pour une maîtrise plus efficace de la problématique des champs électromagnétiques radiofréquences	Burundi, Haïti, Inde
	Sensibiliser le public à la nécessité de ne pas exclure les installations des opérateurs	Cameroun, République centrafricaine

Tableau 9 - Liste des bonnes pratiques (suite)

Mesures	Plan de mise en œuvre	Pays
Diffusion d'informations	Publier des informations et les résultats de mesures pertinents sur le site web des autorités gouvernementales	Inde
	Mettre en place un centre d'appel pour recueillir et traiter avec efficacité les plaintes des consommateurs	République centrafricaine
	Installer des panneaux visibles informant la communauté dans son ensemble du niveau de conformité des stations de radiocommunication aux limites d'exposition des personnes aux champs électromagnétiques radiofréquences	Colombie
Études sur les conséquences des rayonnements électromagnétiques	Procéder à des études relatives aux effets des champs électromagnétiques	Chine, République de Corée

# Annexes

## Annex 1: List of contributions and liaison statements received on Question 7/2

### Contributions on Question 7/2

Web	Received	Source	Title
<a href="#">2/411</a>	2021-03-02	Co-Rapporteurs for Question 7/2	Draft proposal for the future of Question 7/2
<a href="#">2/392 (Rev.1)</a>	2021-02-17	ATDI (France)	Draft Liaison Statement to ITU-T Q3/5, ITU-R WPs 1A, 1C, 5A, 5B and 6A
<a href="#">2/363</a>	2021-01-11	China, GSMA, ATDI (France)	Proposed revisions to the Final Report for Question 7/2 to WTDC-21
<a href="#">RGQ2/TD/23</a>	2020-10-08	Mobile & Wireless Forum	MWF comments to SG2RGQ/218(Rev.1)
<a href="#">RGQ2/TD/22</a>	2020-10-08	Mobile & Wireless Forum	MWF comments to SG2RGQ/209
<a href="#">RGQ2/TD/21</a>	2020-10-07	Co-Rapporteurs for Question 7/2	Working Document - Updated Draft Output rapport for Question 7/2
<a href="#">RGQ2/TD/20</a>	2020-10-07	Co-Rapporteurs for Q7/2	Proposed liaison statement from UIT-D Study Group 2 Question 7/2 to UIT-T Q3/5, UIT-R Working Parties 1A, 1C, 4A, 5A, 5B, 5C, 5D, 6A, 7A and 7B on updates on new EMF limits
<a href="#">RGQ2/TD/19</a>	2020-09-30	GSMA	GSMA comments to SG2RGQ/229
<a href="#">RGQ2/TD/18</a>	2020-09-30	GSMA	GSMA proposed revisions to SG2RGQ/209
<a href="#">RGQ2/TD/17</a>	2020-09-30	GSMA	GSMA comments to terminology for electromagnetic fields and health
<a href="#">RGQ2/TD/16</a>	2020-09-30	GSMA	GSMA comments to rapport for Question 7/2 to WTDC-2021: Revision of Chapters 1, 2, 3 and Annexes 1, 2, 3
<a href="#">RGQ2/246</a>	2020-09-04	ATDI (France)	Report for Q7/2 to WTDC-2021: Revision of Chapters 1, 2, 3 and Annexes 1, 2, 3
<a href="#">RGQ2/229</a>	2020-08-18	Senegal	Chapter 7: Case studies and national practices based on contributions
<a href="#">RGQ2/218 (Rev.1)</a>	2020-07-31	Haiti	Terminology for electromagnetic fields and health

(suite)

Web	Received	Source	Title
<a href="#">RGQ2/209</a>	2020-06-11	China	Revisions to draft Chapter 4 of the Final Report for Question 7/2
<a href="#">2/324</a> <a href="#">+Ann.1</a>	2020-02-07	BDT Focal Point for Question 7/2	Development of EMF Guidelines for the Arab region - update
<a href="#">2/292</a>	2020-01-09	Guinea	Strategy and methodology for assessing the level of exposure of the general public to non-ionizing radiation in the Republic of Guinea
<a href="#">2/289</a>	2020-01-08	ATDI (France)	rapport for Q7/2 to WTDC-2021: Revision of Chapters 1, 2, 3 and Annex 2
<a href="#">2/288</a>	2020-01-08	Mobile & Wireless Forum, GSMA	Proposed revisions and updates to Draft report of UIT-D Question 7/2
<a href="#">2/284</a>	2020-01-07	GSMA	Comments on champs électromagnétiques radiofréquences exposure topics discussed at Question 7/2 meeting, October 2019
<a href="#">2/276</a>	2020-01-03	China	Overview of new "IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz"
<a href="#">2/275</a>	2020-01-09	Senegal	Chapter 7: Case studies and national practices based on contributions
<a href="#">2/271</a>	2019-12-31	Burundi	Legal framework for telecommunication infrastructure sharing as a way to reduce human exposure to electromagnetic emissions in Burundi
<a href="#">2/267</a>	2019-12-27	Central African Republic	Strategies and policies concerning human exposure to electromagnetic fields
<a href="#">2/255</a>	2019-12-16	Haiti	CONATEL strategies for protecting consumers against exposure to electromagnetic fields
<a href="#">2/253</a>	2019-12-16	Democratic Republic of the Congo	Strategies and policies concerning human exposure to electromagnetic fields
<a href="#">RGQ2/TD/15</a>	2019-10-17	Co-Rapporteurs for Question 7/2	Proposed text for outgoing liaison statement from ITU-D Study Group 2 Question 7/2 to ITU-T SG5 and ITU-R working parties
<a href="#">RGQ2/TD/11</a>	2019-10-02	Côte d'Ivoire	Periodic assessment of the level of exposure of people to Non-Ionizing Radiation (NIR) and risk reduction in Côte d'Ivoire
<a href="#">RGQ2/191</a>	2019-09-24	Hungary	10 years' experience in EMF exposure assessment technics, applied methods and strategies for the next 3 years at NMHH

(suite)

Web	Received	Source	Title
<a href="#">RGQ2/181</a>	2019-09-23	China	Update of electromagnetic radiation environmental monitoring standards for mobile communication base stations in China
<a href="#">RGQ2/180</a>	2019-09-23	China	Revisions to draft Chapter 4 of the Final report for Question 7/2
<a href="#">RGQ2/177+Ann.1</a>	2019-09-20	BDT Focal Point for Question 7/2	Development of EMF guidelines for the Arab region
<a href="#">RGQ2/158</a>	2019-09-06	India	Multi-dimensional approach to mitigating EMF concerns in India
<a href="#">RGQ2/157</a>	2019-09-05	Co-Rapporteurs for Question 7/2	Draft consolidated report for Q7/2 to WTDC-21
<a href="#">RGQ2/142</a>	2019-08-14	ATDI (France)	Status of the Q7/2 rapport to WTDC-21
<a href="#">RGQ2/140</a>	2019-08-12	Central African Republic	Strategies and policies concerning human exposure to the ionizing effects of electromagnetic fields
<a href="#">RGQ2/137</a>	2019-08-02	Cameroon	Strategies and policies concerning human exposure to electromagnetic fields: the case of Cameroon
<a href="#">RGQ2/133</a>	2019-07-28	Senegal	Chapter 7: Case studies and national practices based on contributions
<a href="#">RGQ2/123</a>	2019-07-09	Haiti	Electromagnetic wave awareness-raising campaign
<a href="#">2/TD/21</a>	2019-03-28	Co-Rapporteur for Question 7/2	Proposed liaison statement from ITU-D Study Group Q7/2 to ITU-T and ITU-R Study Groups on strategies and policies concerning human exposure to EMF
<a href="#">2/205</a>	2019-03-11	Mali	Stratégies et politiques concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques: cas du Mali
<a href="#">2/163</a>	2019-02-06	Mobile & Wireless Forum	Contribution for Chapter 6 of the report: Modern Policies, Guidelines, Regulations and Assessments of Human Exposure to RF-EMF
<a href="#">2/160</a>	2019-03-11	China	Policies to limit exposure to radiofrequency fields
<a href="#">2/151</a>	2019-01-30	Central African Republic	Contribution by the Central African Republic to Question 7/2 on exposure to electromagnetic fields
<a href="#">2/150</a>	2019-01-29	Haiti	National EMF activities on exposure limits
<a href="#">2/147</a>	2019-01-28	ATDI (France)	Output rapport on Question 7/2, Chapter 3: Updated international champs électromagnétiques radiofréquences exposure limits

(suite)

Web	Received	Source	Title
<a href="#">2/137</a>	2019-01-15	ATDI (France)	Output report of Question 7/2, revised "Chapter 2 - UIT activities"
<a href="#">RGQ2/ TD/7</a>	2018-10-01	Russian Federation	ITU-D SG1 and SG2 coordination: Mapping of ITU-D Study Group 1 and 2 Questions
<a href="#">RGQ2/82</a>	2018-09-18	Ghana	Ghana's Type Approval Regime - a sustainable approach to connecting and protecting users of telecommunications/ ICTs and networks through conformance assessment
<a href="#">RGQ2/71</a>	2018-09-18	India	Tarang Sanchar: Department of Telecommunications (DoT) India new web portal to monitor radiation compliance by telecommunication service providers and generate awareness
<a href="#">RGQ2/68</a>	2018-09-17	China	Recent research activities and the update of EMF standards in China
<a href="#">RGQ2/50</a>	2018-09-03	Senegal	Campagne nationale de mesure de la densité des champs électromagnétiques et d'évaluation des rayonnements non-ionisants au Sénégal
<a href="#">RGQ2/45</a>	2018-08-27	ATDI (France)	Draft 7 <sup>th</sup> study period report on Question 7/2: chapters 1 and 2
<a href="#">RGQ2/42 (Rev.1)</a>	2018-08-24	Central African Republic	Stratégies et politiques concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques
<a href="#">RGQ2/41 +Ann.1</a>	2018-08-22	BDT Focal Point for Question 7/2	Outcome report: EMF and 5G rollout Expert Meeting, Rome, November 2017
<a href="#">RGQ2/40 +Ann.1</a>	2018-08-22	BDT Focal Point for Questions 1/1, 1/2, 2/1 and 7/2	Regional Seminar for Europe and CIS on "5G Implementation in Europe and CIS: Strategies and Policies Enabling New Growth Opportunities", Budapest, July 2018
<a href="#">RGQ2/20 +Ann.1</a>	2018-08-09	BDT Focal Point for Question 7/2	UIT activities on EMF
<a href="#">RGQ2/19 +Ann.1</a>	2018-08-08	Hungary	rapport on the UIT-D Study Groups related Experts' Knowledge Exchange
<a href="#">RGQ2/18 +Ann.1</a>	2018-08-06	ATDI (France)	UIT inter-Sectoral response to the public consultation of the Draft I CIPRNI Guidelines on limiting exposure (100 kHz to 300 GHz)
<a href="#">2/85 +Ann.1</a>	2018-04-23	BDT Focal Point for Question 7/2	Electromagnetic field level and 5G roll-out expert meeting
<a href="#">2/47</a>	2018-03-15	India	Mandating adoption of harmonized, electromagnetic fields/radiofrequency (EMF/RF) exposure limit across the nations based on the international guidelines

(suite)

Web	Received	Source	Title
<a href="#">2/42</a>	2018-03-01	Burundi	Strategy for telecommunication infrastructure sharing as a way to reduce human exposure to electromagnetic emissions in Burundi
<a href="#">2/38</a>	2018-04-20	China, (France)	ATDI Proposed Table of Content for the rapport of Question 7/2
<a href="#">2/37</a>	2018-04-20	China, (France)	ATDI Proposed work plan (2018-2021) for Question 7/2

### Incoming liaison statements for Question 7/2

Web	Received	Source	Title
<a href="#">2/364</a>	2020-12-09	UIT-R Working Party 1C	Liaison statement from UIT-R Working Party 1C to UIT Study Group Question 7/2 on revision of rapport UIT-R SM.2452-0 on EMF measurements to assess human exposure
<a href="#">2/360</a>	2020-11-19	UIT-T Study Group 5	Liaison statement from UIT-T Study Group 5 to UIT-D SG2 Q7/2 on work being carried out under study in UIT-T Q3/5
<a href="#">2/354</a>	2020-10-14	UIT-R Working Party 6A	Liaison statement from UIT-R Working Party 6A to UIT-T Study Group 5 (copy to UIT-D SG2 Q7/2) on EMF exposure from bonded cellular devices
<a href="#">RGQ2/287</a>	2020-07-14	UIT-T Study Group 5	Liaison statement from UIT-T Study Group 5 to UIT-D SG2 Q7/2 on work being carried out in UIT-T SG5 on human exposure to EMF from ICTs
<a href="#">RGQ2/203</a>	2020-02-18	UIT-T Study Group 5	Liaison statement from UIT-T SG5 to UIT-D SG1 and SG2 on information on WTSA-20 preparation
<a href="#">RGQ2/TD/14+Ann.1</a>	2019-10-11	UIT-T Study Group 5	Liaison statement from UIT-T SG5 to UIT-D SG2 Q7/2 on work being carried out under study in UIT-T SG5 Q3/5
<a href="#">RGQ2/117</a>	2019-06-18	UIT-R study groups - Working Party 1C	Liaison statement from UIT-R WP 1C to UIT-D SG2 Q7/2 on electromagnetic field measurements to assess human exposure
<a href="#">RGQ2/115+Ann.1</a>	2019-06-14	UIT-T Study Group 5	Liaison statement from UIT-T SG5 to UIT-D SG2 Q4/2 and Q7/2 on work being carried out under study in UIT-T Study Group 5 Question 3/5
<a href="#">2/119+Ann.1</a>	2018-10-16	UIT-T Study Group 5	Liaison statement from UIT-T SG5 to UIT-D SG2 Q7/2 on collaboration in RF-EMF, EMC and particle radiation effects

(suite)

Web	Received	Source	Title
<a href="#">RGQ2/TD/6+Ann.1</a>	2018-09-28	UIT-T Study Group 5	Liaison statement from UIT-T SG5 to UIT-D SG2 Q7/2 on UIT inter-Sectoral response to "ICNIRP Public Consultation of the Draft IACNIRP Guidelines on Limiting EMF Exposure (100 kHz to 300 GHz)"
<a href="#">RGQ2/TD/4</a>	2018-09-28	UIT-T Study Group 5	Liaison statement from UIT-T SG5 to UIT-D SG2 Q7/2 on work being carried out under study in UIT-T Q3/5 (reply to LS UIT-R WP1C, 1C/169-E (Annex 10) and UIT-D SG2, 2/116-E)
<a href="#">RGQ2/7</a>	2018-06-29	UIT-R study groups - Working Party 1C	Liaison statement from UIT-R WP1C to UIT-D SG2 Q7/2 on the Preliminary Draft New rapport UIT-R SM.[EMF-MON]
<a href="#">RGQ2/6+Ann.1</a>	2018-06-04	UIT-T Study Group 5	Liaison Statement from UIT-R SG5 to UIT-D SG2 Q7/2 on the work which is under study in UIT-T Question 3/5
<a href="#">2/34</a>	2017-11-29	UIT-T Study Group 5	Liaison Statement from UIT-T SG5 to UIT-D SG2 Question 7/2 on information about work that is being carried out which is under study in UIT-T Q3/5
<a href="#">2/33</a>	2017-11-28	UIT-T Study Group 5	Liaison Statement from UIT-T SG5 to UIT-D study groups on setting environmental requirements for 5G/IMT-2020
<a href="#">2/27</a>	2017-11-24	UIT-T Study Group 5	Liaison Statement from UIT-T SG5 to UIT-D SG2 Question 7/2 on information about work being carried out under study in UIT-T Q3/5
<a href="#">2/26</a>	2017-11-24	UIT-T Study Group 5	Liaison Statement from UIT-T SG5 to UIT-D SG2 Question 6/2 and Question 7/2 on Operational Plan for Implementation of WTSA-16 Resolutions 72 and 73 (Hammamet, 2016), and Resolution 79 (Dubai, 2012)
<a href="#">2/22</a>	2017-11-24	UIT-R study groups - Working Party 1C	Liaison Statement from UIT-R Working Party 7C to UIT-D Study Group 2 Q7/2 on a preliminary draft new rapport UIT-R SM.[EMF-MON]
<a href="#">2/8</a>	2017-11-22	UIT-T Study Group 5	Liaison Statement from UIT-T SG5 to UIT-D study groups on UIT-T Study Group 5 lead study group activities



**Union internationale des télécommunications (UIT)**  
**Bureau de développement des télécommunications (BDT)**  
**Bureau du Directeur**  
Place des Nations  
CH-1211 Genève 20  
Suisse

Courriel: [bdttdirector@itu.int](mailto:bdttdirector@itu.int)  
Tél.: +41 22 730 5035/5435  
Fax: +41 22 730 5484

**Département des réseaux et de la société numériques (DNS)**

Courriel: [bdt-dns@itu.int](mailto:bdt-dns@itu.int)  
Tél.: +41 22 730 5421  
Fax: +41 22 730 5484

**Département du pôle de connaissances numériques (DKH)**

Courriel: [bdt-dkh@itu.int](mailto:bdt-dkh@itu.int)  
Tél.: +41 22 730 5900  
Fax: +41 22 730 5484

**Adjoint au directeur et Chef du Département de l'administration et de la coordination des opérations (DDR)**

Place des Nations  
CH-1211 Genève 20  
Suisse

Courriel: [bdtdeputydir@itu.int](mailto:bdtdeputydir@itu.int)  
Tél.: +41 22 730 5131  
Fax: +41 22 730 5484

**Département des partenariats pour le développement numérique (PDD)**

Courriel: [bdt-pdd@itu.int](mailto:bdt-pdd@itu.int)  
Tél.: +41 22 730 5447  
Fax: +41 22 730 5484

## Afrique

### Ethiopie

**International Telecommunication Union (ITU) Bureau régional**  
Gambia Road  
Leghar Ethio Telecom Bldg. 3<sup>rd</sup> floor  
P.O. Box 60 005  
Addis Ababa  
Ethiopie

Courriel: [itu-ro-africa@itu.int](mailto:itu-ro-africa@itu.int)  
Tél.: +251 11 551 4977  
Tél.: +251 11 551 4855  
Tél.: +251 11 551 8328  
Fax: +251 11 551 7299

### Cameroun

**Union internationale des télécommunications (UIT)**  
**Bureau de zone**  
Immeuble CAMPOST, 3<sup>e</sup> étage  
Boulevard du 20 mai  
Boîte postale 11017  
Yaoundé  
Cameroun

Courriel: [itu-yaounde@itu.int](mailto:itu-yaounde@itu.int)  
Tél.: + 237 22 22 9292  
Tél.: + 237 22 22 9291  
Fax: + 237 22 22 9297

### Sénégal

**Union internationale des télécommunications (UIT)**  
**Bureau de zone**  
8, Route des Almadies  
Immeuble Rokhaya, 3<sup>e</sup> étage  
Boîte postale 29471  
Dakar - Yoff  
Sénégal

Courriel: [itu-dakar@itu.int](mailto:itu-dakar@itu.int)  
Tél.: +221 33 859 7010  
Tél.: +221 33 859 7021  
Fax: +221 33 868 6386

### Zimbabwe

**International Telecommunication Union (ITU) Bureau de zone**  
TelOne Centre for Learning  
Comer Samora Machel and Hampton Road  
P.O. Box BE 792  
Belvedere Harare  
Zimbabwe

Courriel: [itu-harare@itu.int](mailto:itu-harare@itu.int)  
Tél.: +263 4 77 5939  
Tél.: +263 4 77 5941  
Fax: +263 4 77 1257

## Amériques

### Brésil

**União Internacional de Telecomunicações (UIT)**  
**Bureau régional**  
SAUS Quadra 6 Ed. Luis Eduardo  
Magalhães,  
Bloco "E", 10<sup>o</sup> andar, Ala Sul  
(Anatel)  
CEP 70070-940 Brasilia - DF  
Brazil

Courriel: [itubrasilia@itu.int](mailto:itubrasilia@itu.int)  
Tél.: +55 61 2312 2730-1  
Tél.: +55 61 2312 2733-5  
Fax: +55 61 2312 2738

### La Barbade

**International Telecommunication Union (ITU) Bureau de zone**  
United Nations House  
Marine Gardens  
Hastings, Christ Church  
P.O. Box 1047  
Bridgetown  
Barbados

Courriel: [itubridgetown@itu.int](mailto:itubridgetown@itu.int)  
Tél.: +1 246 431 0343  
Fax: +1 246 437 7403

### Chili

**Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)**  
**Oficina de Representación de Área**  
Merced 753, Piso 4  
Santiago de Chile  
Chili

Courriel: [itusantiago@itu.int](mailto:itusantiago@itu.int)  
Tél.: +56 2 632 6134/6147  
Fax: +56 2 632 6154

### Honduras

**Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)**  
**Oficina de Representación de Área**  
Colonia Altos de Miramontes  
Calle principal, Edificio No. 1583  
Frente a Santos y Cía  
Apartado Postal 976  
Tegucigalpa  
Honduras

Courriel: [itutegucigalpa@itu.int](mailto:itutegucigalpa@itu.int)  
Tél.: +504 2235 5470  
Fax: +504 2235 5471

## Etats arabes

### Egypte

**International Telecommunication Union (ITU) Bureau régional**  
Smart Village, Building B 147,  
3<sup>rd</sup> floor  
Km 28 Cairo  
Alexandria Desert Road  
Giza Governorate  
Cairo  
Egypte

Courriel: [itu-ro-arabstates@itu.int](mailto:itu-ro-arabstates@itu.int)  
Tél.: +202 3537 1777  
Fax: +202 3537 1888

## Asie-Pacifique

### Thaïlande

**International Telecommunication Union (ITU) Bureau régional**  
Thailand Post Training Center  
5<sup>th</sup> floor  
111 Chaengwattana Road  
Laksi  
Bangkok 10210  
Thaïlande

*Adresse postale:*  
P.O. Box 178, Laksi Post Office  
Laksi, Bangkok 10210, Thailand

Courriel: [ituasiapacificregion@itu.int](mailto:ituasiapacificregion@itu.int)  
Tél.: +66 2 575 0055  
Fax: +66 2 575 3507

### Indonésie

**International Telecommunication Union (ITU) Bureau de zone**  
Sapta Pesona Building  
13<sup>th</sup> floor  
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17  
Jakarta 10110  
Indonésie

*Adresse postale:*  
c/o UNDP – P.O. Box 2338  
Jakarta 10110, Indonesia

Courriel: [ituasiapacificregion@itu.int](mailto:ituasiapacificregion@itu.int)  
Tél.: +62 21 381 3572  
Tél.: +62 21 380 2322/2324  
Fax: +62 21 389 5521

## Pays de la CEI

### Fédération de Russie

**International Telecommunication Union (ITU) Bureau régional**  
4, Building 1  
Sergiy Radonezhsky Str.  
Moscow 105120  
Fédération de Russie

Courriel: [itumoscow@itu.int](mailto:itumoscow@itu.int)  
Tél.: +7 495 926 6070

## Europe

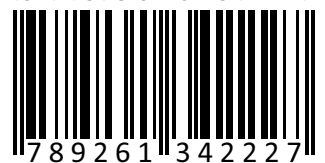
### Suisse

**Union internationale des télécommunications (UIT)**  
**Bureau pour l'Europe**  
Place des Nations  
CH-1211 Genève 20  
Suisse

Courriel: [euroregion@itu.int](mailto:euroregion@itu.int)  
Tél.: +41 22 730 5467  
Fax: +41 22 730 5484

Union internationale des télécommunications  
Bureau de développement des télécommunications  
Place des Nations  
CH-1211 Genève 20  
Suisse

ISBN: 978-92-61-34222-7



7 8 9 2 6 1 3 4 2 2 2 7

Publié en Suisse  
Genève, 2021