Déploiement de la 5G en France et dans le monde : aspects techniques et sanitaires

SEPTEMBRE 2020

Philippe **FOLLENFANT**
Jean-Michel **NATAF**

Pierre **ABALLEA**
Louis-Charles **VIOSSAT**
François-Mathieu **ROBINEAU**

Henri **HAVARD**
Vincent **MENUET**
Charles-Adrien **CALVET**

Philippe **DISTLER**
Benoit **LEGAIT**

CGEDD
CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

INSPECTION GENERALE DES AFFAIRES SOCIALES

IGF
INSPECTION GÉNÉRALE DES FINANCES

CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ÉCONOMIE
DE L'INDUSTRIE, DE L'ÉNERGIE ET DES TECHNOLOGIES

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE	MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS ET DE LA SANTÉ	MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES ET DE LA RELANCE	
Conseil général de l'environnement et du développement durable N° 013456-01	Inspection générale des affaires sociales N° 2020-059R	Inspection générale des finances N° 2020-M-042-02	Conseil général de l'économie N° 2020/17/CGE/SG

RAPPORT

DÉPLOIEMENT DE LA 5G EN FRANCE ET DANS LE MONDE : ASPECTS TECHNIQUES ET SANITAIRES

Établi par

PHILIPPE FOLLENFANT
Ingénieur général des mines

DR PIERRE ABALLEA
Inspecteur général des affaires sociales

VINCENT MENUET
Inspecteur des finances

PHILIPPE DISTLER
Ingénieur général des mines

JEAN-MICHEL NATAF
Ingénieur général des ponts, des eaux et des forêts

LOUIS-CHARLES VIOSSAT
Inspecteur général des affaires sociales

Sous la supervision de
HENRI HAVARD
Inspecteur général des finances

BENOIT LEGAIT
Ingénieur général des mines

FRANÇOIS-MATHIEU ROBINEAU
Inspecteur des affaires sociales

Avec la participation de
CHARLES-ADRIEN CALVET
Assistant de mission

- SEPTEMBRE 2020 -

CGEDD
CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

INSPECTION GENERALE DES AFFAIRES SOCIALES

IGF
INSPECTION GÉNÉRALE DES FINANCES

CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ÉCONOMIE
DE L'INDUSTRIE, DE L'ÉNERGIE ET DES TECHNOLOGIES

Rapport

SYNTHÈSE

Avec le lancement prévu prochainement d'un appel d'offres pour l'attribution de ses fréquences, la cinquième génération de communications mobiles (5G), une technologie aux enjeux multiples, est sur le point d'entrer dans une phase de déploiement en France.

Dans ce contexte, les ministres de la Transition écologique, des Solidarités et de la Santé, de l'Économie et des finances ainsi que la secrétaire d'État auprès du ministre de l'Économie et des finances en charge de l'industrie ont saisi, au début du mois de juillet 2020, le conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD), le conseil général de l'économie (CGE), l'inspection générale des affaires sociales (IGAS) et l'inspection générale des finances (IGF) d'une mission sur le déploiement de la 5G et en France et dans le monde, dans ses aspects techniques et sanitaires.

Le présent rapport est le fruit des travaux conduits par la mission sur le plan national et international au cours des mois de juillet et d'août 2020, notamment sur la base d'un questionnaire diffusé aux services économiques régionaux de 22 pays et relayé par l'OMS à ses 40 correspondants dans le domaine des radiofréquences. La durée limitée de la mission et son lancement en période estivale ont imposé de concentrer les entretiens et les investigations et de limiter le champ des analyses et des recommandations[1].

Le rapport rappelle les principales caractéristiques de la 5G, dernière-née des générations de téléphonie mobile (1), évalue la position de la France au regard du déploiement international de cette technologie et examine les dispositifs d'information et de dialogue (2), passe en revue le sujet des valeurs limites d'exposition aux ondes électromagnétiques et de leurs évolutions du fait du déploiement de la 5G (3). Il traite enfin de l'analyse comparée des agences sanitaires sur les effets de la 5G sur la santé (4).

A la lumière de ces constatations, le rapport formule sept recommandations, s'agissant des modalités d'information de la population, de la recherche et de la surveillance de l'exposition aux ondes électromagnétiques (5).

Principales caractéristiques de la 5G

La 5G s'inscrit dans un processus continu d'amélioration technologique depuis la 1G dans les années 1980. La 5G a vocation à améliorer les performances (débit, réactivité, densité d'objets connectés) par rapport à la 4G ; elle peut accompagner la croissance de la consommation de données et l'émergence de nouveaux usages pour les particuliers et les entreprises.

La technologie 5G n'est pas fondamentalement différente de celle de la 4G, mais elle améliore ses paramètres, s'appuyant sur un cœur de réseau révolutionné à terme, et s'accompagne du déploiement de nouveaux types d'antennes (antennes actives).

La 5G, qui cohabitera avec les générations précédentes de téléphonie mobile, en particulier la 4G, utilisera dans un premier temps des bandes de fréquences déjà exploitées par celles-ci ainsi que la bande de fréquences située autour de 3,5 GHz. Dans un second temps, la 5G sera également déployée sur la bande située autour de 26 GHz, caractérisée par une portée réduite et une faible pénétration dans les immeubles et les tissus humains.

[1] Les investigations de la mission n'ont notamment pas porté sur les aspects environnementaux et énergétiques, dont sont saisies l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse (ARCEP) ni sur les conséquences sanitaires non liées à l'exposition aux ondes électromagnétiques.

La 5G, en réponse à l'accroissement des débits et de nouveaux usages, nécessitera des investissements significatifs de la part des opérateurs de télécommunications et un renouvellement des terminaux.

Déploiement international de la 5G

Le bilan du déploiement de la 5G dans les pays développés étudiés révèle, en comparaison, un relatif retard de la France. Ce déploiement a commencé en juin 2018, avec l'attribution par la Corée du Sud des fréquences dans les bandes 3,5 GHz et 28 GHz. Et à ce jour, sur les 26 pays de l'échantillon du parangonnage, 21 ont déjà débuté le lancement commercial de leur réseau 5G. Ainsi, outre la France, seuls la Belgique, le Brésil, Singapour, Israël et l'Estonie au sein de l'échantillon des pays étudiés n'ont pas encore atteint cette étape.

Tous les pays de l'échantillon ont eu recours à des concertations techniques. Aucun pays n'a organisé de concertation citoyenne nationale spécifiquement dédiée à la 5G, quoique les citoyens et la société civile aient parfois participé aux concertations techniques et que des consultations citoyennes aient été prévues sur le plan local (régional ou municipal). Ces dispositifs de participation du public ont rencontré des succès variés.

Niveaux d'exposition aux radiofréquences et 5G

Les valeurs limites d'exposition aux ondes électromagnétiques font l'objet, depuis 1998, de lignes directrices élaborées par une organisation internationale non gouvernementale de nature scientifique, l'ICNIRP[2] (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*). L'ICNIRP établit ces valeurs limites d'exposition sur la base des seuls effets délétères aujourd'hui avérés : les effets thermiques sur les tissus, pour une exposition lointaine (antennes) comme pour une exposition proche (terminaux). L'ICNIRP en déduit des valeurs limites d'exposition d'une unité de masse de tissu biologique à une puissance électromagnétique en appliquant des facteurs de réduction visant à assurer une marge de sécurité, puis fixe des niveaux de référence de champ électromagnétique mesurables *in situ*. Les lignes directrices de l'ICNIRP, qui viennent d'être révisées à la marge en mars 2020, représentent une référence pour l'OMS, l'Union européenne et une grande majorité des pays, dont la France qui les a déclinées dans des dispositions réglementaires. Notre pays a, en outre, comme d'autres, instauré une série de dispositifs supplémentaires pour limiter davantage l'exposition du public au-delà de l'obligation du respect des valeurs limites d'exposition. Il a également mis en place des mesures de surveillance et de contrôle de l'exposition dans les lieux de vie et des émissions par les terminaux.

En France, les mesures actuelles de l'exposition sont largement en-deçà des valeurs limites fixées par la réglementation et leur médiane varie peu au cours des dernières années. Au total, moins de 1 % des mesures d'exposition effectuées par l'agence nationale des fréquences (ANFR) dépassent le niveau retenu pour les points dits atypiques, c'est-à-dire soumis à un champ supérieur à 6 V/m, valeur dix fois inférieure au niveau de référence de l'ICNIRP correspondant aux futures bandes de la 5G. Il est néanmoins très difficile de mesurer l'exposition liée aux usages (c'est-à-dire au contact des terminaux) qui, pourtant, en représentent usuellement la part prépondérante ; l'ANFR contrôle la conformité avec la réglementation des types de téléphones mis sur le marché.

[2] La Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants est une organisation scientifique sans but lucratif, localisée en Allemagne. Elle est reconnue par des organisations internationales comme l'OMS et l'OIT.

Il est également complexe d'estimer l'évolution des niveaux d'exposition en France du fait de l'arrivée de la 5G. Les éléments disponibles à ce jour permettent d'estimer que l'introduction de la 5G en bande 3,5 GHz avec antennes actives ne générera pas de rupture en matière d'exposition dans les zones urbaines, où elle sera majoritairement déployée, par rapport aux évolutions observées avec les réseaux existants, mais peut contribuer à une augmentation du nombre de points atypiques, ce qui devra faire l'objet d'une vigilance particulière. Le recours ultérieur à la bande autour de 26 GHz amènera des effets nouveaux restant à documenter.

Effets sur la santé des radiofréquences et de la 5G

Au vu du grand nombre d'études publiées depuis les années 1950, en France et dans le monde, sur les effets des radiofréquences sur la santé, il n'existe pas, selon le consensus des agences sanitaires nationales et internationales, d'effets néfastes avérés à court terme, c'est-à-dire d'effets thermiques délétères sur les tissus, en dessous des valeurs limites d'exposition recommandées par l'ICNIRP, ni dans le grand public, ni chez les travailleurs.

Les éventuels effets de long terme, cancérogènes ou non, difficiles à mettre en évidence, sont à ce stade, pour l'essentiel, non avérés selon les mêmes agences nationales et internationales. Des débats persistent toutefois, notamment pour ces effets de long terme, au sein de la communauté scientifique. Il n'a pas été mis en évidence d'effets avérés chez les enfants sans que l'on puisse exclure la possibilité d'effets cognitifs. Par ailleurs, il n'a pas été démontré de lien de causalité entre ondes électromagnétiques et hypersensibilité électromagnétique des personnes.

Les autorités sanitaires et de contrôle concluent également de manière concordante à une absence d'effets sanitaires spécifiques de la 5G en dessous des valeurs limites d'exposition. Alors que seulement cinq pays du parangonnage, dont la France, apparaissent financer des études dédiées à la 5G, les agences nationales considèrent soit qu'il n'y a pas d'enjeu sanitaire propre à la technologie 5G, soit qu'il existe certes des enjeux spécifiques, mais qu'il est possible d'extrapoler les résultats issus des travaux sur les générations précédentes. Quelques agences (Allemagne, Pays-Bas, Suisse …) considèrent néanmoins que la technologie 5G diffère suffisamment des technologies précédentes pour qu'il soit nécessaire, s'agissant des fréquences autour des 26 GHz, d'aller au-delà des études réalisées sur les générations précédentes.

En toute hypothèse, la plupart des agences assortissent leurs conclusions de recommandations en termes de recherche et d'information.

Compte tenu du temps très contraint accordé à la mission, celle-ci s'est limitée à des recommandations d'ordre général dans les domaines de l'information et de la prévention, de la recherche et de la surveillance de l'exposition :

- renforcer les messages à l'intention du grand public, notamment des jeunes, sur le bon usage des terminaux et en mesurer les effets ;
- harmoniser le contenu des sites Internet gouvernementaux sur « exposition aux radiofréquences et santé » ;
- rendre publics les documents contributifs aux travaux des comités de dialogue et de concertation de l'ANSES et de l'ANFR ;
- organiser une consultation formalisée à la suite de la publication des travaux de l'ANSES sur les effets sanitaires associés au déploiement de la 5G ;
- conforter les moyens d'évaluation et de recherche de l'ANSES sur les effets sanitaires des ondes électromagnétiques, notamment sur les bandes de fréquence autour des 26 GHz et les protocoles de mesure de l'exposition ;
- effectuer des mesures de champ électromagnétique avant/après l'installation d'antennes déployant la technologie 5G sur un nombre significatif de sites représentatifs ;
- étudier l'intérêt et les modalités du développement d'un appareil de mesure individuel susceptible d'identifier le niveau d'exposition global par individu.

SOMMAIRE

INTRODUCTION **1**

1. LA 5G EST UNE GÉNÉRATION DE RÉSEAUX DE TÉLÉPHONIE MOBILE FONCTIONNANT SUR D'ANCIENNES ET NOUVELLES BANDES DE FRÉQUENCE, QUI PRÉSENTE DES AMÉLIORATIONS QUANTITATIVES EN TERMES DE PERFORMANCE **4**

1.1. La 5G s'inscrit dans un processus continu d'amélioration de la téléphonie mobile 4

1.2. Ce nouveau réseau, par l'amélioration attendue de ses performances, devrait permettre d'accompagner la croissance du trafic 6

1.2.1. La 5G doit améliorer les performances (débit, réactivité, densité) par rapport à la 4G *6*

1.2.2. La technologie 5G, qui ne diffère pas fondamentalement de la technologie 4G, améliore ses paramètres et s'accompagne du déploiement de nouveaux types d'antennes *8*

1.2.3. La 5G, en réponse à l'accroissement des débits et de nouveaux usages, nécessitera des investissements significatifs de la part des opérateurs de télécommunication *11*

2. LA FRANCE, EN RELATIF RETARD SUR LE DÉPLOIEMENT DE LA 5G, A MIS EN PLACE DES DISPOSITIFS ÉTOFFÉS D'INFORMATION AU NIVEAU LOCAL ET DE DIALOGUE AU NIVEAU NATIONAL **13**

2.1. L'état du déploiement de la 5G dans les pays développés révèle un certain retard de la France 13

2.1.1. L'attribution de ces bandes de fréquence aux opérateurs a débuté dans la majorité des pays étudiés *14*

2.1.2. La 5G fait déjà l'objet d'une offre commerciale dans la quasi-totalité des pays considérés *15*

2.2. A l'étranger, les concertations au niveau national ont principalement impliqué des acteurs techniques, plus rarement la société civile 16

3. L'EXPOSITION DES DIFFÉRENTS PUBLICS AUX ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES, QUI DEMEURE, SAUF EXCEPTIONS, TRÈS EN-DEÇÀ DES VALEURS LIMITES COMMUNÉMENT ADMISES, DEVRAIT RESTER MODÉRÉE DANS LA PREMIÈRE PHASE DU DÉPLOIEMENT DE LA 5G **18**

3.1. Les pays développés étudiés se réfèrent à des valeurs limites d'exposition et disposent, comme en France, d'un corpus de normes complété par des mesures supplémentaires 18

3.1.1. Une organisation internationale non gouvernementale, l'ICNIRP, établit des valeurs limites d'exposition *18*

3.1.2. Les valeurs d'exposition déterminées par l'ICNIRP représentent une référence pour la plupart des pays considérés, dont la France qui les a déclinées dans des dispositions réglementaires *21*

3.1.3. La France, comme d'autres pays, a instauré des dispositifs supplémentaires pour limiter l'exposition du public au-delà de l'obligation de respect des valeurs limites *23*

3.1.4. La France a mis en place un dispositif conséquent de contrôle des valeurs limites d'exposition aux radiofréquences, notamment en matière d'exposition lointaine 25

3.2. Les mesures actuelles de l'exposition sont largement en-deçà des valeurs limites fixées par la réglementation 27

3.2.1. Les niveaux d'exposition mesurés en 2019 sont globalement comparables à ceux constatés chaque année depuis 2014 28

3.2.2. Moins de 1% des mesures d'exposition effectuées par l'ANFR dépassent le niveau retenu pour les points atypiques 30

3.2.3. Il est complexe de mesurer l'exposition liée aux usages, qui représentent pourtant la part prépondérante de l'exposition 31

3.3. Estimer l'évolution des niveaux d'exposition en France du fait de l'arrivée de la 5G s'avère ardu 33

3.3.1. Quatre facteurs clés sont à prendre en compte, notamment le passage d'antennes passives à des antennes actives 33

3.3.2. De premiers éléments d'évaluation en vraie grandeur sont d'ores et déjà disponibles 35

3.3.3. Les premières données montrent une évolution modérée des expositions, y compris en phase d'utilisation commerciale 38

4. À CE JOUR, LES AGENCES SANITAIRES QUI SE SONT PRONONCÉES, TOUT EN APPELANT À POURSUIVRE LES RECHERCHES, CONSIDÈRENT LES EFFETS SANITAIRES DE LA 5G, COMME DES AUTRES RADIOFRÉQUENCES DÉJÀ UTILISÉES, NON AVÉRÉS EN-DEÇÀ DES VALEURS LIMITES D'EXPOSITION 40

4.1. Les effets sanitaires des radiofréquences, très étudiés par les agences sanitaires nationales et internationales, sont non avérés à court terme en dessous des valeurs limites d'exposition, et potentiels à long terme 40

4.1.1. Un nombre considérable d'études nationales et internationales a été publié sur les effets des radiofréquences sur la santé 40

4.1.2. Les seuls effets avérés sont des effets thermiques, dits de court terme, liés à l'intensité d'exposition 42

4.1.3. Certaines populations spécifiques sont plus particulièrement surveillées. 46

4.2. Les autorités sanitaires et de contrôle concluent de manière concordante à une absence d'effets sanitaires prouvés de la 5G en-dessous des valeurs limites d'exposition de l'ICNIRP 48

4.2.1. La question de l'extrapolation aux bandes 5G des analyses antérieures menées sur les autres bandes reste posée 48

4.2.2. Quelques rares pays, dont la France, ont eu recours à des études sur les effets biologiques ou sanitaires spécifiques à la 5G, et cela n'a pas été un préalable au lancement du déploiement de cette technologie 49

4.2.3. Les pays étudiés, comme les principales agences et organisations internationales, n'identifient pas d'effets sanitaires de la 5G en-dessous des valeurs limites d'exposition de l'ICNIRP, sans toujours se baser sur une expertise propre pour justifier leur position 49

4.2.4. La plupart des agences assortissent leurs conclusions de recommandations 52

5. RECOMMANDATIONS 54

5.1. Améliorer les modalités d'information de la population en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques dans le cadre du déploiement de la 5G 54

5.2. Conforter les moyens alloués à la recherche en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques générées par les évolutions technologiques de la téléphonie mobile 54

5.3. Adapter les modalités de surveillance du niveau d'exposition aux ondes électromagnétiques et de leurs effets sanitaires 55

INTRODUCTION

Par lettre de mission en date du 2 juillet 2020 (cf. pièce jointe n° 1), les ministres de la Transition écologique et solidaire, des Solidarités et de la Santé et de l'Économie et des finances ainsi que la secrétaire d'État auprès du ministre de l'Économie et des finances chargé de l'industrie ont saisi le conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD), le conseil général de l'économie (CGE), l'inspection générale des affaires sociales (IGAS) et l'inspection générale des finances (IGF) afin de disposer, pour le 7 septembre 2020, d'un rapport sur trois points :

- faire un bilan du déploiement de la 5G dans le monde ;
- analyser et synthétiser les expériences des pays concernés notamment les conclusions de leurs autorités sanitaires et de contrôle, ainsi que les éléments techniques permettant d'estimer l'augmentation à venir des niveaux d'exposition, à travers notamment les travaux de l'Agence nationale des fréquences (ANFR) et de *l'International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*[3] (ICNIRP) ;
- faire des recommandations sur les bonnes pratiques de déploiement visant à garantir un déploiement de la 5G conforme aux meilleures pratiques internationales.

En revanche, les investigations de la mission n'ont pas porté sur les aspects environnementaux et énergétiques, dont sont saisies l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse (ARCEP). Les investigations n'ont pas porté, non plus, sur les conséquences sanitaires non liées à l'exposition aux ondes électromagnétiques[4].

La feuille de route de la France pour la 5G tire les enseignements de la consultation publique du Gouvernement qui s'est achevée au premier trimestre 2018. Quatre chantiers ont été identifiés :

- libérer et attribuer les fréquences radioélectriques pour les réseaux 5G ;
- favoriser le développement de nouveaux usages industriels ;
- accompagner le déploiement des infrastructures de la 5G ;
- assurer la transparence et le dialogue sur les déploiements de la 5G et l'exposition du public.

Le premier chantier a visé, d'une part, à organiser en France la libération des bandes de fréquences candidates à l'attribution et, d'autre part, à préparer et conduire les enchères permettant l'attribution des fréquences. Une première procédure d'attribution des fréquences en vue du déploiement de la 5G a été lancée par l'ARCEP le 31 décembre 2019 et se concentre essentiellement sur la bande 3,4–3,8 GHz dite « bande cœur » ou « bande 3,5 GHz ». Du fait de l'épidémie de Covid19, les enchères n'ont pu être menées à terme et la procédure d'attribution des fréquences de la bande 3,4–3,8 GHz a été suspendue. L'ARCEP a indiqué le 12 juin dernier qu'elle reprendra l'enchère initialement prévue au mois d'avril à une date comprise entre le 20 et le 30 septembre. Les enchères devraient permettre une attribution effective en octobre ou novembre 2020. Le lancement commercial de la 5G se fera ensuite à l'initiative de chaque opérateur.

[3] En français, commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants.

[4] Effets des écrans sur la vision, de la lumière bleue sur le sommeil, par exemple

En ce qui concerne la transparence, le dialogue et l'exposition du public, des projets d'expérimentation 5G (onze expérimentations suivies par l'ANFR avec les opérateurs) ont été initiés pour mesurer l'impact des innovations technologiques de la 5G sur la mesure de l'exposition de la population. Deux rapports ont été produits sur ce sujet par l'ANFR en juillet 2019 et avril 2020 : le premier sur l'exposition[5] et le second sur les premières données des études pilote[6]. Ces données viennent alimenter les travaux du Comité national de dialogue placé au sein de l'ANFR[7].

Par ailleurs, une évaluation sur les effets sanitaires[8] a été demandée le 9 janvier 2019 à l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) par la DGS, la DGPR et la DGE[9]. Il s'agit d'évaluer, dès la phase d'expérimentation d'ores et déjà lancée et pendant la phase de déploiement, les niveaux et modalités d'exposition aux ondes électromagnétiques et leur impact sanitaire éventuel. Un premier rapport préliminaire a été publié par l'ANSES en octobre 2019[10] et le rapport final est attendu pour mars 2021. Il existe, par ailleurs, depuis 2011 un comité de dialogue « radiofréquences et santé » au sein de l'ANSES, dont l'objet est « *d'échanger avec les associations et débattre avec elles* », entre autres sur les programmes de recherche souhaitables.

Le déploiement de la technologie 5G comporte de multiples enjeux : techniques, économiques, environnementaux, énergétiques, sanitaires et sociétaux. Elle suscite des craintes pour la santé et pour l'environnement au sens large, ce qui génère des débats et des oppositions locales et nationales.

Ainsi, en juin 2020, une mission d'information parlementaire du Sénat a regretté l'insuffisance des évaluations disponibles : « *alors que les enchères permettant de lancer le déploiement de la 5G devraient avoir lieu en septembre prochain, la mission d'information regrette qu'aucune évaluation de l'impact environnemental de cette nouvelle technologie mobile n'ait encore été mise à disposition du public et des parlementaires.* »[11].

Par ailleurs, trois contentieux contre les textes de lancement de la procédure d'attribution des fréquences 3,4 – 3,8 GHz[12] ont été déposés en février 2020 par des associations (PRIARTEM[13] avec Agir pour l'environnement, et Robin des toits). Enfin, la convention citoyenne pour le climat a, dans l'une de ses 149 propositions rendues publiques le 21 juin 2020, demandé un moratoire sur les enchères des fréquences 5G, en les suspendant aux conclusions d'évaluations d'impact sanitaire et sur le climat. Cette demande a été relayée par des associations et des élus, et fait l'objet de l'attention des parlementaires.

---

[5] ANFR, *« Evaluation de l'exposition du public aux ondes électromagnétiques 5G. Volet 1 : présentation générale de la 5G »*, Juillet 2019.

[6] ANFR, *« Evaluation de l'exposition du public aux ondes électromagnétiques 5G Volet 2: premiers résultats de mesures sur les pilotes 5G dans la bande 3400- 3800 MHz »*, Avril 2020.

[7] Le comité de dialogue a été créé par la loi n° 2015-136 dite « Abeille » du 9 février 2015 relative à la sobriété, à la transparence, à l'information et à la concertation en matière d'exposition du public aux ondes électromagnétiques. Placé au sein de l'ANFR, ce comité participe à l'information de l'ensemble des parties prenantes (associations, opérateurs et constructeurs, collectivités et représentants de l'administration), notamment sur les niveaux de champ dans notre environnement et les outils de concertation. Source : ANFR.

[8] Saisine de l'ANSES sur l'exposition de la population aux champs électromagnétiques liée au déploiement de la technologie de communication « 5G » et effets sanitaires associés.

[9] Directions générales de la Santé, de la Prévention des risques et des Entreprises.

[10] Saisine n° 2019-SA-0006. Rapport préliminaire. Octobre 2019. 74 pages
https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2019SA0006Ra.pdf

[11] Sénat, Rapport d'information n° 555 (2019-2020) de MM. Guillaume Chevrollier et Jean-Michel Houllegatte, fait au nom de la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable, déposé le 24 juin 2020.

[12] Recours contre le l'arrêté du 31 décembre dernier, qui a permis à l'ARCEP de lancer la procédure d'attribution des fréquences radio comprises entre 3,4 GHz et 3,8 GHz.

[13] « Pour rassembler, informer et agir sur les risques liés aux technologies électromagnétiques »

La durée limitée de la mission et son lancement en période estivale ont imposé de concentrer les entretiens et les investigations. Ces dernières se sont appuyées sur une enquête lancée par la direction générale du Trésor auprès des services économiques régionaux du ministère chargé de l'économie, le 29 juin 2020 dans 22 pays et relayée par la mission auprès des conseillers sociaux du ministère chargé des affaires sociales. Par ailleurs, cette enquête a été adressée fin juillet par le bureau spécialisé de l'OMS sur les rayonnements à ses quarante correspondants, membres actifs du projet ondes électromagnétiques. Ces réponses ont été complétées et recoupées avec des sources publiques d'information des différents pays et sont rassemblées en annexe (cf. annexe I).

La mission s'est également appuyée sur l'analyse de la documentation nationale et internationale disponible en ligne pour identifier les avis des autorités sanitaires, les mesures de suivi et les mesures réglementaires actuelles (cf. annexes II et III). Enfin, la mission a évalué les enjeux économiques du déploiement de la 5G (annexe IV).

Enfin, la mission a conduit des entretiens avec les principales parties prenantes sur le plan national, de façon prioritaire, et sur le plan européen et international de façon subsidiaire (cf. liste des personnes rencontrées en PJ n° 2).

Au terme de ses investigations, la mission, après avoir présenté les différents enjeux liés à la 5G, l'état du déploiement de cette technologie à l'international, l'estimation de son impact sur les niveaux d'exposition et, enfin, les enjeux sanitaires, formule sept recommandations visant à améliorer l'information, renforcer la recherche et adapter les modalités de surveillance.

1. La 5G est une génération de réseaux de téléphonie mobile fonctionnant sur d'anciennes et nouvelles bandes de fréquence, qui présente des améliorations quantitatives en termes de performance

1.1. La 5G s'inscrit dans un processus continu d'amélioration de la téléphonie mobile

La 5G est la dernière-née des générations de téléphonie mobile. Son déploiement s'inscrit dans une évolution continue depuis les années 1980 de technologies (GSM, UMT, LTE…) visant, au cours des générations successives, à transmettre la voix, les données, puis les données mobiles, avec un accroissement concomitant du débit d'information.

Tableau 1 : Cycle des générations de téléphonie mobile

Période	Années 1980	Années 1990	Années 2000	Années 2010	Années 2020
Génération de mobile	1G	2G	3G	4G	5G
Objet de la transmission	Voix	Voix et texte	Données mobiles	Mobile à large bande	Tous types de transferts
Débits typiques	2,4 kbps	64 kbps	384 kbps	100 Mbps, 1 Gbps	10 Gbps
Exemples de technologies utilisées	NMT, AMPS, TACS	GSM, IS-95, D-AMPS	W-CDMA, UMTS, CDMA1x, EV-DO	LTE	IMT 2020

Source : Évaluation de l'exposition du public aux ondes électromagnétiques 5G - Volet 1 : présentation générale de la 5G, ANFR, juillet 2019, https://www.anfr.fr/fileadmin/mediatheque/documents/expace/CND/Rapport-ANFR-presentation-generale-5G.pdf

Les éléments explicatifs sur les unités de mesure du tableau 1 sont détaillés ci-dessous.

Encadré 1 : Présentation sommaire des unités et débits d'information

- L'unité d'information est le bit, unité binaire (valeur un ou zéro). Les caractères courants sont représentés par des octets (en anglais bytes, notés B) de huit bits (noté 8 b), avec 256 valeurs possibles et pouvant donc représenter 256 caractères. Une page de texte de 2 000 signes peut ainsi représenter typiquement 2 000 octets d'information soit 8×2 000 = 16 000 bits (16 000 b) ou 2 000 octets (2 ko ou en anglais 2 kB). Typiquement, un fichier MP3 est de taille 5 Mo[14] (40 Mb), un épisode de télévision 350 Mo, un film Blu Ray 15 Go.
- Le flux d'information se mesure en bits par seconde (bps ou b/s), kilobit par seconde (kbps = 1000 bps), mégabit par seconde (Mbps=1000 kbps), gigabits par seconde (Gbps) ou en octets par seconde (1 Bps = 8 bps) etc. Ainsi, une connexion à 1 Gbps permet de télécharger un film Blu-Ray haute définition en deux minutes[15].

[14] 1 Mo ou MB (mégaoctet ou mégabyte) est un million d'octets ou bytes : 1 Mo = 10^6 octets ; de même, 1 GB (gigaoctet) est un milliard d'octets, soit 1 000 Mo : 1 Go = 1 000 Mo = 10^9 octets.

[15] Le film a une taille de 15 Go. 1 Gb/s c'est 1/8 Go/s et donc il faut 15/(1/8) = 8×15=120 secondes pour le télécharger.

Ces informations sont portées par des ondes radio, sur des plages de fréquence dédiées. L'unité de fréquence est le hertz (Hz), soit un cycle par seconde. Les radiofréquences (RF) sont comprises entre 8 kHz et 300 GHz[16]. Par exemple, la 5G doit prochainement se déployer dans une plage de fréquences de largeur 400 MHz, comprise entre 3,4 et 3,8 GHz, déjà utilisée pour des services par satellite ou des boucles radio locales, et à terme dans une bande située autour de 26 GHz, même si elle peut utiliser des fréquences plus basses comme la bande 700 MHz, déjà utilisée pour la télévision, ou les bandes 900 et 1800 MHz utilisées pour la téléphonie mobile. (cf. *infra*)

A chaque génération, le débit s'accroît approximativement d'un ordre de grandeur : entre la 4G et la 5G, l'ordre de grandeur s'apparente, de manière approximative, à un facteur 10.

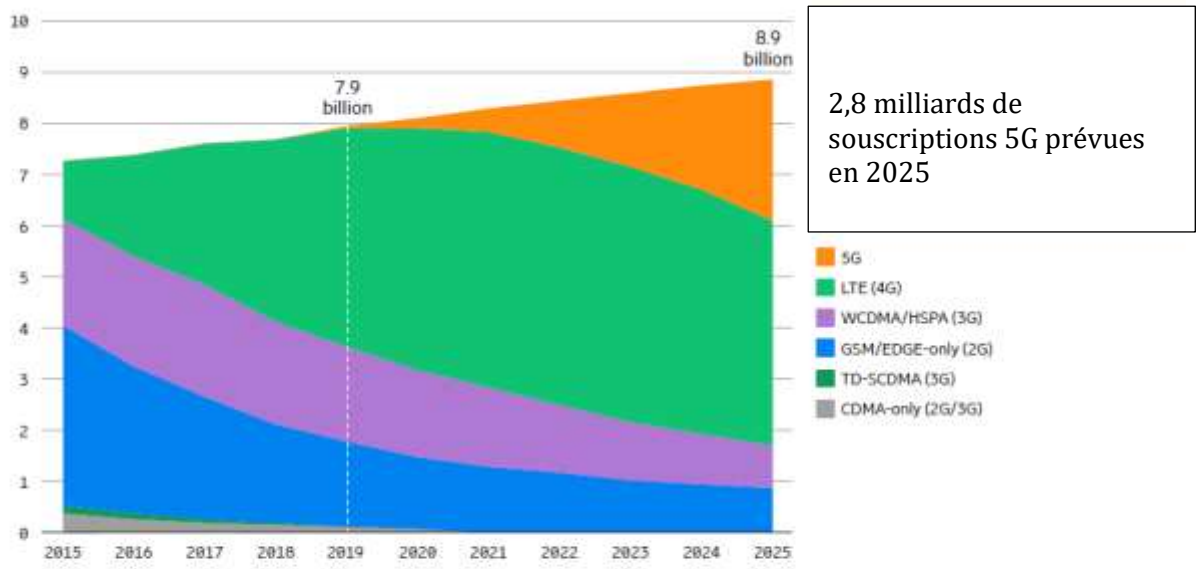
Tableau 2 : Débits maximaux et moyens associés aux différentes générations

	2G	3G	3G+	4G	4G+	5G
Débit maximal	0.3 Mbps	7.2 Mbps	42 Mbps	150 Mbps	300 Mbps-1 Gbps	1-10 Gbps
Débit moyen	0.1 Mbps	1.5 Mbps	5 Mbps	10 Mbps	15 Mbps-50 Mbps	50 Mbps et plus

Source : Digital Trends.

Les débits de la téléphonie mobile augmentent, tout comme le nombre d'utilisateurs. Les générations se succèdent et se chevauchent, avant décroissance des générations antérieures. Ainsi aujourd'hui, au niveau mondial, la 4G est dominante, mais son nombre d'utilisateurs va progressivement décroitre au bénéfice de la 5G.

Graphique 1 : Prévisions d'abonnés mobile par technologie en mai 2020

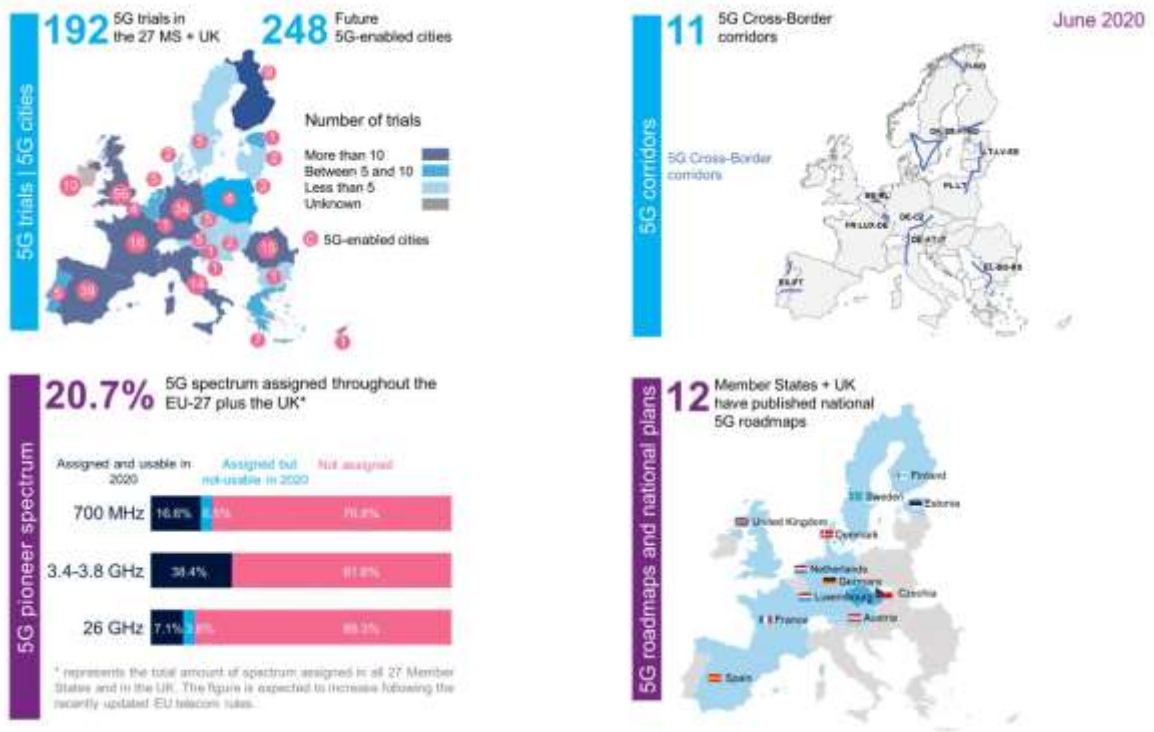


Source : Ericsson Mobility report, juin 2020

[16] 1 MHz (mégahertz) est un million de Hz (Hertz) ; 1 GHz (gigahertz) est un milliard de Hz.

Le déploiement de la 5G dans le monde a commencé en 2018 (voir *infra*). En Europe, le déploiement commercial de la 5G est en cours, avec des objectifs en termes d'essais pilotes, de couverture d'agglomérations urbaines et d'axes de communications (routiers ou ferroviaires) desservis.

Graphique 1 : Nombre d'essais et de villes 5G, nombre de corridors transfrontaliers 5G, bandes de fréquences allouées, feuilles de route nationales (de gauche à droite et de haut en bas)



Source : 5G Observatory (Union européenne), juin 2020.

1.2. Ce nouveau réseau, par l'amélioration attendue de ses performances, devrait permettre d'accompagner la croissance du trafic

1.2.1. La 5G doit améliorer les performances (débit, réactivité, densité) par rapport à la 4G

Le déploiement de la 5G, objet du présent rapport, ne doit pas faire oublier l'importance de la couverture 4G. Le déploiement de la 4G, enjeu majeur d'aménagement du territoire, est en cours d'achèvement en France. Au 31 mars 2020, selon les opérateurs, entre 97 % et 99 % de la population métropolitaine est desservie et entre 88 % et 89 % des sites sont couverts, avec un objectif de couverture des zones blanches résiduelles d'ici fin 2022[17].

Par rapport à la génération antérieure 4G, la 5G doit fournir des débits maximaux de 1 à 10 Gb/s, un temps de latence (et donc de réaction) réduit à 1 ms et, à terme, doit permettre de gérer une forte densité d'objets connectés, jusqu'à potentiellement 1 million d'objets par km^2.

[17] https://www.arcep.fr/cartes-et-donnees/new-deal-mobile.html#4GPourTous ; par exception, les sites du programme « zones blanches centres-bourgs » existants au 1er juillet 2018 devront être équipés en 4G à 75 % d'ici fin 2020 et 100 % d'ici fin 2022.

Les bandes de fréquence visées (typiquement 3,5 GHz ou 26 GHz) sont élevées par rapport aux générations précédentes et disponibles sur de grandes largeurs de bande, ce qui permet, en offrant des canalisations très importantes (100 MHz en bande 3,5 GHz et 1 GHz en bande 26 GHz), d'améliorer les débits pour des raisons physiques[18].

Les radiofréquences utilisées, toutes techniques confondues, sont notamment les suivantes.

Tableau 3 : Liste des services par bande de fréquences

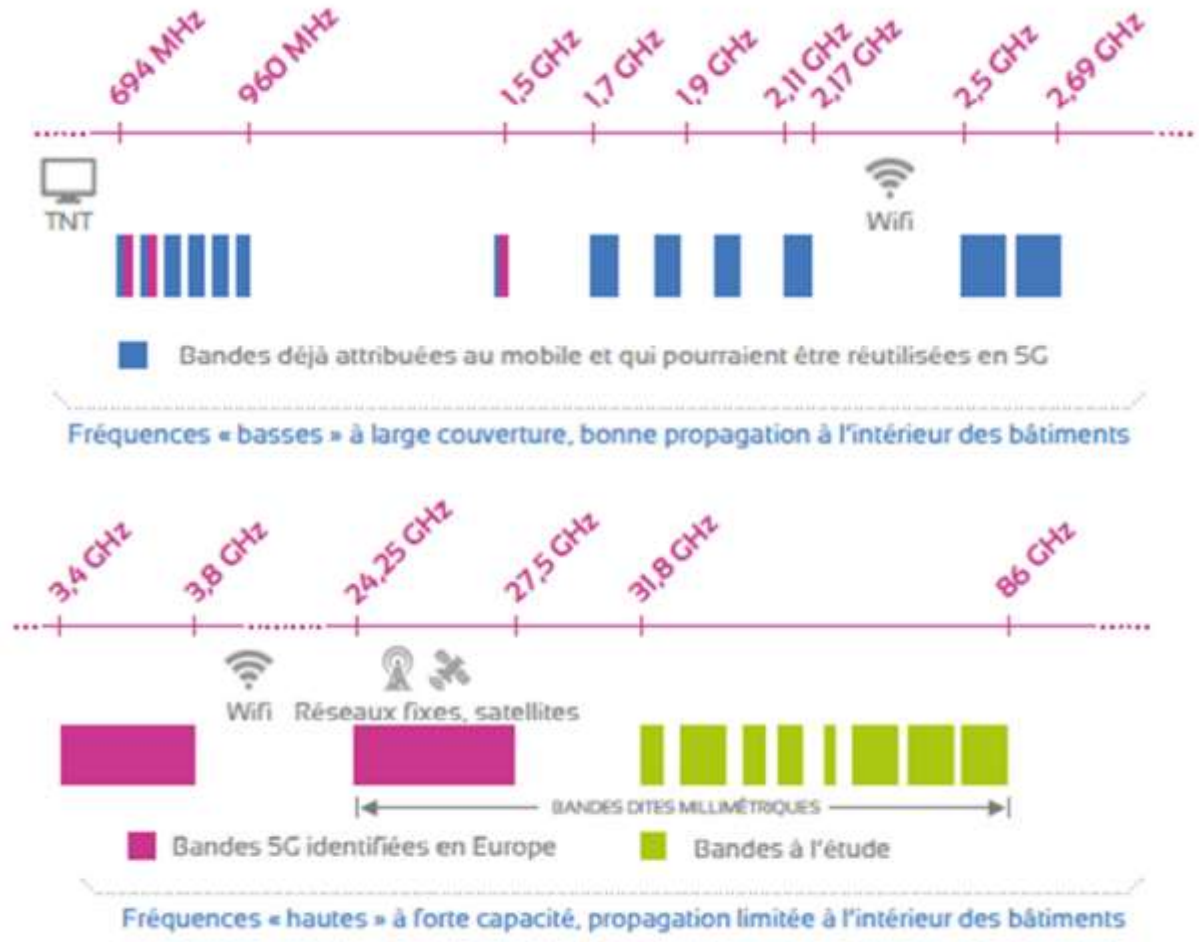
Bande de fréquences	Services
100 kHz – 30 MHz	Services HF (ondes courtes, moyennes et longues)
30 MHz – 87,5 MHz (hors TV)	PMR (Réseaux radio mobile professionnels)
87,5 MHz – 108 MHz, 174 MHz – 223 MHz	Radiodiffusion sonore (FM – RNT)
108 MHz – 880 MHz (hors RNT, TV & TM), GSM R (921 – 925 MHz)	PMR – BALISES – Objets communicants
47 MHz– 68 MHz, 470 MHz – 790 MHz	TV
758 MHz – 788 MHz[6]	TM 700 (Téléphonie Mobile en bande 700 MHz)
791 MHz – 821 MHz	TM 800 (Téléphonie Mobile en bande 800 MHz)
925 MHz – 960 MHz	TM 900
960 MHz – 1710 MHz	RADARS - BALISES – FH
1805 MHz – 1880 MHz	TM 1800
1880 – 1900 MHz	DECT (Téléphones sans fil domestiques numériques)
2100 – 2170 MHz	TM 2100
2620 - 2690 MHz	TM 2600
2200 – 6000 MHz (hors RLAN et TM)	RADARS – BLR– FH
2400 – 2483,5 MHz, 5150 – 5350 MHz, 5470 – 5725 MHz	Réseaux locaux radioélectriques ou RLAN (Wi-Fi)

Source : ANFR.

La 5G, pour sa part, utilisera tant des bandes de fréquences « anciennes » et déjà connues (700 MHz par exemple) que des fréquences nouvelles qui lui sont dédiées, comme la bande autour de 3,5 GHz, et par ailleurs, à terme, la bande autour de 26 GHz, qui sont des parties du spectre encore largement disponibles.

[18] En théorie du signal, le théorème de Shannon-Hartley stipule que la capacité C d'un canal de communication, en bits par seconde, est égale à $C = B \log_2(1+S/N)$ avec B la largeur de bande en Hertz, S la puissance du signal (porteur d'information), et N la puissance du bruit (perturbations aléatoires), S/N étant le rapport « signal sur bruit ». Ainsi, à signal sur bruit constant, le débit est proportionnel à la largeur de bande. Et l'augmentation du rapport signal sur bruit (par augmentation de la puissance du signal, et donc de la puissance de l'émetteur) permet aussi d'augmenter le débit d'information.

Graphique 2 : Fréquences utilisées pour la 5G



Source : ANFR.

La fréquence utilisée conditionne la physique des ondes. La fréquence d'une onde détermine notamment sa capacité plus ou moins grande à pénétrer l'environnement (air, bâtiments, murs, tissus biologiques…). En présence d'obstacles, les ondes de hautes fréquences ont une plus faible portée que les ondes de basses fréquences et elles pénètrent peu les bâtiments ou les tissus. À 3,5 GHz, par exemple, la profondeur de pénétration est typiquement d'environ 1,5 cm dans le corps humain, pour une peau sèche.

1.2.2. La technologie 5G, qui ne diffère pas fondamentalement de la technologie 4G, améliore ses paramètres et s'accompagne du déploiement de nouveaux types d'antennes

Il n'y a pas de différence fondamentale en termes de codage du signal et de méthode de multiplexage[19] entre l'interface radio 4G et 5G, qui utilise la modulation QAM et le multiplexage OFDMA de la 4G avec des paramètres optimisés. La radio 5G est une 4G améliorée, s'appuyant sur un cœur de réseau révolutionné à terme pour déployer une palette de service étendus et personnalisés (faible latence ; internet des objets massif…)

[19] Le multiplexage est une technique de télécommunications qui permet de recevoir ou de transmettre des communications téléphoniques d'origine différente par une seule voie ou de transmettre une communication à plusieurs destinataires. Il peut être fréquentiel ou temporel.

L'utilisation des fréquences 3,5 GHz permet la mise en œuvre d'antennes actives (antennes mMIMO –*massive Multiple Input Multiple Output*-, dites aussi « intelligentes », et qui ne sont d'ailleurs pas spécifiques à la 5G[20]). Celles-ci contiennent plusieurs petites[21] antennes (dipôles) pour ces émissions focalisées. Cette technologie devrait théoriquement permettre d'économiser l'énergie, à volume de données constant, en n'émettant qu'à la demande ou en se mettant en veille en l'absence de demande de service.

Les performances attendues de la 5G, par rapport à celles de la 4G, sont détaillées ci-après:

Tableau 4 : Différences de spécifications entre la 4G et la 5G

Spécifications	4G	5G
Libellé complet	Quatrième Génération	Cinquième Génération
Débit de crête	1 Gbps (pour 4G+)	10 Gbps
Largeur de bande (débit)	2 Mbps à 1 Gbps	1 Gbps et plus selon les besoins
Efficience spectrale	30 b/s/Hz	120 b/s/Hz
Intervalle de temps de transmission	1 ms	variable (100 µs (min.) à 4ms (max.))
Latence	10 ms (radio)	<1 ms (radio)
Mobilité – vitesse maximale de déplacement à laquelle l'on peut utiliser la nG	350 km/h	500 km/h
Densité de connexion	1 000/km²	1 000 000/km²
Bande de fréquences	2 à 8 GHz	3 à 300 GHz
Services	Accès dynamique à l'information, appareils portables, streaming haute définition, *roaming* mondial	Accès dynamique à l'information, appareils portables, *streaming* haute définition, toute demande utilisateur

Source : d'après https://www.rfwireless-world.com/Terminology/4G-vs-5G-difference-between-4G-and-5G.html.

Ainsi, la 5G offre plus de débit, de réactivité et de flexibilité pour les opérateurs, et permet des services plus élaborés pour ses clients.

Son déploiement dans les réseaux mobiles existants se fera de façon progressive. En effet, une pratique bien établie dans le secteur des communications électroniques, en particulier mobiles, est d'assurer le changement dans la continuité, c'est–à-dire de déployer une nouvelle génération mobile de manière incrémentale, en continuant d'exploiter les générations précédentes afin de garantir la continuité du service offert aux utilisateurs et leur laisser le libre choix de son évolution. Cette évolution s'accompagne d'une réutilisation progressive des anciennes bandes de fréquence par la dernière technologie déployée pour optimiser globalement l'usage du patrimoine de spectre (*refarming*).

[20] Par exemple pour les routeurs *wi-fi* déjà déployés depuis quelques années.

[21] Guide technique ANFR (octobre 2019) ; « *Modélisation des sites radioélectriques et des périmètres de sécurité pour le public* ». Des classes d'antennes-relais ont été standardisées par des organismes internationaux :

- Antennes « macro » longue portée : puissances injectées de plus de 6,3 W (type d'antennes utilisées pour le réseau macro actuel des opérateurs) ;
- Antennes « micro » moyenne portée : puissances injectées comprises entre 250 mW et 6,3 W (type d'antennes « *indoor* » ou « *outdoor* » utilisées sur du mobilier urbain par exemple) ;
- Antennes « pico » de portée locale : puissances injectées comprises entre 100 mW et 250 mW (type d'antennes « *indoor* », utilisées par exemple dans les centres commerciaux) ;
- Antenne « femto » de portée résidentielle : puissances injectées inférieures à 100 mW (antennes « *indoor* » utilisées chez les particuliers, comparable à des « box »).

Les stations de base radio, qui communiquent avec les terminaux mobiles, sont aujourd'hui « multi standards » 2G, 3G, 4G. La 5G consistera en une évolution logicielle de ces équipements. L'ouverture de nouvelles bandes de fréquences nécessaires au déploiement d'une nouvelle génération mobile nécessite cependant l'ajout de nouvelles antennes sur les supports existants (en l'occurrence 3,5 GHz).

De même, le passage à la 5G requiert de nouveaux terminaux ; le parc de terminaux se renouvelle naturellement par cycle d'environ deux ans.

Comme la 4G, la 5G, outre ses bandes dédiées (3,5 GHz et 26 GHz), utilisera, avec certes une moindre efficacité, des bandes de fréquence plus basses exploitées aujourd'hui en 2G, 3G et 4G en fonction des stratégies de déploiement des opérateurs et de la disponibilité des équipements (couple station de base/terminaux).

On observe déjà dans le monde des déploiements dans la bande 700 MHz et des 2 GHz, soit en natif sur du spectre dédié 5G après *refarming* (cf. *supra*) soit en partage dynamique de spectre entre trafic 4G et 5G (technologie dite « DSS » pour « *dynamic spectrum sharing* »).

Pour mémoire, le code des communications électroniques européen consacre le principe de neutralité technologique du spectre[22], qui peut être utilisé par toute technologie radio sous réserve du respect de règles techniques appropriées[23].

La bande 3,5 GHz sera déployée pour répondre à la croissance du trafic de données (environ 50 % par an) et au problème de capacité des réseaux mobiles dans les zones urbaines denses. Les opérateurs interrogés évoquent un manque de ressources attendu vers 2022 en France, avec un risque de baisse de la qualité de service pour l'utilisateur.

La bande 26 GHz, caractérisée par une faible propagation et une mauvaise pénétration à l'intérieur des locaux, sera, selon toute vraisemblance, déployée dans un second temps en France, de manière très ciblée pour couvrir des zones limitées à fort trafic (*hot spot*) probablement majoritairement pour les entreprises (usines 4.0, …) et marginalement pour le grand public (par exemple stades ou terminaux de transport).

La principale évolution concerne à terme, non pas le segment radio, mais l'architecture du cœur de réseau 5G. Cette évolution est nécessaire pour répondre aux objectifs multiples de la 5G en matière de services. Elle doit amener plus de flexibilité dans la gestion du réseau, notamment dans la possibilité de différencier la qualité de service offerte sur la même infrastructure de réseau partagée (technique dite du « *network slicing* »). Cette évolution majeure avec l'introduction de concepts d'architecture déjà anciens de réseaux virtuels et de « *Software Defined Networks* » (SDN) se fera dans un second temps, indépendamment de et de façon transparente à l'évolution de l'interface radio.

En matière de radio, la première vague de déploiement se fait sur les cœurs de réseau 4G existants. Les technologies radio 5G – modulation et méthodes de multiplexage – sont dans la continuité de la 4G avec un paramétrage permettant plus d'efficacité spectrale et de flexibilité (utilisation de la modulation QAM, et de l'OFDMA déjà utilisés en 4G).

[22] C'est-à-dire la possibilité d'utiliser n'importe quelle technologie dans n'importe quelle bande de fréquence.

[23] La Commission européenne a récemment pris des décisions d'exécution pour les bandes historiques 3G (Décision d'exécution (UE) 2020/667 de la Commission du 6 mai 2020 modifiant la décision 2012/688/UE en ce qui concerne la mise à jour des conditions techniques applicables aux bandes de fréquences 1920-1980 MHz et 2110-2170 MHz) et la bande 2,6 GHz (Décision d'exécution (UE) 2020/636 de la Commission du 8 mai 2020 modifiant la décision 2008/477/CE en ce qui concerne la mise à jour des conditions techniques applicables à la bande de fréquences 2500-2690 MHz). Les travaux sont en cours pour les bandes historiques 2G de 900 MHz et 1800 MHz

La 5G fonctionne en mode TDD (« *time division duplexing* ») dans les nouvelles bandes de fréquences 5G, la même bande de fréquences étant utilisée alternativement par le terminal et la station de base pour émettre. Elle fonctionnera en FDD (« *frequency division duplexing* ») dans les bandes historiques 2G, 3G et 4G. Jusqu'à présent, seul le mode de duplexage FDD où une bande de fréquences est dédiée au lien descendant (réseau vers terminal) et une autre au lien montant (terminal vers réseau) était utilisé en France. Certains réseaux 4G, notamment en Asie-Pacifique, ont mis en œuvre la 4G en TDD avec des antennes actives.

En synthèse, la radio 5G est de la « 4G++ », bénéficiant d'une amélioration des techniques de modulation et de multiplexage et surtout de deux éléments qui ne lui sont pas intrinsèquement spécifiques :

- une nouvelle bande de fréquence 3,5 GHz avec une canalisation plus large (100 MHz contre 20 MHz en 4G), permettant une augmentation significative des débits (1 à 10 Gbs contre 150 Mbps en 4G) ;
- des antennes actives permettant de focaliser des faisceaux plus fins sur les utilisateurs actifs, améliorant le rapport signal sur bruit du canal de communication (et donc avec une meilleure portée et un débit plus important).

Au final, l'introduction de la technologie 5G ne se traduira donc probablement pas, dans une première phase, par le développement de technologies radicalement différentes des générations précédentes, ni par le déploiement de milliers de nouveaux sites mobiles « macro » additionnels, ou de dizaines de milliers de petites antennes installées sur le mobilier urbain (*small cells*), ni par le remplacement rapide et contraint des équipements d'anciennes générations. Le développement de la 5G sera conditionné à de multiples facteurs et notamment la stratégie des opérateurs vis-à-vis de leurs clients, étant rappelé que le passage à la 5G requerra de nouveaux terminaux pour les utilisateurs qui souhaiteront bénéficier des services de la 5G.

1.2.3. La 5G, en réponse à l'accroissement des débits et de nouveaux usages, nécessitera des investissements significatifs de la part des opérateurs de télécommunication

Comme dans les autres pays européens, le réseau mobile français fait face à une augmentation très forte de la consommation de données, essentiellement portée par le marché grand public. Comme l'indique le tableau *infra,* la consommation de données a été multipliée par 10 entre 2015 et 2019.

Tableau 5 : Données consommées sur les réseaux mobiles français, en milliards de gigaoctets[24]

Année	2015	2016	2017	2018	2019
Données consommées	0,532	1,008	2,203	3,646	5,266

Source : ARCEP (Observatoire des marchés des communications électroniques - 16 juin 2020).

[24] Ou exaoctets ou exabytes.

Par ailleurs, la 5G ouvre de nouvelles perspectives, notamment pour les entreprises, grâce aux débits accrus, une densité plus élevée d'objets connectés et une latence (temps de réponse) de l'ordre de la milliseconde, soit 10 fois meilleurs que la 4G. Ainsi, selon l'ANFR, de nouveaux usages devraient se développer dans l'e-santé, les médias, et les divertissements , les transports , la ville intelligente et l'industrie du futur. Le marché « entreprises » de la 5G est difficile à prévoir : il est aujourd'hui minoritaire dans le mobile (environ 18 % en 2018)[25], et la croissance du volume des données consommées devrait continuer à être portée par le marché des particuliers dans les quelques années à venir. L'accès à une téléphonie mobile performante est un élément de compétitivité.

Les opérateurs de télécommunications vont progressivement substituer leurs investissements dans la 4G à ceux dans la 5G, poussés en partie par les obligations fixées dans le cahier des charges 5G de l'ARCEP, en partie par la croissance des flux de données, et par les perspectives de nouveaux usages.

L'ARCEP fixe dans le cahier des charges des enchères 3,4-3,8 GHz les trajectoires suivantes de déploiement ou de conversion d'antennes déjà existantes à la technologie 5G[26] : 3 000 en 2022, 8 000 en 2024 et 10 500 en 2025, pour chaque lauréat.

Ces antennes seront majoritairement déployées sur des installations existantes. Au 1er juillet 2020, 52 895 sites 4G sont autorisés, dont 47 052 en service, tous opérateurs confondus[27]. Dès 2022, au moins 75 % des sites devront bénéficier d'un débit au moins égal à 240 Mbit/s ; cette obligation sera progressivement généralisée à tous les sites jusqu'à 2030.

Par ailleurs[28], 25 % des sites en bande 3,4-3,8 GHz des deux derniers jalons (2024 et 2025) devront être déployés dans les territoires à faible densité de population et dans les zones d'activité économique situées dans les territoires de moyenne densité de population, en dehors des principales agglomérations[29]. Les axes autoroutiers devront être couverts fin 2025 (ou fin 2027 selon les obligations déjà existantes), puis les routes principales fin 2027, avec des débits d'au moins 100 Mbit/s. Les autorisations d'utilisation de fréquences auront une durée initiale de 15 ans à compter de la date de leur délivrance et pourront être prolongées pour une durée de cinq ans. Les règles d'implantation ou de modification substantielle des antennes sont définies par la note interministérielle du 9 mai 2017[30].

[25] Source : ARCEP décembre 2019 : les services des télécommunications mobiles représentent en France des chiffres d'affaires d'environ 10,8 Mds€ pour les particuliers et de 2,3 Mds€ pour les entreprises (chiffres 2018).

[26] Source : ARCEP 17 décembre 2019.

[27] Source : ANFR, *« L'observatoire 2G, 3G, 4G »,* 3 juillet 2020.

[28] Cf. JORF n°0303 du 31 décembre 2019 « Décision n° 2019-1386 du 21 novembre 2019 de l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse proposant au ministre chargé des communications électroniques les modalités et les conditions d'attribution d'autorisations d'utilisation de fréquences dans la bande 3,4-3,8 GHz en France métropolitaine pour établir et exploiter un réseau radioélectrique mobile ouvert au public ».

[29] Le débit peut être atteint dans ces zones au moyen d'une mutualisation de fréquences entre tous les lauréats.

[30] http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2017/05/cir_42246.pdf

Le prix de réserve total pour les enchères des licences 5G a été fixé à 2,17 Mds€. A titre de comparaison, les investissements totaux des opérateurs français de télécommunications ont été de 2,6 Mds€ (2019) dans les réseaux mobiles, hors achat de fréquences[31]. Et malgré la forte croissance des flux de données sur les réseaux mobiles, les revenus des services de communication électroniques mobiles stagnent en France à environ 13 Mds€ en 2019[32], après avoir atteint 19,4 Mds€ en 2010. Les opérateurs devront donc consentir des investissements importants dans les équipements 5G, qui se substitueront progressivement aux investissements actuels dans la 4G : les opérateurs ont, dans un premier temps, logiquement l'intention d'équiper les sites 3G et 4G existants d'antennes 5G pour le déploiement de la bande 3,5 GHz.

2. La France, en relatif retard sur le déploiement de la 5G, a mis en place des dispositifs étoffés d'information au niveau local et de dialogue au niveau national

2.1. L'état du déploiement de la 5G dans les pays développés révèle un certain retard de la France

Les différents pays étudiés utilisent ou comptent utiliser trois types de bandes de fréquence afin de déployer la 5G. Pour mémoire, il s'agit des bandes basse fréquence (<1 GHz), des bandes moyenne fréquence (1-6 GHz) et des bandes haute fréquence (>24 GHz). Au sein de l'Union européenne, les États membres se sont harmonisés afin de déployer la 5G autour des 700 MHz, des 3,5 GHz et des 26 GHz.

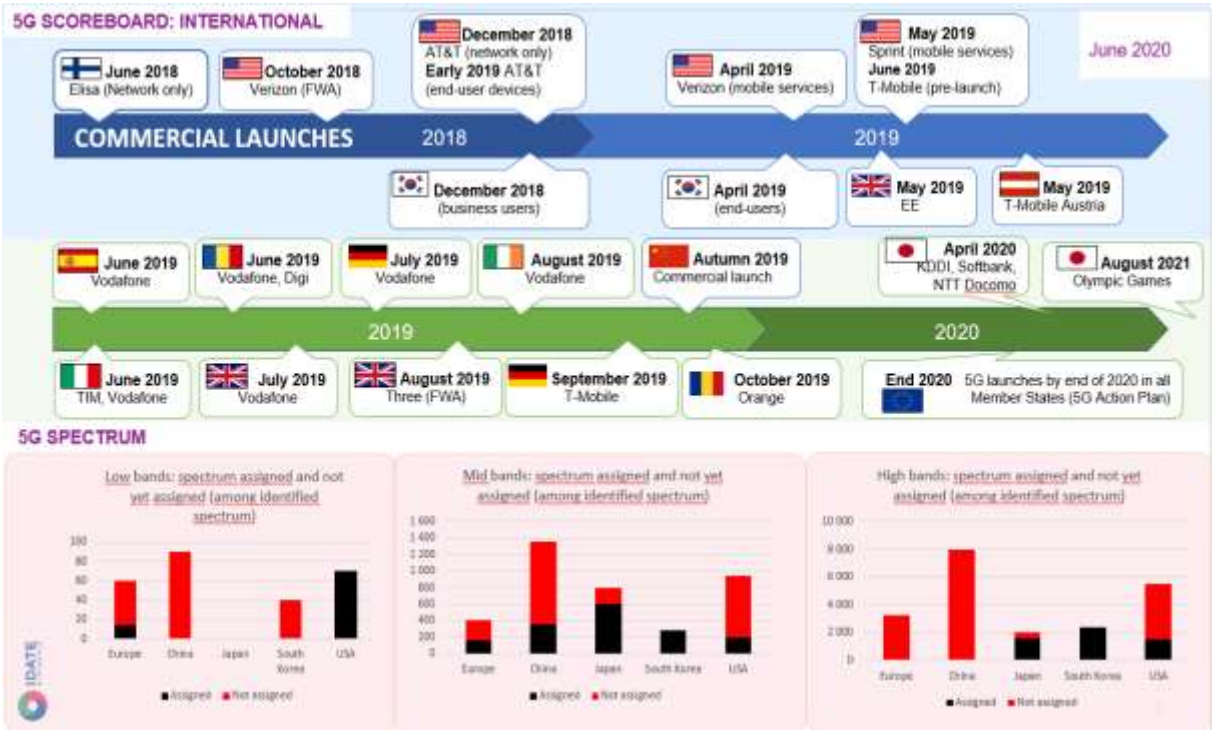
[31] Source Arcep 16 juin 2020, Marché des communications électroniques en France.

[32] De fait, le mobile serait peu profitable en France, selon par exemple « la controverse de la 5G », juillet 2020, http://gauthierroussilhe.com/fr/projects/controverse-de-la-5g, page 7

2.1.1. L'attribution de ces bandes de fréquence aux opérateurs a débuté dans la majorité des pays étudiés

Le déploiement de la 5G dans le monde a commencé en 2018 comme l'indique la frise chronologique ci-après.

Graphique 3 : État en juin 2020 des enchères de spectre achevées, en cours ou en préparation



Source : 5G Observatory - De haut en bas et de gauche à droite : lancements commerciaux dans le monde, spectre 5G alloué (en noir) ou non (en rouge) dans les basses, moyennes et hautes fréquences pour Europe, Chine, Japon, Corée du sud et USA.

La Corée du Sud, pays pionnier en matière de 5G, a attribué en juin 2018 des fréquences dans les bandes 3,5 GHz et 28 GHz : la Corée détient actuellement 2680 MHz de spectre dédié à la 5G. Le Ministère des sciences et des TIC (MSIT) a annoncé le 5 décembre 2019 son « 5G+ Spectrum Plan » portant sur le déploiement des fréquences au cours des prochaines années. La stratégie principale vise à octroyer 2640 MHz de fréquences supplémentaires pour la 5G d'ici 2026.

Aux États-Unis, trois procédures d'enchères sur les bandes haute fréquence (24, 28, 37, 39 et 47 GHz) sont lancées ou finalisées. Le 12 avril 2019, a été dévoilé le « *5G FAST Plan* »[33] qui officialise l'ensemble des fréquences appelées à être libérées pour le déploiement de la 5G. Ce plan vise notamment à rattraper le retard américain par rapport à la Corée du Sud ou à la Chine.

En Australie, dès décembre 2018, le gouvernement a attribué, par voie d'enchères, les fréquences 5G de la bande 3,6 GHz à quatre entreprises. Une nouvelle enchère est prévue début 2021 pour une bande de 26 GHz (entre 25,1 GHz et 27,5 GHz).

Au sein de l'Union européenne (y compris le Royaume-Uni), l'observatoire 5G de la Commission européenne indique que 38,4 % du spectre des bandes 3,4-3,8 GHz a été attribué et est utilisable en juin 2020. C'est le cas pour 16,6 % de la bande 700 MHz et 7,1 % de celle des 26 GHz.

[33] https://www.fcc.gov/5G.

En Allemagne, les enchères pour les bandes 2 GHz et 3,6 GHz se sont achevées le 12 juin 2019 au terme de 12 semaines de négociations. D'autres enchères se sont tenues en décembre 2019pour la bande 3,7-3,8 GHz, à destination des utilisateurs dits « verticaux », c'est-à-dire autres que le grand public. Une nouvelle mise aux enchères de droits d'utilisation de fréquences expirant en 2025 est prévue sur les bandes suivantes : 800 MHz, 1,8 GHz et 2,6 GHz.

En Italie, selon l'observatoire 5G de la Commission européenne, des enchères ont eu lieu en octobre 2018 pour les bandes 700 MHz, 3,6 GHz et 26 GHz.

2.1.2. La 5G fait déjà l'objet d'une offre commerciale dans la quasi-totalité des pays considérés

Au total, sur notre échantillon de 26 pays, 21 ont déjà débuté le lancement commercial de leur réseau 5G. La France est donc l'un des pays à ne pas avoir atteint cette étape, avec la Belgique[34], l'Estonie, le Brésil, Singapour et Israël.

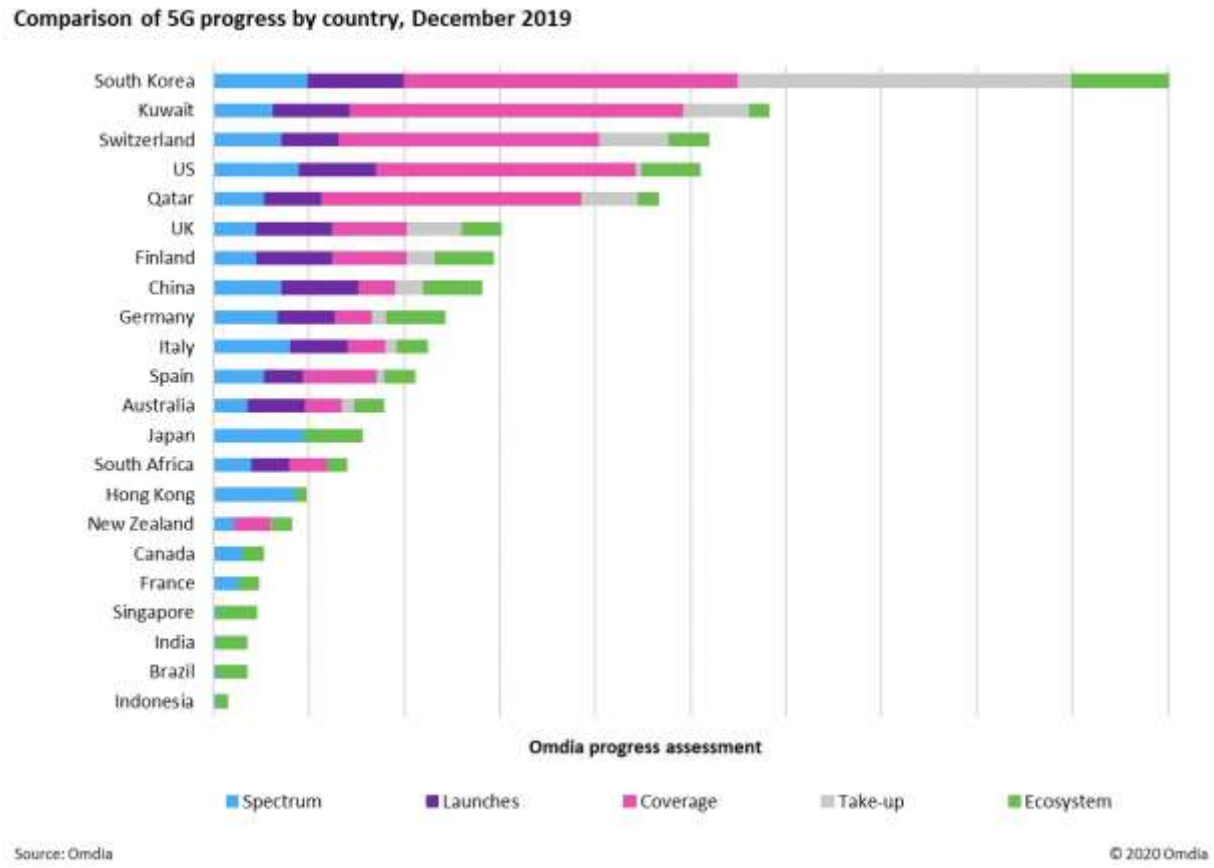
Encadré 2 : Etat des lieux dans quelques pays étudiés

- La Corée du Sud se positionne en première place avec environ sept millions d'abonnés 5G auprès de ses trois opérateurs télécoms, en juin 2020, ce qui équivaut à un taux de pénétration de 10 %. Le gouvernement vise la couverture totale théorique du territoire d'ici 2022 et un taux de pénétration du marché de 90 % d'ici 2026.
- La Chine compte près de 65 millions de souscripteurs à un abonnement 5G en avril 2020 auprès de China Mobile et China Telecom. Le gouvernement chinois a fixé un objectif officiel de couverture totale du territoire pour 2025.
- En Suisse, l'opérateur Swisscom a ouvert son réseau en avril 2019 et a annoncé couvrir 90 % de la population d'ici fin 2020. Un deuxième opérateur, Sunrise, a lancé son réseau en septembre 2019. Le déploiement rapide de la 5G a cependant suscité des inquiétudes dans l'opinion publique et plusieurs cantons (Vaud, Jura, Genève, Neuchâtel) ont souhaité la mise en place d'un gel ou d'un moratoire. La décision relevant cependant de la compétence du Conseil fédéral, le déploiement par les opérateurs se poursuit.
- En Allemagne, les opérateurs Deutsche Telekom et Vodafone annoncent vouloir couvrir, respectivement, 40 millions et 10 millions de personnes d'ici fin 2020. Le processus d'enchères 5G achevé en juin 2019 est assorti de plusieurs obligations de couverture chiffrées comme celui de couvrir 97 % des foyers par Land avec un débit supérieur à 100 Mb/s d'ici fin 2022, et 98 % au niveau national.
- En Italie, le déploiement sur l'ensemble du territoire national est prévu entre 2025 et 2027, alors que les principales villes italiennes sont couvertes depuis fin 2019. Telecom Italia prévoit de couvrir 120 villes, 200 localités touristiques, 245 « *clusters* » industriels et 200 grands établissements industriels d'ici 2021.

L'étude du cabinet de recherche en technologie OMDIA *infra* résume graphiquement la situation de chaque pays au sujet du déploiement de la 5G, à travers cinq dimensions : attributions de fréquences (*spectrum*), lancement commercial (*launches*), couverture du territoire (*coverage*), nombre d'abonnements (*take-up*), existence d'un écosystème 5G (*ecosystem*).

[34] Afin de permettre d'avancer sur le déploiement de la 5G, l'IBPT (institut belge des services postaux et des télécommunications) a proposé fin janvier 2020 d'octroyer des droits d'utilisation provisoire en attendant la mise aux enchères finale du spectre. Dans le cadre de cette procédure, cinq opérateurs ont été retenus par l'IBPT le 14 juillet 2020 afin de tester leur réseau et de lancer les premiers développements.

Graphique 4 : État du déploiement de la 5G dans 22 pays, en décembre 2019



Source : OMDIA. L'unité des abscisses est le pourcentage, la Corée étant la référence avec 100 %.

Le déploiement de la 5G par les opérateurs s'opère à partir d'une combinaison de modifications (*retrofit)* d'antennes déjà construites et d'installations d'antennes nouvelles.

La Corée du Sud dispose, en avril 2020, de 118 000 antennes 5G. En Allemagne, Deutsche Telekom s'est fixé l'objectif d'avoir déployé 1 500 antennes dans 20 villes d'ici fin 2020 alors que 450 étaient déjà opérationnelles fin 2019.

2.2. A l'étranger, les concertations au niveau national ont principalement impliqué des acteurs techniques, plus rarement la société civile

L'ensemble des pays étudiés[35] ont eu recours à des concertations techniques, bien que les informations recueillies concernant la Lettonie, la Norvège et la Chine soient très incomplètes ou difficiles d'accès sur ce point. Ces concertations associent généralement les opérateurs, les équipementiers, des entreprises technologiques, des experts, des agences de régulation, des collectivités locales et parfois des associations ou des représentants de la société civile.

[35] Pour la France, cf. § 3.1.3.

Par exemple, le Royaume-Uni a organisé une série de *calls for evidence* (appels à témoignages) qui portaient sur trois sujets principaux : le processus d'attribution des fréquences, la stratégie et l'ambition du déploiement de la 5G et l'exposition aux ondes électromagnétiques. A titre d'exemple, en août 2019, une concertation a ainsi été organisée par le *Department for Digital, Culture, Media and Sport* (DCMS) portant sur la modification des droits d'aménagement dans le but de pouvoir éventuellement accorder aux opérateurs des permis de construire pour les infrastructures mobiles nécessaires au déploiement de la 5G et d'étendre la couverture mobile, en particulier dans les zones rurales. En mai 2020, une autre concertation organisée par l'autorité de régulation des télécoms (OFCOM) portait sur l'instauration d'une nouvelle obligation pour les titulaires de licences de fréquences de respecter les valeurs limites d'exposition de l'ICNIRP pour tous les équipements pouvant émettre à des puissantes supérieures à 10 W et de conserver les dossiers démontrant leur conformité.

Aucun pays de l'échantillon n'a organisé de concertation nationale spécifiquement dédiée à la 5G. Cependant, les citoyens et des représentants de la société civile ont parfois participé aux concertations techniques.

Ainsi, en Espagne, le plan national 5G 2018-2020 a été élaboré en tenant compte des conclusions de la consultation publique effectuée fin 2017, comprenant un total de 51 contributions des associations, des organisations et des particuliers. De même, la consultation lancée en mai 2020 par le Royaume-Uni (mentionnée *supra*) comporte des réponses de citoyens.

Ces dispositifs de participation du public ont rencontré des succès variés. En Suède, les forums 5G organisés par l'agence des postes et des télécommunications, en partenariat avec les équipementiers et les opérateurs, ont, semble-t-il, rencontré un succès limité en termes de participation du public. De même, plusieurs pétitions et initiatives citoyennes ont été lancées sans cependant franchir les seuils nécessaires au déclenchement de processus institutionnels. En Finlande, une pétition en faveur de l'interdiction pure et simple de la 5G en raison de ses prétendus effets nocifs sur la santé a été lancée en mars 2019. Elle n'a pu cependant recueillir qu'un peu plus de 7 500 signatures, loin des 50 000 signatures nécessaires pour que le Parlement soit obligé de la prendre en considération.

Toutefois, dans de nombreux pays, des consultations purement citoyennes sont très souvent prévues au niveau local (régional ou municipal). Au Canada, les promoteurs sont tenus d'organiser une consultation publique locale pour chaque nouveau projet d'antenne[36]. Au Japon, aucune concertation n'est menée avant l'installation d'une antenne, mais des réunions d'information peuvent être organisées à la demande des habitants. En Italie, en Emilie-Romagne, les projets d'installation d'antennes doivent faire objet de publicité dans la presse locale et une consultation publique doit être organisée par la commune.

En Suisse, le groupe de travail « téléphonie mobile et rayonnement »[37] encourage l'institution d'une plateforme d'échange entre les autorités fédérales et cantonales, l'industrie des télécommunications, les organisations du monde médical, les associations de protection et les associations d'utilisateurs. Les objectifs d'une telle plateforme sont de proposer un échange mutuel et de mettre à disposition des informations sur les nouvelles technologies et les développements. Un nouveau site de discussion et d'information sur la 5G, « *CHANGE 5G* », a récemment été lancé afin d'améliorer le dialogue autour de ce sujet[38].

[36] Pour plus de précisions : http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/fra/sf08777.html#sec4.2

[37] https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/59385.pdf

[38] https://www.swissinfo.ch/eng/initiative-aims-to-overcome-swiss-public-s-5g-technology-misconceptions/45894726

3. L'exposition des différents publics aux ondes électromagnétiques, qui demeure, sauf exceptions, très en-deçà des valeurs limites communément admises, devrait rester modérée dans la première phase du déploiement de la 5G

L'exposition du public aux ondes électromagnétiques, qui constitue une source d'interrogations, voire d'inquiétudes des citoyens, doit être examinée à l'aune de plusieurs clés de lecture :

- grand public/enfants/professionnels ;
- téléphonie mobile/autres technologies faisant appel aux ondes électromagnétiques[39] ;
- exposition lointaine/exposition proche.

Au-delà de la problématique réglementaire et de son application en France comme dans les différents pays de l'échantillon examiné, la mission a étudié ce que pourrait être l'évolution de l'exposition du fait de la 5G.

3.1. Les pays développés étudiés se réfèrent à des valeurs limites d'exposition et disposent, comme en France, d'un corpus de normes complété par des mesures supplémentaires

La mission a examiné successivement les valeurs limites d'exposition puis l'utilisation de ces dernières par les différents pays.

3.1.1. Une organisation internationale non gouvernementale, l'ICNIRP, établit des valeurs limites d'exposition

En 1998, l'ICNIRP[40] a proposé, au vu de l'état des connaissances scientifiques disponibles, des valeurs limites d'exposition aux ondes électromagnétiques. Elle a publié en mars 2020 ses « ICNIRP *guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 gHz)* », révisions de lignes directrices antérieures.

Le principe général retenu par l'ICNIRP est d'identifier les seuils d'apparition sur la base des seuls effets délétères aujourd'hui avérés sur la santé : les effets thermiques sur les tissus, pour une exposition lointaine (antennes) comme une exposition proche (terminaux). L'ICNIRP en déduit des valeurs limites d'exposition sur la puissance électromagnétique à laquelle peut être exposée une unité de masse de tissu biologique en appliquant des facteurs de réduction visant à assurer une marge de sécurité, puis de fixer des niveaux de référence de champ électromagnétique mesurables *in situ*. Plus précisément, une puissance absorbée conduisant à une élévation de 1°C de la température corporelle est considérée comme néfaste, et l'ICNIRP ménage une marge de sécurité 50 fois inférieure à ce seuil d'exposition maximal.

[39] Tables de cuisson à induction, fours à micro-ondes ….

[40] L'*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*, en français Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants, est une organisation scientifique sans but lucratif, localisée en Allemagne, fondée en 1992, qui déclare ne pas recevoir de financement d'entités commerciales. Elle est reconnue par des organisations internationales comme l'OMS et l'OIT.

Pour quantifier la part de l'énergie transportée par les ondes électromagnétiques émises par un appareil radioélectrique (téléphone portable, tablettes, montre connectée par exemple) qui est absorbée par le corps humain, l'ICNIRP utilise une grandeur de référence : le débit d'absorption spécifique (DAS), lorsque cet appareil fonctionne à pleine puissance et dans les pires conditions d'utilisation[41]. Le DAS[42] s'exprime en Watt par kilogramme (W/kg) pour les ondes pénétrantes (l'avènement du 26 GHz, avec des ondes restant en surface des tissus, amène des DAS exprimés en W/m^2).

L'ICNIRP distingue aussi les scénarios d'exposition des professionnels et du grand public. En effet, l'existence d'un risque professionnel spécifique lié aux ondes électromagnétiques est connu depuis longtemps : la première recommandation de valeur limite d'exposition date de 1953 et concernait les micro-ondes. L'exposition professionnelle, potentiellement beaucoup plus importante dans certains secteurs, est générée par des sources variées, telles que les activités de soudure par résistance, de chauffage et soudage par induction ou par perte diélectrique, d'électrolyse, d'imagerie par résonnance magnétique ou les travaux sur les antennes relais.

Toutes ces activités exposent à des champs basse fréquence ou de haute fréquence dont les électro-fréquences. Toutefois, les deux types d'exposition diffèrent :

- pour les basses fréquences (inférieures à 10 kHz environ), les professionnels peuvent être exposés à des niveaux de champ électromagnétique très supérieurs à la population générale ;
- pour les radiofréquences (supérieures à 10 kHz environ), hormis quelques situations assez rares[43], l'essentiel de l'exposition des professionnels provient des réseaux 2G à 4G, et la différence d'exposition est beaucoup moins marquée que dans le domaine des basses fréquences.

Les tableaux clés relatifs aux débits d'absorption spécifique (DAS), qui sont la quantité d'énergie électromagnétique absorbée par seconde et par unité de masse de tissu, exprimés en Watt/kg de tissu corporel, sont présentés en annexe III.

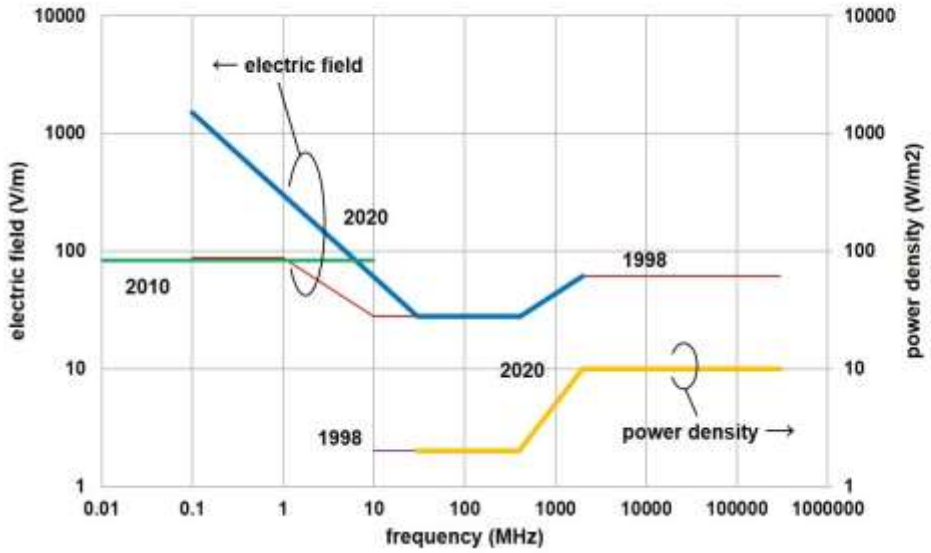
Le graphique suivant en présente les points saillants en termes de champ électrique et de puissance rayonnée absorbée par unité de surface. Dans les bandes considérées pour la 5G, le champ électrique maximum admissible est plafonné à 61 V/m, et la puissance admissible absorbée par unité de surface à 10 W/m^2.

[41] Plus précisément, l'ICNIRP utilise une grandeur de référence (le DAS), fixe des valeurs limites à ne pas dépasser pour cette grandeur de référence. Le principe est que ces limites ne doivent jamais être dépassées, même lorsque l'appareil fonctionne à pleine puissance et dans les pires conditions d'utilisation.

[42] Dénomination anglaise SAR pour *Specific Absorption Rate*

[43] Réseaux mobiles professionnels qui communiquent dans des bandes de fréquences entre 30 et 500 MHz (pompiers, police, SAMU, SNCF, EDF…)

Graphique 5 : Représentation graphique des lignes directrices de l'ICNIRP



Source : ICNIRP – le graphique jaune du bas se réfère à la puissance absorbée par unité de surface (« power density », unités sur axe de droite) tandis que le graphique bleu du haut se réfère à l'intensité du champ électrique (axe de gauche). On observe que pour les basses fréquences (hors sujet de la présente mission) les limites de champ ont évolué entre 2010 et 2020.

Ainsi, pour un champ électrique de 6 V/m (seuil de détermination d'un point atypique en France, cf. *infra*), la puissance rayonnée reçue est d'environ 0,1 W/m^2, ce qui est 100 fois moins que la valeur de référence 10 W/m^2 de l'ICNIRP pour le grand public (qui est elle-même affectée d'un coefficient de sécurité).

Pour un champ électrique moyen typique ambiant de 0,6 V/m[44], la puissance rayonnée reçue est d'environ 1 mW/m^2, 10 000 fois moindre que la valeur de référence de l'ICNIRP.

Pour un champ électrique ambiant élevé de 30 V/m, donc exceptionnellement élevé, la puissance rayonnée reçue est d'environ 2,5 W/m^2, 4 fois moins que la valeur de référence de l'ICNIRP. Un champ électrique plafond de 61 V/m correspond à une puissance rayonnée incidente plafond de 10 W/m^2[45].

[44] La médiane des niveaux d'exposition mesurés dans les différentes bandes de fréquence de la téléphonie mobile lorsque celle-ci est le contributeur principal du niveau d'exposition mesuré est de 0,58 V/m (source ANFR : Analyse des résultats de mesures d'exposition du public aux ondes radiofréquences réalisées en 2019 dans le cadre du dispositif national de surveillance, avril 2020).

[45] La puissance rayonnée surfacique d'un champ électromagnétique (en Watt/m^2) est calculée ainsi : $P = E^2/(c\ \mu_0)$ où E est l'intensité du champ électrique (en V/m), c'est la vitesse de la lumière soit environ 2,998 10^8 m/s, et μ_0 la perméabilité du vide soit $4\ \pi\ 10^{-7}$ H/m (unité système international). En insérant les valeurs cela donne $P = E^2/377$, avec P en W/m^2 et E en V/m. Par contre, la relation entre les DAS, qui sont difficiles à mesurer *in situ* et *in vivo* mais décrivent le mieux l'effet sanitaire étudié, et les champs électromagnétiques, qui sont faciles à mesurer, est compliquée, en raison de la diversité des tissus, de leurs propriétés thermiques et diélectriques, de leur géométrie, des mécanismes d'évacuation de la chaleur par le corps humain, etc.

3.1.2. Les valeurs d'exposition déterminées par l'ICNIRP représentent une référence pour la plupart des pays considérés, dont la France qui les a déclinées dans des dispositions réglementaires

Les dispositions réglementaires en France se fondent sur les lignes directrices de l'ICNIRP (cf. *supra*), et sur la recommandation 1999/519/CE du Conseil de l'Union Européenne relative à la limitation de l'exposition du public à l'ensemble des champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz).

Ces textes, repris par le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002, prévoient :

- des niveaux de référence qui sont « *fournis aux fins de l'évaluation de l'exposition dans la pratique pour déterminer si les restrictions de base risquent d'être dépassées* ». Ces valeurs limites sont comprises entre 28 V/m et 87 V/m selon les fréquences. Dans la gamme de fréquence 2-300 GHz, le niveau de champ limite est de 61 V/m.
- des restrictions de base évaluées à partir du débit d'absorption spécifique de l'énergie (DAS). Dans la gamme de fréquence 10 MHz-10 GHz, le DAS pour l'ensemble du corps doit être inférieur à 0,08 W/kg, à 2 W/kg pour la tête et le tronc et à 4 W/kg pour les membres.

Les opérateurs des réseaux de télécommunication doivent veiller au respect des valeurs limites mentionnées dans le décret.

Quatre types de DAS sont prévus pour mesurer l'exposition due aux téléphones portables (ou à tout autre appareil radioélectrique à proximité immédiate du corps humain) :

- Le « DAS tête » reflète l'usage du téléphone à l'oreille, en conversation vocale. La norme NF EN 50360 décrit la méthodologie de mesure ;
- Le « DAS tronc » est associé aux usages où le téléphone est porté près du tronc, par exemple dans une poche de veste ou dans un sac. La norme NF EN 50566 prévoit une mesure sur plusieurs faces de l'appareil, faite à une distance qui, jusqu'en avril 2016, pouvait être librement fixée par les constructeurs entre 0 mm (téléphone au contact du corps) et 25 mm. Cette dernière distance a été restreinte à 5 mm maximum, compte tenu des nouveaux usages du téléphone liés aux oreillettes pour la voix et à la consultation de l'écran pour les autres usages ;
- Le « DAS membre » correspond à l'usage du téléphone plaqué contre un membre, par exemple tenu à la main, porté dans un brassard ou dans une poche de pantalon. C'est également la norme NF EN 50566 qui décrit cette situation ;
- Le DAS « moyen corps entier » se réfère à la température dans les profondeurs du corps, comme dans l'abdomen et le cerveau.

Dix-neuf pays, parmi ceux étudiés en annexe I, ont adopté les seuils d'expositions préconisés par l'ICNIRP dans la bande 3,4-3,8 GHz pour le grand public : Brésil, Japon, Allemagne, Danemark, Espagne, France, Estonie, Finlande, Hongrie, Irlande, Lettonie, Norvège, Pays-Bas, Roumanie, Royaume-Uni, Suède, Australie, Nouvelle-Zélande, Singapour.

Pour ces pays, les valeurs sont les suivantes.

Tableau 6 : Valeurs d'exposition pour dix-neuf pays de l'échantillon dont la France

Exposition lointaine (antennes)	Exposition proche (terminaux)			
Champ électrique limite (V/m) dans la bande 3,4-3,8 GHz	DAS tête (W/kg)	DAS tronc (W/kg)	DAS membre (W/kg)	DAS moyen corps entier (W/kg)
61	2	2	4	0,08

Source : Mission, sur le fondement des questionnaires retournés par les services économiques régionaux.

Selon une étude de 2017[46], d'autres pays que ceux étudiés en annexe I se conforment aux seuils d'exposition ICNIRP en champ lointain (valeurs limites d'exposition en V/m) : Autriche, Chypre, Luxembourg, Malte, Portugal, Slovaquie, République Tchèque.

Le tableau suivant présente les valeurs retenues par les douze pays qui n'ont pas retenu les normes ICNIRP comme référence.

Tableau 7 : Seuils d'exposition des pays étudiés qui ne suivent pas les lignes directrices ICNIRP

Pays	Exposition lointaine (antennes)	Exposition proche (terminaux)			
	Champ électrique limite (V/m) dans la bande 3,4-3,8 GHz	DAS tête (W/kg)	DAS tronc (W/kg)	DAS membre (W/kg)	DAS moyen corps entier (W/kg)
ICNIRP (référence)	61	*2*	*2*	*4*	*0,08*
Canada	61	1,6	1,6	4	?
Etats-Unis	-[47]	1,6	1,6[48]	non	?
Corée du Sud	61 pour le grand public	1,6	1,6	4	0,08
Italie	▪ Valeur optimale : 6 (moyenne 24h) ▪ Valeur d'attention : 6 (moyenne 24h) ▪ Valeur limite d'exposition : 40 (moyenne 6 min)	2	2	4	0,08
Suisse	Valeurs limites d'immission[49] ▪ Entre 41 et 61 ; ▪ Entre 4 et 6 au sein des « lieux à utilisation sensible »[50]	2	2	4	?

[46] *Comparison of international policies on electromagnetic fields, National Institute for public health and the environment, Ministry of health, welfare, and sport, The Netherlands, 2017.*

[47] Il n'existe pas, au niveau fédéral, de limite d'exposition de la population aux champs électromagnétiques générés par les antennes de téléphonie mobile.

[48] Les DAS sont mesurées différemment aux États-Unis (15 mm) et en Europe (5 mm).

[49] Le concept d'immission correspond à l'incorporation et l'accumulation d'une substance, notamment d'un polluant, dans un milieu récepteur, ici l'énergie d'un rayonnement radiofréquence dans un organisme biologique.

[50] Par exemple, habitations, écoles, hôpitaux, crèches, postes de travail permanents...

Pays	Exposition lointaine (antennes)	Exposition proche (terminaux)			
	Champ électrique limite (V/m) dans la bande 3,4-3,8 GHz	DAS tête (W/kg)	DAS tronc (W/kg)	DAS membre (W/kg)	DAS moyen corps entier (W/kg)
Belgique[51]	▪ Région Bruxelles : 6 V/m (fréquence de référence de 900 MHz) ▪ Région wallonne : 3 V/m par antenne (pour toutes les radiofréquences) ▪ Région flamande : 20,6 V/m (fréquence de référence de 900 MHz) et 3 V/m pour les lieux de séjour	*Données non rassemblées par la mission*			
Croatie	25				
Grèce	47				
Pologne	7				
Slovénie	19				
Chine	12				
Inde	20				

Source : Mission sur la base des questionnaires retournés par les services économiques régionaux et document du Ministère de la santé et de l'environnement des Pays-Bas pour les cinq derniers pays du tableau (National Institute for public health and the environment, Ministry of health, welfare, and sport, The Netherlands, 2017).

Au total, sur 37 pays étudiés par la mission[52], 28 (76 %) ont adopté les seuils ICNIRP de valeurs d'exposition en champ lointain, et neuf (24 %) des seuils plus exigeants

3.1.3. La France, comme d'autres pays, a instauré des dispositifs supplémentaires pour limiter l'exposition du public au-delà de l'obligation de respect des valeurs limites

3.1.3.1. La loi impose le recensement annuel et le traitement des points atypiques

La loi n° 2015-136 du 9 février 2015 dite « loi Abeille » impose le recensement annuel des points atypiques et, le cas échéant, la mise en place d'une procédure de résorption de ces derniers par les opérateurs au moyen de mesures permettant de réduire le niveau des champs reçus dans les lieux en cause, tout en garantissant la couverture et la qualité des services rendus.

[51] 31 V/m selon le rapport *National Institute for public health and the environment, Ministry of health, welfare, and sport, The Netherlands, 2017.*

[52] En fusionnant les deux sources d'information (annexe I et étude néerlandaise), et en excluant les États-Unis où la valeur d'exposition en champ lointain n'est pas définie à l'échelle fédérale.

Les points atypiques sont définis par cette loi comme les lieux dans lesquels le niveau d'exposition aux champs électromagnétiques dépasse substantiellement celui généralement observé à l'échelle nationale, conformément aux critères, y compris techniques, déterminés par l'Agence nationale des fréquences et révisés régulièrement. L'ANFR a fixé le seuil d'atypie à 6 V/m (cf. *infra*).

Le recensement et le traitement de ces points atypiques répondent à l'objectif de sobriété de l'exposition aux ondes électromagnétiques produites par les stations radioélectriques, prévu par la loi du 9 février 2015. Les exploitants ayant reçu des avis de l'ANFR doivent prendre, sous réserve de faisabilité technique, des mesures permettant de réduire le niveau des champs reçus dans les lieux en cause, tout en garantissant la couverture et la qualité des services rendus. (cf. *infra*).

3.1.3.2. Un dispositif spécifique est prévu pour certains types d'établissements

L'article 5 du décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 prévoit que les opérateurs transmettent aux autorités un dossier contenant soit une déclaration selon laquelle l'équipement ou l'installation est conforme aux normes ou spécifications, soit les documents justifiant du respect des valeurs-limites d'exposition.

Lorsque des établissements scolaires, crèches ou établissements de soins sont situés dans un rayon de 100 mètres de l'équipement ou de l'installation, le dossier doit préciser les actions engagées pour s'assurer que l'exposition du public au champ électromagnétique émis par l'équipement ou l'installation est aussi faible que possible tout en préservant la qualité du service rendu.

3.1.3.3. D'autres règles complètent ces obligations

Plusieurs règles contraignantes sont venues compléter le dispositif décrit *supra*. Elles visent à encadrer la publicité ou l'usage des terminaux :

- l'interdiction de la publicité visant les enfants de moins de 14 ans promouvant l'usage ou l'achat d'un téléphone mobile (loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010) **;**
- l'interdiction de l'utilisation du téléphone portable et de tout autre équipement terminal de communications électroniques dans l'enceinte des écoles et des collèges[53] ;
- l'obligation de fournir un kit oreillette lors de la commercialisation des téléphones mobiles : (art. L. 34-9, 3e alinéa du code des postes et des communications électroniques) ;
- par ailleurs, le *wi-fi* a été interdit dans tous les espaces dédiés à l'accueil, au repos et aux activités des enfants de moins de trois ans, et il est obligatoire de le désactiver, lorsqu'il n'est pas utilisé, dans les écoles primaires.

[53] L'interdiction porte sur l'utilisation des téléphones mobiles et de tout autre équipement terminal de communications électroniques (tablette ou montre connectée, par exemple) dans l'enceinte des écoles et des collèges. La loi permet également au conseil d'administration des lycées d'introduire, dans le règlement intérieur, l'interdiction de l'utilisation par les lycéens de ces appareils. Cette interdiction est valable pendant le temps scolaire et périscolaire. Elle est aussi effective durant toutes les activités scolaires organisées en dehors de l'école ou de l'établissement scolaire.

Encadré 3 : Exemple de chartes élaborées par des collectivités

Certaines collectivités[54] ont instauré des chartes avec les opérateurs.

Ces « contrats » visent à favoriser la bonne information des citoyens des collectivités considérées et prévoient des dispositifs d'information des citoyens sur les antennes, l'intégration paysagère et urbanistique des antennes …

Toutes les chartes examinées rappellent le dispositif légal et réglementaire. Par exemple, dans sa charte de 2014, la ville de Rennes rappelle le dispositif de mesure prévu par les textes, notamment en matière de points atypiques et indique avoir chargé des sociétés privées de réaliser une cartographie des ondes électromagnétiques liées à la téléphonie mobile.

La charte de la Ville de Paris, signée en 2017, contient un dispositif fixant le niveau de champ des fréquences de téléphonie mobile à 5 V/m, fixant ainsi un niveau maximal d'exposition de la population parisienne distinct de celui retenu pour caractériser les points atypiques. Une méthode de calcul du niveau d'exposition est annexée à la charte.

Enfin, certaines collectivités[55] utilisent leur site internet pour délivrer au public de l'information sur les antennes relais, leur localisation, les règles d'usage du téléphone portable…

3.1.4. La France a mis en place un dispositif conséquent de contrôle des valeurs limites d'exposition aux radiofréquences, notamment en matière d'exposition lointaine

3.1.4.1. La surveillance et le contrôle de l'exposition dans les lieux de vie sont confiés à une autorité indépendante, qui peut être saisie indirectement par tout particulier

L'article L.43 du Code des postes et des communications électroniques charge l'ANFR d'assurer « *le respect des valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques (…) ainsi que le recensement et le suivi des points atypiques* »[56]. En conséquence, « *les décisions d'implantation ne peuvent être prises qu'avec son accord* (…) ». Dans cette perspective elle contrôle notamment le respect d'un périmètre de sécurité autour du site radioélectrique considéré à partir d'une modélisation de ses effets.

Selon le site de l'ANFR[57], « *l'Agence réalise in situ les contrôles, expertises, mesures, recherches, localisations et identifications d'émissions planifiés (…), en utilisant des moyens mobiles, transportables ou fixes. Ces actions et leurs résultats font l'objet de rapports techniques* ». L'ANFR procède à de nombreuses campagnes de mesure ciblées ; ainsi, en 2019, 3 820 mesures ont été exploitées.

Par ailleurs, depuis le 1er janvier 2014, toute personne peut demander à obtenir gratuitement une mesure de son exposition. Elle doit faire signer ce formulaire par un organisme habilité par le décret n° 2013-1162 du 14 décembre 2013 **:** collectivités locales (communes, groupements de communes…), agences régionales de santé, certaines associations agréées par le ministère de l'environnement ou le ministère de la santé… Elle transmet ensuite la demande à l'ANFR qui dépêche un laboratoire accrédité par le Comité français d'accréditation (COFRAC) qui doit respecter le protocole de mesure de l'ANFR ainsi que des critères d'indépendance pour réaliser la mesure. Le demandeur de la mesure est destinataire des résultats de la mesure effectuée. En outre, les mesures réalisées sont rendues publiques sur le site www.cartoradio.fr.

[54] La mission a identifié des chartes pour les villes de Paris, Rennes Strasbourg et Tours. Ce recensement n'est pas exhaustif, compte tenu des délais impartis à la mission pour la réalisation de ses travaux.

[55] Ville d'Antony par exemple (recensement non exhaustif).

[56] Cf. *supra.*

[57] https://www.anfr.fr/l-anfr/nos-missions/controle/

Les organismes habilités comme les communes, par exemple, peuvent solliciter des mesures pour leur propre compte, directement auprès de l'ANFR.

3.1.4.2. Les terminaux font également l'objet de modalités de surveillance et de contrôle, ainsi que le prévoit le droit européen

Outre le contrôle de l'exposition dans les lieux de vie, l'ANFR s'assure que les terminaux mobiles et autres équipements électroniques respectent les limites de DAS. Elle vérifie ainsi la conformité technique des équipements radioélectriques en réalisant des prélèvements d'échantillons d'équipements à faire tester par des laboratoires désignés. En 2019, 74 modèles de téléphones ont été contrôlés et 8 déclarés non conformes[58].

Le cadre de cette mission de contrôle a été clarifié au niveau de l'Union européenne via la directive 2014/53/UE dite RED (*Radio Equipment Directive*), qui harmonise les réglementations des États-membres de l'Union européenne afin de permettre la libre circulation des équipements radioélectriques en son sein. Elle prévoit des exigences techniques relatives au débit d'absorption spécifique (DAS) qui doit être limité à 2 W/kg pour le DAS tête, 2 W/kg pour le DAS tronc et 4 W/kg pour le DAS membre, et aussi des exigences administratives (essentiellement en termes d'information du public), exigences qui doivent être respectées par les équipements radioélectriques.

La directive RED de juin 2017 prévoit notamment que les mesures de DAS tiennent compte de distances d'usage « raisonnablement prévisibles » (n'excédant pas 20 cm du corps humain). Pour améliorer l'information du public et tenir compte de l'évolution des modes de consommation et de l'apparition de nouveaux appareils pouvant exposer les consommateurs aux ondes, le décret n° 1186 du 15 novembre 2019 a donc étendu l'obligation d'affichage du DAS à l'ensemble des équipements radioélectriques dont la puissance d'émission est supérieure à 20 mW et qui ont vocation à être utilisés à proximité du corps humain : téléphones, tablettes, montres connectées. Pour mémoire, l'affichage n'était auparavant obligatoire que pour les téléphones. Cette obligation, entrée en vigueur le 1er juillet 2020, doit ainsi permettre aux consommateurs de choisir leurs équipements de manière éclairée.

3.1.4.3. Les règles de concertation pour l'implantation d'antennes ont été renforcées par la loi « Abeille » de 2015

La loi n° 2015-136 du 9 février 2015 relative à la sobriété, à la transparence, à l'information et à la concertation en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques (« loi Abeille » précitée) renforce les obligations de concertation et d'information lors de l'implantation d'une antenne.

Cette loi hausse le niveau d'exigence en matière de transparence et d'information sur l'exposition du public aux ondes électromagnétiques notamment lors de l'implantation ou de la modification substantielle des installations radioélectriques soumises autorisation ou avis de l'ANFR, telles que les antennes de téléphonie mobile :

D'une part, la commune ou l'intercommunalité concernée doit désormais être tenue informée dès la phase de recherche du site d'implantation par l'opérateur. Ce dernier doit ensuite lui transmettre « *un dossier d'information deux mois avant le dépôt de la demande d'autorisation d'urbanisme ou de la déclaration préalable* » pour les nouvelles installations et « *au moins deux mois avant le début des travaux* »[59] pour les modifications substantielles.

---

[58] Source : ANFR exposition aux ondes, résultats 2019 des contrôles de surveillance du marché des téléphones mobiles, avril 2020.

[59] Article L. 34-9-1 du Code des postes et des communications électroniques.

D'autre part, la collectivité doit mettre à disposition de sa population les documents qu'elle reçoit dans un délai de dix jours après leur réception. Ceux-ci peuvent formuler des observations à l'égard du dossier d'information.

Le contenu du dossier d'information est défini dans l'arrêté du 15 octobre 2016. Dans le cas de l'exploitation d'une nouvelle installation radioélectrique, le maire, ou le président de l'intercommunalité, peut demander, dans un délai de huit jours après réception du dossier, une simulation de l'exposition aux champs électromagnétiques générés par l'installation en question.

En cas de conflit, deux possibilités de médiation existent. D'une part, le préfet de département peut convoquer une instance de concertation dont les règles de fonctionnement sont prévues par le décret n° 2016-1106 du 11 août 2016.

D'autre part, la loi crée au sein de l'Agence nationale des fréquences un comité national de dialogue relatif aux niveaux d'exposition du public aux champs électromagnétiques. Ce comité participe à l'information des parties prenantes sur les questions d'exposition du public aux champs électromagnétiques »[60]. Comme l'indique le site de l'ANFR[61] : « *Ce Comité aspire à être un lieu de concertation et d'échanges constructifs sur les études menées ou à encourager pour une meilleure compréhension de l'exposition engendrée par les antennes, objets communicants et terminaux sans fil* ».

Enfin, le règlement d'application de l'Union européenne sur les points d'accès sans fil à portée limitée (antennes de petite taille) de juillet 2020[62] a pour objectif de favoriser et simplifier l'implantation d'antennes de petite taille. Il prévoit un régime de déploiement non soumis à autorisation préalable, mais contrôlé *ex post* via un régime de surveillance des autorités nationales, sans contrevenir au droit des États-membres d'édicter des mesures plus protectrices en la matière[63].Cette nouvelle possibilité pour les opérateurs doit constituer un point d'attention pour les autorités chargées du contrôle de l'exposition des populations aux ondes électromagnétiques.

3.2. Les mesures actuelles de l'exposition sont largement en-deçà des valeurs limites fixées par la réglementation

La mission a examiné les résultats des mesures d'exposition en se fondant sur le dernier rapport de l'ANFR[64]. Cette « photographie » de l'exposition aux champs radiofréquences en France est constituée à partir d'un échantillon d'environ 3 000 mesures.

Les mesures de l'ANFR prennent en compte l'ensemble de sources d'émissions existantes au moment de la mesure dans le lieu considéré.

La téléphonie mobile est, de loin, le premier contributeur en termes d'émission de radiofréquences, comme le montre le graphique *infra*.

---

[60] *Idem*.

[61] https://www.anfr.fr/controle-des-frequences/exposition-du-public-aux-ondes/comite-national-de-dialogue/

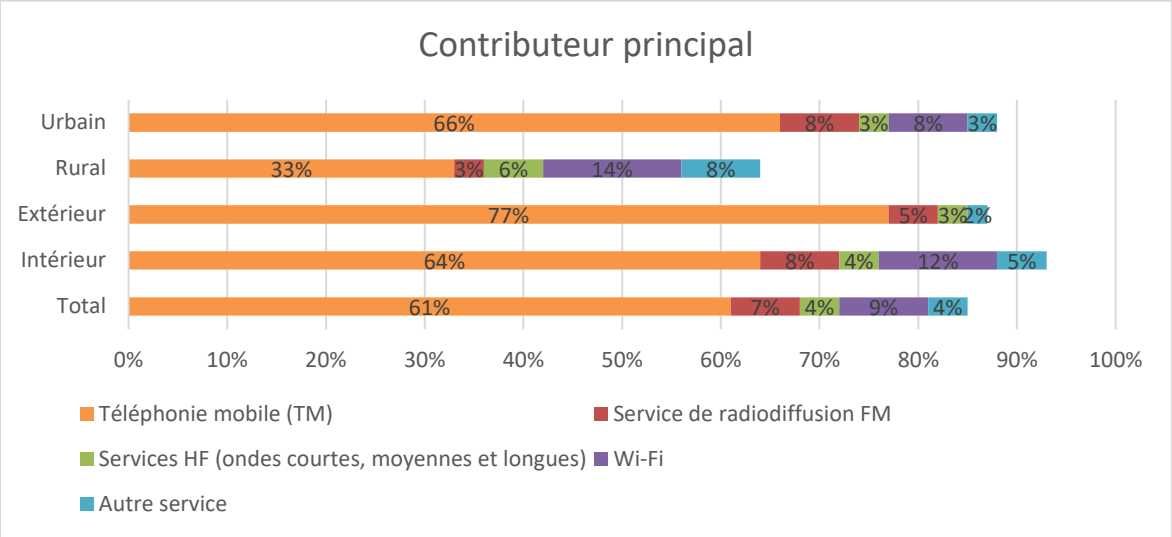
[62] https://ec.europa.eu/france/news/20200630/adoption_reglement_infrastructure_5g_fr

[63] « *Le présent règlement devrait s'entendre sans préjudice des mesures nationales concernant la sécurité, l'approvisionnement et le respect de la propriété privée, y compris le droit des propriétaires de déterminer l'usage de leur propriété, ainsi qu'en ce qui concerne les droits de passage relatifs au raccordement du point d'accès sans fil à portée limitée au réseau étendu, conformément au droit de l'Union.*

Le présent règlement devrait s'entendre sans préjudice de l'application de régimes moins restrictifs au niveau national concernant le déploiement de points d'accès sans fil à portée limitée. »

[64] ANFR, *Analyse des résultats de mesures d'exposition du public aux ondes électromagnétiques réalisées en 2019 dans le cadre du dispositif national de surveillance* – avril 2020.

Graphique 6 : Contributeurs principaux selon la typologie des lieux réalisée sur les résultats des 3 020 cas analysés en 2019



Source : ANFR pour les données, mise en forme réalisée par la mission.

3.2.1. Les niveaux d'exposition mesurés en 2019 sont globalement comparables à ceux constatés chaque année depuis 2014

L'analyse des résultats de mesures d'exposition du public aux ondes électromagnétiques réalisées en 2019, tous types d'émission confondus, conclut à un niveau de champ médian de 0,38 V/m (150 fois moindre que les valeurs limites usuelles, et 15 fois moindre que les valeurs des points dits « atypiques », cf. *infra*), tandis que 90 % des niveaux mesurés à la sonde large bande apparaissent inférieurs à 1,8 V/m. Les niveaux des champs mesurés sont légèrement plus élevés en milieu urbain qu'en milieu rural, et plus élevés en extérieur qu'en intérieur. Ces conclusions sont proches de celles des années précédentes.

Tableau 8 : Répartition des résultats de mesure selon les niveaux de champ électrique mesurés

Année	E (V/m)	≥ 1 V/m	≥ 2 V/m	≥ 3 V/m	≥ 4 V/m	≥ 5 V/m	≥ 6 V/m
2014	Occurrence (%)	18,3 %	5,5 %	2,8 %	1,7 %	1 %	0,6 %
2015	Occurrence (%)	18,4 %	5,2 %	2,1 %	1,2 %	0,7 %	0,4 %
2016	Occurrence (%)	18,4 %	5,3 %	2,3 %	1,5 %	1,1 %	0,7 %
2017	Occurrence (%)	19,7 %	7 %	3,1 %	1,8 %	1 %	0,5 %
2018	Occurrence (%)	22,7 %	9 %	5,1 %	3 %	1,7 %	1 %
2019	**Occurrence (%)**	**22,4 %**	**8,8 %**	**4,4 %**	**2,8 %**	**1,7 %**	**1 %**

Source : ANFR.

Dans 1 % des cas, le niveau de champ mesuré est supérieur à 6 V/m, soit le seuil déterminé par l'ANFR pour les points atypiques. L'ANFR a fixé ce seuil d'atypie à 6 V/m en s'appuyant sur les éléments suivants, tel que mentionné dans le document « Recensement des points atypiques » de décembre 2017 :

- l'OMS indique que l'exposition maximale typique induite par les antennes de la téléphonie mobile ou la radiodiffusion est de 0,1 W/m² (soit environ 6 V/m en champ lointain) ;
- ce niveau dépasse substantiellement celui généralement mesuré à l'échelle nationale (cf. *infra*) ;
- par ailleurs, la valeur de 6 V/m est mentionnée également dans la norme NF EN 50492.

Les tableaux suivants présentent de manière plus détaillée la distribution des niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques en fonction des contextes (urbains, rural, intérieur, extérieur).

Tableau 9 : Quantiles des niveaux d'exposition mesurés en France depuis 2014

	Nombre de mesures						50 % (médiane)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Rural	472 16%	421 12 %	364 12%	425 16 %	578 19%	526 17%	0,26* V/m	0,23* V/m	0,24* V/m	0,25* V/m	0,23* V/m	0,22* V/m
Urbain	2483 84%	3154 88 %	2629 88%	2166 84 %	2490 81%	2494 83%	0,43 V/m	0,40 V/m	0,41 V/m	0,40 V/m	0,48 V/m	0,45 V/m
Intérieur	1797 61%	2387 67 %	2046 67%	1666 64%	1952 64%	2059 68%	0,31* V/m	0,36* V/m	0,30* V/m	0,31* V/m	0,33* V/m	0,38 V/m
Extérieur	1158 39%	1190 33 %	947 33%	914 36%	1116 36%	961 32%	0,53 V/m	0,56 V/m	0,56 V/m	0,52 V/m	0,62 V/m	0,56 V/m
Total	**2955**	**3577**	**2993**	**2591**	**3068**	**3020**	**0,38 V/m**	**0,36* V/m**	**0,38 V/m**	**0,36* V/m**	**0,4 V/m**	**0,38 V/m**

	90 %						99 %						Max					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Rural	0,77 V/m	0,86 V/m	0,90 V/m	0,95 V/m	0,83 V/m	0,86 V/m	2,5 V/m	3,2 V/m	2,8 V/m	2,7 V/m	3,2 V/m	3,1 V/m	10,2 V/m	19,4 V/m	9,6 V/m	3,9 V/m	9,5 V/m	4,7 V/m
Urbain	1,5 V/m	1,5 V/m	1,5 V/m	1,7 V/m	2,1 V/m	2,0 V/m	5,5 V/m	4,5 V/m	5,6 V/m	5,2 V/m	6,4 V/m	6,1 V/m	15,7 V/m	26,8 V/m	25,4 V/m	11,2 V/m	23,1 V/m	28,6 V/m
Intérieur	1,3 V/m	1,3 V/m	1,2 V/m	1,3 V/m	1,7 V/m	1,5 V/m	4,7 V/m	3,6 V/m	4,1 V/m	4,9 V/m	5,7 V/m	5,2 V/m	10,4 V/m	8,1 V/m	11,2 V/m	10,5 V/m	23,1 V/m	28,6 V/m
Extérieur	1,6 V/m	1,5 V/m	1,9 V/m	1,9 V/m	2,0 V/m	2,4 V/m	5,6 V/m	5,7 V/m	6,3 V/m	4,9 V/m	6,3 V/m	6,2 V/m	15,7 V/m	26,8 V/m	25,4 V/m	11,2 V/m	14,5 V/m	14,4 V/m
Total	**1,4 V/m**	**1,5 V/m**	**1,4 V/m**	**1,6 V/m**	**1,8 V/m**	**1,8 V/m**	**5 V/m**	**4,5 V/m**	**5,5 V/m**	**4,9 V/m**	**6,1 V/m**	**5,9 V/m**	**15,7 V/m**	**26,8 V/m**	**25,4 V/m**	**11,2 V/m**	**23,1 V/m**	**28,6 V/m**

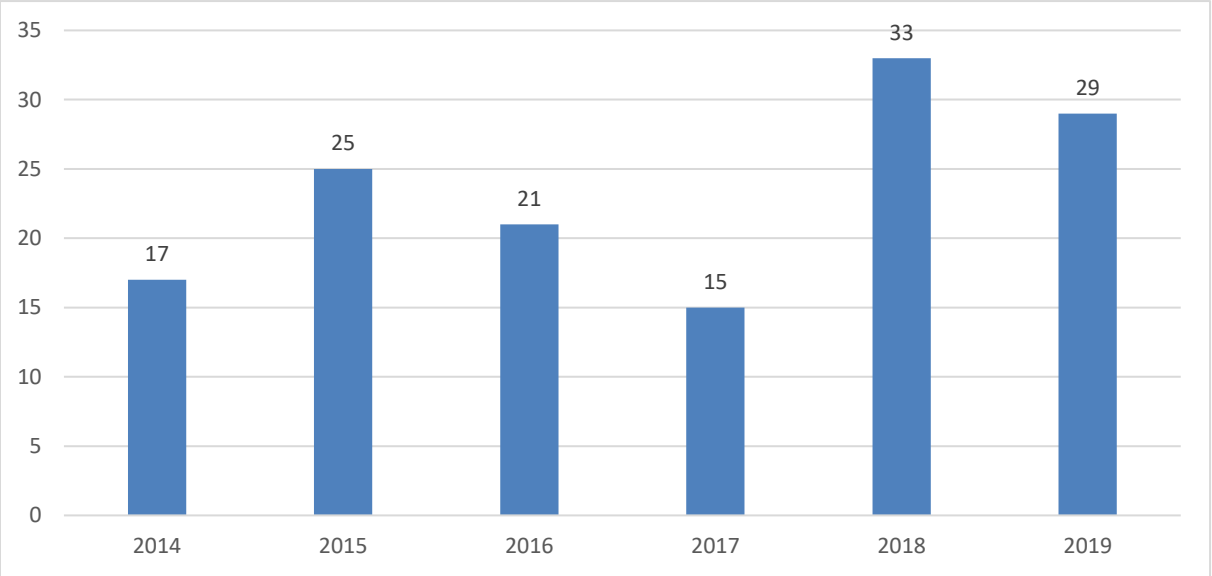
Source : ANFR.

Ce tableau montre un premier résultat qui peut être contre-intuitif : en effet, l'exposition ne croit pas significativement avec l'évolution technologique, alors que celle-ci conduit à ajouter de nouvelles bandes de fréquences, donc mécaniquement une exposition supplémentaire. Entre 2014 et 2019, la médiane du niveau d'exposition est stable, autour de 0,4 V/m. L'exposition reste à des niveaux faibles pour le quantile à 90 % et proche du seuil d'attention pour le quantile à 99 %.

3.2.2. Moins de 1 % des mesures d'exposition effectuées par l'ANFR dépassent le niveau retenu pour les points atypiques

Parmi les 3 820 mesures effectuées sur la période du 1er janvier 2019 au 31 décembre 2019, l'ANFR a identifié 29 points atypiques, représentant 0,8 % des mesures effectuées[65].

Graphique 7 : Évolution du nombre de points atypiques 2014-2019



Source : ANFR.

La moyenne annuelle sur la période 2014-2019 s'établit à 23 points atypiques, avec une progression plus marquée sur les deux dernières années, potentiellement liée à la montée en charge du réseau 4G.

La grande majorité des points atypiques sont résorbés, avec un taux de résolution de 80 % en 2017 et une tendance similaire en 2018. La résorption de ces points prend néanmoins parfois plusieurs mois et peut nécessiter plusieurs tentatives.

Il n'existe pas d'action-type permettant la résorption d'un point atypique. Les différentes actions mises en place par les exploitants sur saisine de l'ANFR montrent que chaque cas est unique et nécessite une étude approfondie pour apporter une solution, combinant une ou plusieurs modalités :

- réduction de la puissance d'émission ;
- ré-azimutage du faisceau de l'antenne ;
- déplacement d'une antenne ;
- extinction d'une technologie ou d'un secteur ;
- modifications multiples (par exemple : réduction de puissance et ré-azimutage, …).

La gestion des points atypiques est donc indépendante des technologies déployées. La 5G a vocation à s'inscrire dans ce dispositif.

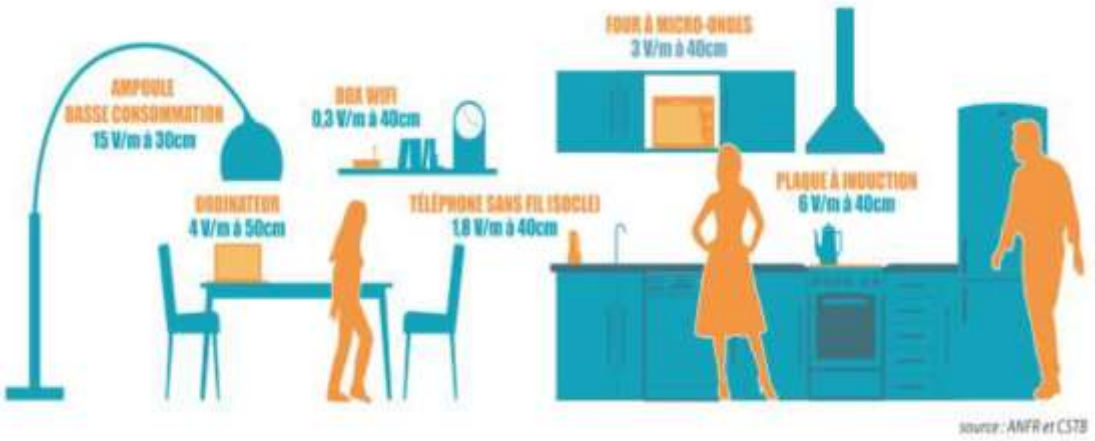
On peut raisonnablement estimer que l'introduction de la 5G dans la bande 3,5 GHz pourrait contribuer mécaniquement à une augmentation des points atypiques, comme l'a reconnu l'ANFR et comme l'ont mentionné les associations rencontrées par la mission. Ce point devra faire l'objet d'une vigilance particulière.

[65] Pour mémoire, les mesures financées par l'ANFR sont demandées par des particuliers, collectivités et organismes habilités, ce qui peut induire un biais sur le caractère supposément représentatif de l'échantillon retenu.

3.2.3. Il est complexe de mesurer l'exposition liée aux usages, qui représentent pourtant la part prépondérante de l'exposition

L'environnement domestique contient de nombreux objets qui rayonnent et exposent donc le public aux ondes électromagnétiques.

Diagramme 1 : Sources de rayonnement au sein d'un foyer



Source : Rapport ANSES 2013.

Dès le rapport sur la téléphonie mobile remis à la direction générale de la santé (DGS) en 2001, il était relevé que, si le niveau d'exposition du public provient pour partie des antennes-relais de téléphonie mobile, c'est l'usage du téléphone mobile et des autres terminaux (tablettes, …), s'ajoutant aux autres sources domestiques montrées *supra*, qui expose le plus les individus[66].

En effet, lorsqu'une personne se sert d'un téléphone mobile, elle expose sa tête ou sa main à du rayonnement non ionisant de haute fréquence, dans la mesure où elle colle l'appareil contre son oreille pour téléphoner ou le tient dans sa main en utilisant des prestations de l'Internet mobile.

Encadré 4 : Déterminants de l'exposition du public aux radiofréquences émises par un téléphone mobile

L'exposition liée à des terminaux (par exemple, téléphone mobile, ordinateur portable, tablette ou téléphone sans fil) dépend de plusieurs facteurs :

- la durée d'utilisation : le rayonnement se produit en particulier lorsque l'appareil émet. Lorsque l'appareil est en mode veille ou reçoit des données, l'exposition est faible ;
- la distance entre l'appareil et le corps : l'exposition diminue rapidement quand la distance s'accroît. Pour ce faire, on peut notamment utiliser, dans le cas des téléphones mobiles, des kits mains-libres (casques) et ainsi réduire l'exposition jusqu'à un facteur 100 ;
- la puissance d'émission : l'exposition est d'autant plus forte que la puissance d'émission est élevée.

La puissance d'émission dépend à son tour de plusieurs facteurs :

- les « propriétés d'émission » de l'appareil (DAS) ;
- la technologie de téléphonie mobile : l'exposition est considérablement plus faible lorsqu'un usager téléphone à l'aide des technologies 3G et 4G, plus récentes, par rapport à l'ancienne technologie 2G ;

[66] Zmirou, D et *al.* « *Les téléphones mobiles, leurs stations de base et la santé : état des connaissances et recommandations, Rapport au Directeur Général de la Santé, Etat des connaissances et recommandations* », janvier 2001.

- la qualité de la connexion : plus cette qualité est élevée, plus il sera « facile » pour le signal d'atteindre une station de base ou un point d'accès ; aussi, plus la distance entre l'appareil et la station de base est courte, moins l'appareil nécessite de puissance d'émission.

Les terminaux régulent leur puissance. Les puissances d'émission diffèrent donc considérablement en fonction de la qualité et du type de réseau.

Elle est également régulée en fonction de la distance à l'antenne relais et des conditions de réception. Elle diminue par paliers après la connexion où elle est à son maximum. Elle augmente si l'utilisateur se déplace, du fait de la prise de relais successifs par plusieurs stations, et si la conversation de déroule dans un lieu de réception médiocre.

La puissance d'émission d'un téléphone mobile est très inférieure à celle d'une antenne relais. Dans les conditions habituelles, elle est de l'ordre de 0,2 W alors que la puissance d'une antenne relais est de l'ordre de quelques dizaines de Watts (habituellement en ville de l'ordre de 30 à 35 W). Mais la proximité du téléphone par rapport à l'oreille a pour effet une exposition de la tête aux ondes radiofréquences beaucoup plus importante (d'un facteur 100 à 1 000) que celle reçue d'une antenne même située à proximité.

Source : Rapport « Téléphonie mobile et rayonnement » publié le 18 novembre 2019 par le groupe de travail éponyme, constitué sur mandat du DETEC (Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication), Suisse.

La comparaison de l'exposition liée aux stations de base (antennes parfois également dénommées « macro-cellules ») d'une part, et aux terminaux d'autre part, est reprise dans le tableau suivant.

Tableau 10 : Comparaison des expositions liées aux antennes et aux terminaux

Station de base (antenne)	Terminal
Émetteur puissant	Émetteur faible
Plus grande distance avec les personnes	Grande, voire très grande proximité avec le corps (selon l'utilisation)
Exposition homogène de tout le corps	Exposition locale d'une partie du corps
Faible puissance absorbée	Forte puissance absorbée
Exposition permanente pour la 2G, 3G et 4G, mais variable au cours de la journée (selon l'utilisation)	Rayonnement uniquement s'il y a connexion (appels ou transmission de données)
Emission de rayonnement à grande échelle, exposant toutes les personnes dans les environs (ne s'applique pas aux antennes adaptatives)	Exposition de l'usager principalement et des personnes se trouvant à proximité

Source : Rapport « Téléphonie mobile et rayonnement », publié le 18 novembre 2019par le groupe de travail éponyme, constitué sur mandat du DETEC (Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication) Suisse.

Pour un champ électrique ambiant de 6 V/m, la puissance rayonnée reçue est de 0,1 W/m^2, ce qui est 100 fois moins que la valeur de référence 10 W/m^2 de l'ICNIRP pour le grand public, qui est elle-même cohérente avec les valeurs DAS maximales tolérées pour les appareils portables.

Ainsi, en condition normale, l'exposition due aux antennes est en moyenne très inférieure à l'exposition maximale due à un portable (par exemple utilisé à l'oreille). Les estimations disponibles, qui diffèrent sans doute par leur hypothèse de champ ambiant dû aux antennes, vont d'un facteur 10 à 100 (voire 10 000).

Si cette constatation ne fait pas disparaître les inquiétudes liées aux antennes, dont le rayonnement n'est pas maîtrisé par l'utilisateur, alors qu'à l'inverse ce dernier choisit d'utiliser ou non son téléphone, il n'en demeure pas moins que l'usage de la téléphonie mobile est, dans la plupart des cas, de loin le principal contributeur (en pourcentage des mesures, comme évoqué *supra*) à l'exposition.

3.3. Estimer l'évolution des niveaux d'exposition en France du fait de l'arrivée de la 5G s'avère ardu

Outre l'identification des facteurs clés de déploiement de la 5G, la mission a eu connaissance de premiers éléments de mesures de l'ANFR et de deux mesures effectuées à l'étranger.

A partir de ces éléments la mission a essayé de dégager des tendances.

3.3.1. Quatre facteurs clés sont à prendre en compte, notamment le passage d'antennes passives à des antennes actives

Les éléments clés de la 5G en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques par rapport aux technologies précédentes sont :

- les nouvelles bandes de fréquences plus larges avec une puissance émise plus importante (typiquement 40 W étalés sur 20 MHz en 4G, 200 W étalés sur 100 MHz en 5G) ;
- les antennes à faisceaux orientables vers les utilisateurs, donc avec des faisceaux plus fins qui exposent moins les utilisateurs inactifs, contrairement aux antennes actuelles ;
- une exposition alternée (mode TDD : lorsque le terminal émet la station de base est muette) ;
- les modifications des usages[67], dans un contexte de fort accroissement du trafic.

La combinatoire de ces quatre paramètres conduit naturellement à de multiples scénarios, dont aucun ne saurait être qualifié de scénario de référence.

L'optimisation permise par l'utilisation d'antennes actives (parfois appelées « antennes directionnelles ») accroît la variabilité dans le temps et l'espace du signal radio émis vers l'utilisateur par rapport à une antenne classique.

La différence fondamentale entre les antennes actives et passives réside dans le rayonnement.

Une antenne passive émet de façon homogène et constante sur les azimuts en minimisant les rayonnements vers le ciel ou vers le sol à l'aplomb de l'antenne. La couverture peut être schématisée comme une portion de disque, plus ou moins large, inclinée vers le sol. Les antennes de téléphonie mobile émettent en général sur un secteur horizontal de 120 degrés et on peut donc en joindre trois pour couvrir toutes les directions. La puissance globale rayonnée par l'antenne est distribuée sur l'ensemble du secteur. Par ce biais, tous les utilisateurs qui sont dans son secteur peuvent communiquer avec la station de base, mais la puissance reçue par chacun d'entre eux est limitée.

Dans le cas des antennes actives, seule la direction où se situe l'utilisateur est visée, il n'y a plus d'émission constante dans le temps sur tous les azimuts, mais uniquement autour de l'azimut où se situe le bénéficiaire[68].

---

[67] Par exemple, selon le baromètre du Numérique publié par l'ARCEP, le CGE et l'Agence du numérique (Equipements et usages édition 2019 - Chiffres au 30 juin 2019), 51 % des Français se connectent à Internet de préférence avec leur téléphone portable, soit +4 points en un an, et 31% avec leur ordinateur (-4 points en un an).

[68] Dans le rapport de l'ANFR *« Evaluation de l'exposition du public aux ondes électromagnétiques 5G - Volet 2 : premiers résultats de mesures sur les pilotes 5G dans la bande 3400-3800 MHz »,* daté d'avril 2020, la largeur du faisceau à 150 m de l'antenne est de l'ordre de 10 mètres de part et d'autre de l'azimut, mais l'exposition peut augmenter en raison de réflexions par exemple.

Trois avantages sont attendus de la mise en place des antennes actives à l'occasion[69] du passage à la 5G :

- leur faible épaisseur, rendant ces antennes planaires (elles peuvent être installées sur n'importe quel type de surface) ;
- un rayonnement variable dans chaque direction (au cours du temps) du fait de la rapidité de balayage (électronique) du faisceau ;
- leur grande directivité (directement proportionnelle au nombre d'éléments composant le panneau d'antennes) vers les utilisateurs actifs.

Encadré 5 : Brève description du *design* d'une antenne

En termes de design industriel, les antennes couramment utilisées pour les réseaux 2G, 3G et 4G sont des empilements verticaux de dipôles élémentaires d'environ 16,6 cm pour la bande 900 MHz[70]. Les antennes 5G pour les bandes de fréquences déjà attribuées à la téléphonie mobile seront généralement semblables aux antennes existantes.

En revanche, l'utilisation de bandes de fréquences plus hautes permet de construire des dipôles élémentaires de plus petites tailles, de l'ordre de 5 cm dans la bande 3400–3800 MHz (longueur d'onde médiane d'environ 9 cm) et de l'ordre de 0,5 cm dans la bande 26 GHz (longueur d'onde médiane d'environ 1,2 cm).

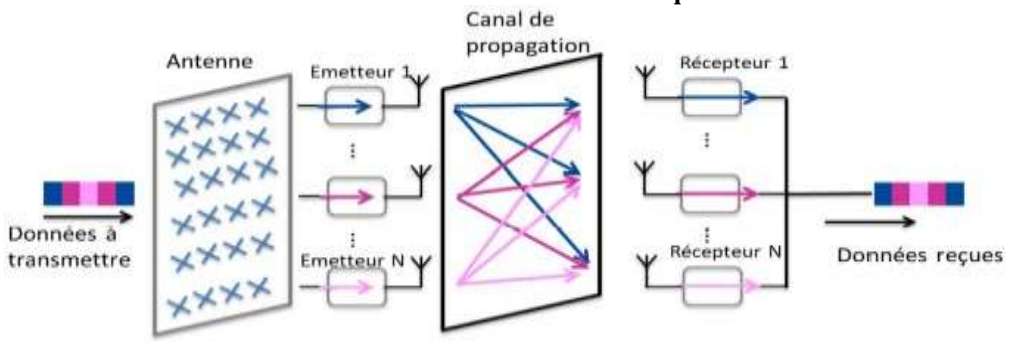
Les antennes 5G dans ces bandes de fréquences sont des matrices à deux dimensions comportant un grand nombre de dipôles élémentaires, tout en gardant une taille et un poids raisonnablement gérable, permettant de bénéficier de plusieurs émetteurs/récepteurs. Un émetteur/récepteur peut être, soit une antenne élémentaire, soit un regroupement d'antennes élémentaires.

Par exemple, une antenne 5G distribuant une puissance RF de 200 W peut être constituée de 192 éléments rayonnants organisés sur huit colonnes, 12 lignes et deux polarisations croisées pour former 64 émetteurs/récepteurs (64T64R) en regroupant verticalement par trois les éléments rayonnants.

Source : ANFR

Par ailleurs, les antennes actives permettent de mettre en œuvre des techniques bien connues de « MIMO » (un routeur *wi-fi* domestique utilise du MIMO 2x2 ou 4x4 et du *beamforming*[71]), mais de façon massive et un contrôle beaucoup plus fin du rayonnement global de l'antenne. L'effet « MIMO » permet de profiter de la diversité spatiale du canal de propagation en envoyant plusieurs flux simultanés vers un terminal, ce qui accroît le débit, comme le montre l'illustration suivante.

Illustration 2 : Illustration de la technique « MIMO »



Source : ANFR.

[69] Il convient de préciser que cette technologie d'antennes n'est pas directement corrélée à la 5G. Autrement dit, des antennes actives pourraient être utilisées pour de la 4G.

[70] De manière générale, la longueur d'onde l (en mètres) associée à une fréquence f (en Hz, qui sont des inverses de seconde) est l=c/f, c étant la vitesse de la lumière, environ 299 722 458 mètres par seconde

[71] Ou formation de faisceau ou filtrage spatial : technique permettant de focaliser un faisceau

Les antennes mMIMO (pour « *massive MIMO »),* qui seront déployées dans le cadre de la 5G, permettent également d'optimiser la focalisation du rayonnement dans un faisceau plus fin vers un utilisateur.

Les conséquences attendues sont :

- un niveau d'exposition moindre en dehors des faisceaux ;
- un niveau d'exposition instantané plus grand dans le faisceau ;
- une durée d'exposition plus faible pour ce qui est de la consultation de données, due à la capacité de transmettre un volume très important de ces données dans un temps très court.

3.3.2. De premiers éléments d'évaluation en vraie grandeur sont d'ores et déjà disponibles

3.3.2.1. L'ANFR a effectué des mesures sur différents sites 5G expérimentaux

Quarante-trois sites pilotes ont fait l'objet de mesures sans trafic. Le niveau moyen mesuré est de 0,06 V/m et le niveau maximum de 0,36 V/m.

Des mesures complémentaires ont été conduite sur six sites, avec des dispositifs de simulation de trafic - faisceau bloqué à pleine charge (qui donne un majorant de l'exposition) et avec un trafic de test plus représentatif (téléchargement de fichiers dans une direction donnée). Les résultats de ces mesures figurent dans le tableau *infra*.

Tableau 11 : Exposition des usagers dans le cadre de simulations effectuées par l'ANFR sur des sites disposant d'antennes 5G

Ville	Constructeur	Opérateur	Niveau de champ électrique sans trafic	Niveau de champ électrique maximal lorsque l'antenne émet en continu à pleine charge dans une direction donnée	Niveau de champ électrique reçu lors de l'envoi d'un fichier de 1 Go dans une direction donnée
Mérignac	Huawei	Bouygues Telecom	0,1–0,2 V/m	9 V/m	1,1 V/m
Châtillon	Huawei	Orange	0,01–0,2 V/m	0,65 V/m	--
Toulouse	Huawei	SFR	0,1–0,2 V/m	8,3 V/m	0,8 V/m
Douai	Ericsson	Orange	0,1 V/m	1,4 V/m	--
Nozay	Nokia	Nokia	0,05–0,6 V/m	6 V/m	1,6 V/m
Pau	Huawei	Orange	0,01–0,1 V/m	1,8 V/m	--

Source : ANFR.

La dispersion des valeurs en pleine charge s'explique à la fois par la directivité des antennes utilisées et les conditions environnementales, le cas de Toulouse et de Mérignac résultant probablement de réflexions créant des combinaisons de champ pouvant s'additionner ou se soustraire. Même dans ce cas, les niveaux sont significativement inférieurs aux normes ICNIRP.

Tableau 12 : Niveaux de champ moyen mesurés sur 6 minutes à proximité d'un terminal téléchargeant des fichiers de différentes tailles sur le site Huawei Bouygues Telecom à Mérignac[72]

Durée du téléchargement	Taille du fichier	E moyen sur 6 minutes
Pas de téléchargement	0 Mo	0,2 V/m
2 s	150 Mo	0,5 V/m
7 s	500 Mo	0,8 V/m
15 s	1 Go	1,1 V/m
150 s	10 Go	3,9 V/m
Infini	Infini	6,5 V/m

Source : ANFR.

Ces mesures ont conduit l'ANFR à proposer un nouvel indicateur d'exposition lié à l'usage prévisible de la 5G - un envoi dans une direction donnée d'un gigaoctet de données toutes les six minutes. Avec une hypothèse d'un débit moyen de 500 Mbps, l'antenne n'aura besoin d'émettre dans la direction donnée qu'environ 15 secondes sur les six minutes (environ 4 % du temps).

Cet indicateur, qui devra être affiné à partir de mesures futures sur des réseaux commerciaux, permet un calcul de l'exposition représentative des conditions réelles dans les simulations, en appliquant un facteur de réduction par rapport à la puissance maximale théorique des antennes.

Les niveaux de champ calculés à 100 mètres d'une antenne 5G découlant de l'application de l'indicateur apparaissent comparables à ceux constatés à la même distance d'une antenne 4G et cohérents avec les mesures expérimentales sur sites pilotes.

Tableau 13 : Comparaison des niveaux de champ calculés à 100 mètres d'une antenne 5G et d'une antenne 4G

4G	Actuelle	Future
Puissance maximale	60 W	160 W
Gain maximal de l'antenne	18 dBi	18 dBi
Atténuation sur 6 minutes	- 4 dB	- 4 dB
Vitrage	- 2 dB	- 2 dB
Champ E estimé à 100 m	**1,7 V/m**	**2,8 V/m**

5G	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Puissance	80 W	200 W
Gain	24 dBi	24 dBi
Atténuation sur 6 minutes	- 13,5 dB	- 13,5 dB
Vitrage	- 2 dB	- 2 dB
TDD	- 1,25 dB	- 1,25 dB
Champ E estimé à 100 m	**1,1 V/m**	**1,8 V/m**

Source : ANFR.

3.3.2.2. L'ANFR a également effectué des mesures, par capteurs fixes, sur six sites déployés en 5G, qui montrent des niveaux de champ faibles

Des sondes large bande fixes (80 MHz-6 GHz) effectuant des mesures de six minutes toutes les deux heures ont été installées sur trois sites à Nantes et trois sites à Marseille, villes où sont déployés des pilotes 5G. Les trois mois de mesure de champ, toutes sources confondues et sans simulation de trafic, entre mars et mai 2020 montrent des niveaux de champ faibles.

[72] Le cas infini correspond à une transmission en continu de données à pleine charge de l'antenne vers l'équipement.

Pour une série de mesures effectuées dans le centre-ville de Marseille sur un total de dix jours, il apparaît que le point le plus haut se situe en dessous d'1,4 V/m soit une valeur inférieure au seul d'atypicité (6 V/m).

3.3.2.3. Des mesures ont été effectuées sur des réseaux commerciaux déjà déployés à l'étranger

3.3.2.3.1. Le régulateur britannique OFCOM a conduit début 2020 une campagne de mesures sur 22 sites dans dix villes où la 5G est déployée

Les conclusions sont cohérentes avec les mesures de l'ANFR par capteur fixes et les mesures effectuées sur sites pilotes. Les niveaux de champ 5G sont au maximum de 1,5 % des seuils ICNIRP soit environ 1 V/m[73].

3.3.2.3.2. Des mesures ont été effectuées sur les réseaux coréens par le ministère coréen des sciences et de technologies de l'information

Une première étude a été menée de mai 2019 à novembre 2019 au cours de laquelle le MSIT a mesuré l'intensité du champ électromagnétique dans des écoles primaires/maternelles (542 mesures), dans les infrastructures publiques (parcs, aéroports, gare ferroviaires, etc., pour un total de 409 mesures) et dans les quartiers très fréquentés de Séoul (10 zones ou quartiers regroupant 128 stations de base 5G, l'étude ne précisant toutefois pas s'il s'agit d'antennes directionnelles ou non). L'étude montre que les valeurs mesurées sont toujours inférieures à 2 % de la norme, soit environ 1,2 V/m.

Une seconde étude menée par le MSIT de novembre 2019 à mars 2020 a mesuré l'intensité du champ électromagnétique aux alentours de nombreuses antennes 5G en Corée (une fois encore, l'étude ne précise pas s'il s'agit d'antennes directionnelles ou non). Les résultats montrent que l'intensité du champ électromagnétique au voisinage de ces antennes ne dépasse pas 6,2 % de la valeur de la norme, soit environ 3,8 V/m.

3.3.2.3.3. Des mesures ont été effectuées par un équipementier sur le réseau commercial de l'opérateur australien TELSTRA

L'équipementier Ericsson a conduit des mesures exhaustives d'exposition sur le réseau commercial 5G de l'opérateur australien TELSTRA, qui ont fait l'objet d'une publication en juillet 2020[74].

Ces mesures visaient à quantifier la distribution de puissance sur les différents faisceaux.

Les conclusions de plus de 13 millions de mesures sur 24h pour 25 stations de base actives, montrent des niveaux mesurés d'exposition significativement plus faibles que les niveaux théoriques maximum où on considère que chaque faisceau émet à la puissance maximale (de l'ordre de 80 % des seuils ICNIRP).

Les résultats se fondant sur les modèles statistiques et les simulations numériques prédisent que dans 95 % des cas, le niveau d'exposition sera inférieur à 15 % du maximum autorisé de 61 V/m, soit environ 9 V/m.

---

[73] Résultats disponibles à l'adresse https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0015/190005/emf-test-summary.pdf

[74] Résultats disponibles à l'adresse https://www.mdpi.com/2076-3417/10/15/5280

Ces résultats sont cohérents avec les simulations et mesures effectuées sur des réseaux 4G LTE Advanced commerciaux en Australie, fonctionnant en TDD et utilisant des antennes MIMO.

Ces premières données, dont les résultats restent à affiner, semblent indiquer une tendance à la modération des expositions moyennes.

3.3.3. Les premières données montrent une évolution modérée des expositions, y compris en phase d'utilisation commerciale

L'ouverture de la bande de fréquences à 3,5 GHz va, à court terme, augmenter significativement la capacité des réseaux mobiles en zone urbaine dense afin de répondre à la croissance de la demande des utilisateurs (ajout de 320 MHz de spectre en 3,5 GHz aux 600 MHz de patrimoine spectral des quatre opérateurs de télécommunications du marché national). L'ouverture de cette nouvelle bande de fréquences se fait, comme par le passé, avec l'introduction d'une nouvelle technologie radio, plus efficace que ses prédécesseurs.

Les solutions pour accroitre la capacité d'un réseau mobile sont en effet de deux types :

- ajout de bandes de fréquence supplémentaires ;
- augmentation du rapport signal sur bruit (donc par augmentation de la puissance du signal, la puissance du bruit ne pouvant être contrôlée) qui conditionne le débit et la portée d'un canal de communication (cf. formule de Shannon-Hartley *supra*), cette augmentation pouvant se faire en densifiant le réseau d'antennes (en se rapprochant de l'utilisateur, on améliore le rapport signal sur bruit), ou en augmentant la puissance d'émission des stations de base du réseau.

Plusieurs scénarii contrastés d'évolution des réseaux mobiles actuels, avec ou sans 5G, sont donc envisageables pour répondre à la croissance de la demande.

Le scénario de densification importante des réseaux d'antennes en zone urbaine dense, à la fois pour des raisons économiques, d'acceptabilité sociale et de difficultés opérationnelles notamment liées à la rareté du foncier nécessaire au déploiement de nouvelles antennes, semble peu probable. On peut alors définir différentes trajectoires d'évolution en fonction du mix 4G/5G sur le patrimoine de sites et de spectre existant et du rythme de déploiement de la bande 3.5GHz.

Cela fait l'objet d'une simulation conjointe de l'ANFR et du CSTB[75] sur le périmètre du 14e arrondissement de Paris, qui compare plusieurs scénarios d'augmentation de la capacité du réseau, scénarios qui seront complétés dans les semaines à venir.

Par construction, l'ajout d'une nouvelle bande de fréquences ou l'augmentation des puissances d'émission se traduit mécaniquement par une augmentation de l'exposition. L'intérêt de ces simulations est d'en quantifier les niveaux et d'en donner un majorant raisonnable.

[75] https://www.anfr.fr/rapport-paris14-V1/

L'étude compare une simulation de l'état initial du réseau[76] avec trois scénarii d'évolution :

- un scénario « 4G optimisée »[77] ;
- un scénario partiel « 5G seule » en bande 3,5 GHz[78] ;
- un scénario « Majorant 5G » regroupant les deux scénarios précédents.

Comme l'indique l'ANFR dans son rapport sur Paris 14e, ce dernier scénario est construit en combinant les scénarios « 4G optimisée » et « 5G seule ». Comme le souligne l'ANFR, « *Cette construction théorique ne sera sans doute jamais mise en œuvre, car le déploiement de la 5G ne permettra pas d'aller au terme de l'optimisation de la 4G. Néanmoins, elle permet de disposer d'un majorant de l'exposition (scénario « Majorant 5G »), puisque la puissance réelle ne devrait jamais dépasser cette enveloppe* ».

Le tableau suivant synthétise les résultats de la simulation.

Tableau 14 : Comparaison des niveaux médians et moyens de champ électrique dans les différents scénarios de téléphone mobile (simulation Paris 14ème arrondissement)

Scénario	Localisation	Niveau médian (V/m)	Niveau moyen (V/m)	1 % des points calculés sont supérieurs à (V/m)
Etat initial	Calculs au-dessus du sol	0,60	0,80	2,9
	Calcul devant les façades (extérieur)	0,80	1,10	5,2
	Calcul derrière les façades (intérieur)	0,40	0,60	3,1
« 4G optimisée »	Calculs au-dessus du sol	1,00	1,30	4,8
	Calcul devant les façades (extérieur)	1,30	1,80	8,6
	Calcul derrière les façades (intérieur)	0,60	1,00	5,2
« 5G seule »	Calcul devant les façades (extérieur)	-	1,36	1,1
	Calcul derrière les façades (intérieur)	-	0,76	0,2
« Majorant 5G »	Calculs au-dessus du sol	1,50	1,70	5,6
	Calcul devant les façades (extérieur)	1,80	2,30	10,4
	Calcul derrière les façades (intérieur)	0,9	1,30	6,3

Source : ANFR et CSTB, septembre 2020.

Les chiffres montrent des niveaux moyens en augmentation relative assez significative, mais qui demeurent faibles en valeur absolue, ainsi que, sans surprise, une augmentation du nombre de point atypiques.

Ces premiers scénarios devront être précisés sur la base d'hypothèses plus proches des conditions réelles d'exploitation commerciale à venir.

L'ensemble des éléments disponibles à ce jour permettent raisonnablement d'estimer que l'introduction de la 5G en bande 3,5 GHz avec antennes actives ne générera pas de ruptures en matière d'exposition dans les zones urbaines où elle sera majoritairement déployée, par rapport aux tendances passées observées. On peut s'attendre raisonnablement à des augmentations moyennes de niveau de champ de l'ordre de grandeur de 1 à 2 V/m lié à la bande 3,5 GHz pour un niveau total toujours très faible par rapport aux seuils ICNIRP, avec une probable augmentation des points atypiques, qui requerra une attention particulière des opérateurs dans l'ingénierie radio de leurs réseaux.

[76] Le scénario « état initial » est basé sur un état de référence, les données ont été fournies en décembre 2017 par les opérateurs.

[77] Ce scénario est bâti sur une hypothèse d'évolution de déploiement des émetteurs 2G, 3G et 4G, et correspond au déploiement futur de la 4G sur toutes les stations existantes et sur toutes les bandes de fréquences actuelles excepté sur la bande 900 MHz qui héberge la 2G et la 3G.

[78] Ce scénario partiel a ensuite modélisé l'exposition produite par la mise en service de la 5G dans la bande des 3,5 GHz en ayant recours à des antennes actives.

Les premiers éléments dont dispose la mission tendent donc à montrer une évolution modérée de l'exposition lors du déploiement initial de la 5G. Cependant il peut être utile, au cas où ces prévisions seraient à amender, de prévoir un mécanisme d'adaptation aux nouvelles données recueillies. Le dispositif de surveillance et de suivi d'exposition devra alors s'adapter en fonction du déploiement de la 5G, de l'évolution des connaissances et de l'acquisition de nouvelles données en situation réelle, si l'évolution de l'exposition devait différer sensiblement des estimations.

Pour sa part, la bande de 26 GHz requerra des études complémentaires et des mesures spécifiques qu'il convient d'ores et déjà d'anticiper.

4. À ce jour, les agences sanitaires qui se sont prononcées, tout en appelant à poursuivre les recherches, considèrent les effets sanitaires de la 5G, comme des autres radiofréquences déjà utilisées, non avérés en-deçà des valeurs limites d'exposition

L'annexe II présente les différentes notions d'évaluation du niveau de preuve en matière de risque sanitaires.

4.1. Les effets sanitaires des radiofréquences, très étudiés par les agences sanitaires nationales et internationales, sont non avérés à court terme en dessous des valeurs limites d'exposition, et potentiels à long terme

Les risques pour la santé humaine liés aux rayonnements électromagnétiques sont connus de longue date. Il faut distinguer d'emblée ceux liés à la partie haute du spectre des fréquences de rayonnement[79], dits ionisants, de ceux, très éloignés, qui intéressent la téléphonie mobile et appartiennent aux rayonnements non ionisants. Les premiers disposent d'une énergie suffisante qui leur permet de casser les molécules et notamment l'ADN, et sont pour cette raison considérés comme mutagènes et cancérogènes (on retrouve ici les rayonnements radioactifs gamma, X et ultraviolets). Les seconds sont moins énergétiques, et ne sont donc pas *a priori* considérés comme susceptibles d'induire ces effets délétères.

On s'intéressera dans la suite de ce développement aux effets des rayonnements électromagnétiques entre 400 MHz et 100 GHz mobilisés potentiellement pour la téléphonie, objet principal de ce rapport. L'essentiel des effets sanitaires connus aujourd'hui s'applique aux technologies 2G à 4G. La question est de déterminer, au-delà de ces effets, s'il existe des effets propres, additionnels, pour la 5G.

4.1.1. Un nombre considérable d'études nationales et internationales a été publié sur les effets des radiofréquences sur la santé

Les effets des rayonnements non ionisants sur la santé sont un sujet de controverse ancien et récurrent depuis les années 1950 et l'étude de l'impact des radars sur la santé humaine. Les questions se sont renouvelées à chaque innovation technique, comme pour les appareils à micro-ondes ménagers et, depuis les années 1990, les dispositifs de téléphonie 2G à 5G, qu'il s'agisse des antennes émettrices ou des terminaux, notamment les téléphones portables.

[79] Soit une fréquence de 3000 10^{12} Hertz correspondant à une longueur d'onde de l'ordre de 100 nanomètres.

Les connaissances accumulées ces trente dernières années relativement aux effets sur le vivant des radiofréquences sont considérables. La base de données EMF Portal[80], dédiée aux effets des radiofréquences, comporte plus de 28 000 études publiées en anglais ou en allemand dans des revues à comité de lecture, dont 4 600 ont trait spécifiquement à la téléphonie mobile[81]. La production est même croissante : 1 000 articles recensés annuellement au début des années 2010 et plus de 2 000 en 2019.

On citera parmi les études internationales publiées ces dix dernières années, dans l'attente de la mise à jour par l'OMS de sa monographie de 1993, prévue pour l'année 2022 :

- une revue de la littérature réalisée par l'OMS en 2014[82] ;
- le rapport d'expertise de 2015 du comité scientifique des risques sanitaires émergents[83], placé auprès de la Commission européenne[84] ;
- la mise à jour en mars 2020 des recommandations de 1998 de l'ICNIRP et de son annexe B relatives aux effets sanitaires[85].

Par ailleurs, de très nombreuses expertises d'organismes nationaux sont disponibles, tant sur les effets en population générale que thématiques :

- effet suspecté (cancer notamment[86]) ;
- populations particulières (enfants, personnes électrosensibles… : cf. *infra*).

On relèvera également le travail des autorités suédoises qui publient des mises à jour annuelles des connaissances et des recommandations[87].

En France, l'ANSES a produit plus d'un rapport chaque année depuis 2009 sur le thème des ondes électromagnétiques, dont plusieurs expertises sur des thématiques ciblées déjà citées ; sa dernière expertise pour la population générale, toutes fréquences confondues et toutes sources, date de 2013[88].

---

80 https://www.emf-portal.org/en

81 EMF Portal (université d'Aix-la-Chapelle). Extraction par la mission pour la période d'août 1990 à août 2020.

82 L'OMS a lancé fin décembre 2019, un nouvel appel à revue systématique des effets sanitaires potentiels des ondes électromagnétiques sur dix thèmes spécifiques https://www.who.int/peh-emf/research/rf_ehc_page/en/index1.html

83 En anglais, le SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks)

84 SCENIHR, *Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF)*. Luxembourg: SCENIHR; 2015. ; ce rapport actualise une précédente expertise de 2009.

85 ICNIRP, *Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields* (100 KHZ TO 300 GHZ), Heath Phys 118(5): 483–524; 2020.

86 *FDA, Review of Published Literature between 2008 and 2018 of Relevance to Radiofrequency Radiation and Cancer, February 2020*.

87 *Recent Research on EMF and Health Risk, Fourteenth report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields, 2019.*

88 On trouvera en annexe II les expertises collectives conduites en France par l'ANSES ces dix dernières années, en population générale.

4.1.2. Les seuls effets avérés sont des effets thermiques, dits de court terme, liés à l'intensité d'exposition

4.1.2.1. Les effets néfastes à court terme des rayonnements électromagnétiques sont essentiellement thermiques et surviennent à des niveaux d'exposition très supérieurs aux valeurs limites d'expositions

Comme évoqué *supra,* les effets thermiques des rayonnements électromagnétiques sont connus depuis longtemps. Dès 2001, un groupe d'experts mandatés par la direction générale de la santé (DGS) concluait que, s'agissant des effets des rayonnements liés aux radiofréquences, seuls les effets thermiques étaient avérés[89]. Une marge de sécurité d'un facteur 50 aux seuils auxquels s'observent des augmentations de température[90] a été retenue dans les recommandations édictées par l'ICNIRP en 1998, reprises par l'Union européenne en 1999. Ces recommandations ont elles-mêmes servi à la détermination des seuils d'exposition tels que prévus par la réglementation française de 2002 (cf. *supra*).

Aucun effet thermique néfaste chez l'homme n'a été démontré depuis cette date pour les dispositifs de téléphonie soumis à ces réglementations.

S'agissant d'autres effets potentiels de court terme sur la santé[91], l'existence d'effets biologiques, pour des niveaux d'énergie n'occasionnant pas d'accroissement de la température locale, étaient déjà cités dans le rapport de 2001 sans que des impacts sanitaires néfastes n'eussent été démontrés. Cette conclusion n'a pas varié et a été maintenue par l'ANSES dans la mise à jour de ses expertises en 2009 et 2013, ainsi que par les autres agences nationales et internationales (cf. *infra*).

Il existe ainsi un consensus large sur le fait que les valeurs de restriction d'exposition de l'ICNIRP ont été édictées avec une marge suffisamment raisonnable pour protéger des effets de court terme étudiés tant en population générale que chez les travailleurs (cf. *supra*).

4.1.2.2. Les effets de long terme possibles, mais controversés, justifient la poursuite des recherches et de la surveillance

4.1.2.2.1. Les éventuels effets de long terme, difficiles à mettre en évidence, sont à ce stade non avérés

Les effets de long terme éventuels sont plus difficiles à mettre en évidence, et ce d'autant que la nature des expositions varie :

- générations de téléphones portables ;
- sources multiples de rayonnement se combinant entre elles ;
- voire avec d'autres facteurs de risques environnementaux ;
- enfin, et peut-être surtout, densité et modalités des usages.

---

[89] Zmirou, D et *al. Les téléphones mobiles, leurs stations de base et la santé : état des connaissances et recommandations, Rapport au Directeur Général de la Santé, Etat des connaissances et recommandations*, janvier 2001

[90] On trouvera en annexe II les modalités de calcul de ces marges de sécurité.

[91] Par ailleurs, les seuls effets avérés sur la santé humaine, observables à court terme, relèvent non pas des radiofréquences mais de leurs usages dans le cadre de la conduite automobile : ainsi, le téléphone portable est impliqué en France dans environ 10 % des accidents corporels d'après la délégation interministérielle à la prévention routière.

L'enjeu de la mesure de ces expositions cumulées, tout au long de la vie, est au cœur du concept d'exposome introduit dans le code de santé publique en 2016 ; toutefois si l'on dispose de dosimètres individuels pour les rayonnements ionisants, un dispositif équivalent resterait à développer pour les rayonnements non ionisants, qui permettrait de mieux caractériser les expositions individuelles aux sources situées proches du corps, les plus exposantes (en particulier les téléphones mobiles), notamment dans le cadre de recherches.

Dans sa dernière expertise en population générale, en 2013, l'ANSES concluait sur l'absence de de preuves avérées :

- pour les effets non cancérogènes, que ce soit sur :
  - « *le système nerveux central ;*
  - *la fertilité masculine ;*
  - *la tératogénèse ou le développement* in utero *;*
  - *le système immunitaire ;*
  - *le système endocrinien (sur la base d'un nombre limité d'études) ;*
  - *le système cardio-vasculaire, en particulier les paramètres hématologiques, la vasodilatation, le rythme cardiaque et la tension artérielle (sur la base d'un nombre limité d'études) ;*
  - *le bien-être (en population générale) ;*
  - *la santé globale (mortalité toutes causes, sur la base de deux études) ;*
  - *le système oculaire (sur la base d'un nombre limité d'études, toutes analysées dans le rapport AFSSET de 2009)* ».
- S'agissant des effets cancérogènes, le niveau de preuve était également jugé insuffisant pour conclure « *qu'une exposition aux radiofréquences aurait un effet chez l'Homme sur la survenue de :*
  - *gliomes en population générale pour les utilisateurs non intensifs [voir discussion infra] ;*
  - *méningiomes ;*
  - *tumeurs des glandes salivaires ;*
  - *tumeurs (adénomes) de l'hypophyse (sur la base de deux études analysées dans le rapport AFSSET de 2009) ;*
  - *leucémies (sur la base d'un nombre limité d'études) ;*
  - *mélanomes cutanés (sur la base d'un nombre limité d'études) et oculaires ;*
  - *et sur l'incidence et la mortalité par cancer (tous types confondus)* »[92].

4.1.2.2.2. Des débats persistent concernant les effets de long terme

Les équipes effectuant les expertises de la littérature ont développé une méthodologie d'identification et d'analyse de la qualité des travaux publiés afin de s'appuyer sur les données les plus probantes. La démarche d'expertise est présentée en annexe II. Les rapports d'expertise publiés ces dix dernières années, tant par l'ANSES que par les autres agences nationales et internationales, ne relèvent pas d'effets avérés avec un niveau de preuve suffisant pour l'ensemble des effets non thermiques des ondes électromagnétiques en population générale.

[92] ANSES 2013. « *Radiofréquences et santé : mise à jour de l'expertise.* » Avis et rapport de l'Anses. Maisons-Alfort : Anses. 428 p.

Il peut exister des appréciations divergentes sur le niveau de preuve, mais ces différences portent essentiellement sur la nature non-classable ou possible des effets, et non sur leur caractère avéré. Sur ces bases, les agences nationales et internationales convergent toutes autour des mêmes constats d'absence de preuves avérées de risque de long terme.

Pour autant, les travaux scientifiques disponibles ont fait, et continuent à faire, l'objet de contre-expertises, tant d'équipes universitaires que d'associations citoyennes, qui conduisent ces acteurs à préconiser des mesures de gestion plus prudentes[93-94].

Parmi les critiques fréquemment émises figure la composition même de certains comités d'experts, notamment internationaux, qui serait insuffisamment pluridisciplinaire et trop liée à des intérêts industriels[95]. Ces liens conduiraient, selon ces critiques, à un rejet des conclusions des travaux mettant en évidence les risques des ondes électromagnétiques.

Une partie de ces controverses tient aussi aux difficultés méthodologiques propres aux études sur l'impact sanitaire des radiofréquences : signaux faibles, caractère multifactoriel du risque, impacts à long terme, nombreuses études ne répondant pas à des critères rigoureux de qualité scientifique. Elle tient également au degré d'aversion au risque et à l'interprétation donnée au principe de précaution.

L'exemple des débats sur le risque de cancer, notamment du cerveau, partie la plus exposée au rayonnement d'un téléphone placé contre l'oreille, illustre ces analyses divergentes. Les arguments reposent sur trois types d'études complémentaires : expérimentales, écologiques et cas-témoins.

L'avis est partagé au sein des agences sanitaires sur le fait qu'aucun mécanisme explicatif n'a été mis en évidence de manière probante sur le plan expérimental comme susceptible d'induire un cancer, contrairement à ce qui est observé avec les rayonnements ionisants ou avec de nombreuses substances chimiques. Tout au plus, un rôle de promoteur pour un cancer déjà existant est-il discuté[96]. Pour d'autres auteurs, il existe au contraire un nombre élevé de travaux expérimentaux qui démontrent l'existence d'effets biologiques potentiellement délétères survenant au-dessous des seuils d'exposition réglementaires (cf. *supra*).

Les études dites écologiques[97] visent à relier augmentation d'un risque sanitaire (ici un cancer cérébral) et évolution de la présence d'un facteur de risque (ici l'usage du téléphone mobile) dans une même zone géographique. Plusieurs publications ont fait état d'une stabilité des taux d'incidence des tumeurs cérébrales observées à partir de registres des cancers nationaux, comme récemment les autorités suédoises ou finlandaises[98-99].

---

[93] Sage, C., Carpenter D.O., 2012. *BioInitiative Working Group, BioInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Radiation at (www.bioinitiative.org*

[94] International Appeal: Scientists call for Protection from Non-ionizing Electromagnetic Field Exposure, 2015

[95] Hardell L, Carlberg M. *Health risks from radiofrequency radiation, including 5G, should be assessed by experts with no conflicts of interest. Oncol Lett.* 2020;20(4):15. doi:10.3892/ol.2020.11876

[96] *Bundesamt für Strahlenschutz* (*BfS – Federal Office for Radiation Protection*). *Effets biologiques et sanitaires scientifiquement discutés des champs à haute fréquence*. 18 February 2019

[97] Une étude écologique est une étude épidémiologique dans laquelle les critères analysés concernent une population d'une même zone géographique plutôt que des individus.

[98] T Natukka, et al. (2019) *Incidence trends of adult malignant brain tumors in Finland, 1990–2016*, Acta Oncologica, 58:7, 990-996, DOI: 10.1080/0284186X.2019.1603396

[99] Jonas Nilsson et al. *Analysis of trends in brain tumor incidence in Sweden*, Report number: 2019:26 ISSN: 2000-0456

D'autres publications présentent des taux d'incidence croissants comme celle de l'agence Santé publique France (SPF). S'agissant des glioblastomes confirmés histologiquement, le taux annuel d'incidence a crû en France en moyenne de 3,6 % chez l'homme et 3,3 % chez la femme entre 1990 et 2018[100]. L'agence souligne toutefois que de multiples facteurs, autres que la téléphonie mobile, peuvent expliquer ce phénomène et ses causes restent controversées[101]-[102].

Plusieurs études épidémiologiques passées ou en cours se sont attachées à mesurer l'existence et la force de ce lien, comme notamment l'étude la plus citée, appelée INTERPHONE, qui a été menée dans 13 pays sous le pilotage du centre international de recherche contre le cancer (CIRC), agence spécialisée de l'OMS. Elle a concerné principalement les tumeurs de la tête (gliomes, méningiomes, nerf acoustique) et mis en évidence, avec un niveau de preuve limité, un sur-risque de cancer pour les gros utilisateurs : il s'agissait alors d'utilisation d'un téléphone en mode voix plus d'une demi-heure par jour pendant plus de dix ans.

Au regard de cette étude et de certaines études produites à cette période, le CIRC, a classé en 2011 les champs électromagnétiques de radiofréquences (y compris les téléphones sans fil) comme « peut-être cancérogènes pour l'homme » (groupes 2B)[103]. Dans son expertise de 2013, l'ANSES, rejoignant le CIRC, a écarté l'existence d'un sur-risque pour la population générale, sans l'exclure pour les utilisateurs intensifs, car le niveau de preuve y a également été considéré comme limité[104].

La publication d'autres études depuis l'avis du CIRC a conduit à des conclusions divergentes :

- la commission scientifique auprès de la commission européenne a estimé en 2015 que le niveau de preuves en faveur d'un lien possible s'était affaibli avec les nouvelles connaissances[105] ;
- inversement, certains auteurs ont demandé en 2015 une révision du classement, faisant passer les champs électromagnétiques de radiofréquences de la catégorie OMS 2B à la catégorie 2A[106]. Une demande de classement en catégorie 1, celle des agents cancérogènes avérés, est également intervenue en 2018[107].

---

[100] G Defaussez et al. *Estimations nationales de l'incidence et de la mortalité par cancer en France métropolitaine entre 1990 et 2018*/ SPF-FRANCIM-HCL-INCA, juin 2019 volume 1 : tumeurs solides / Système nerveux central, , 308-322

[101] Pouchieu C, et al. *Descriptive epidemiology and risk factors of primary central nervous system tumors: Current knowledge*. Rev Neurol (Paris). Déc 2015.

[102] Vienne-Jumeau A, Tafani C, Ricard D. *Environmental risk factors of primary brain tumors: A review*. Rev Neurol (Paris). 2019;175(10):664-678. doi:10.1016/j.neurol.2019.08.004

[103] La classification du CIRC est subdivisée en cinq groupes :
- Groupe 1 : agent cancérogène (parfois appelé cancérogène avéré ou cancérogène certain) ;
- Groupe 2A : agent probablement cancérogène ;
- Groupe 2B : agent peut être cancérogène (parfois appelé cancérogène possible) ;
- Groupe 3 : agent inclassable quant à sa cancérogénicité ;
- Groupe 4 : agent probablement pas cancérogène.

Début 2020, la liste comportait 1 018 facteurs de risque de cancer classés dont 314 dans la catégorie 2B.

[104] INTERPHONE Study Group, *Brain Tumor Risk in relation to Mobile Telephone Use : Results of the INTERPHONE international case-control study,* Int J Epidemiol., Vol 39(3), pp. 675-94, 2010.

[105] SCENIHR. Ib. Cit 2015.

[106] Morgan, L.L., Miller, A.B., Sasco, A., Davis, D.L., 2015. *Mobile phone radiation causes brain tumors and should be classified as a probable human carcinogen*. Int. J. Oncol.

[107] Anthony B.Miller et al. *Cancer epidemiology update, following the 2011 IARC evaluation of radiofrequency electromagnetic fields* (Monograph 102) Environ Res. 2018 Nov;167 :673-683.

Deux études épidémiologiques internationales d'ampleur sont en cours sur ce thème.

Encadré 6 : Deux études épidémiologiques internationales : MobiKids et Cosmos

Deux études épidémiologiques internationales sont aujourd'hui particulièrement citées comme devant permettre d'avancer dans les connaissances sur les effets de long terme potentiels des radiofréquences :

- La première est l'étude MOBIKIDS, étude rétrospective, avec cas témoins, conduite dans 14 pays dont la France, et qui a pour objectif d'évaluer le risque potentiel de tumeur cérébrale chez l'enfant et l'adolescent lié à l'exposition aux champs électromagnétiques générés par les téléphones mobiles et par d'autres sources d'exposition dans leur environnement. Les sujets ont été inclus au début des années 2010 et les résultats sont attendus en 2020 ;
- La seconde est l'étude internationale COSMOS. Il s'agit d'une étude dite de cohorte, ou prospective, car elle se propose de suivre, pendant 20 à 30 ans, de l'ordre de 300 000 personnes dans six pays européens dont la France. Contrairement aux études précédentes, les expositions au téléphone mobile sont à la fois auto-rapportées et objectivées par les opérateurs. Elle devrait permettre de mieux estimer la survenue d'effets sanitaires (symptômes généraux, sommeil, cancers, maladies cardiovasculaires et enfin santé reproductive). Les premières inclusions des sujets ont débuté entre 2007 et 2017 selon les pays, et les premiers résultats seront rendus dans les 10 à 20 ans à venir.

La réévaluation du classement de 2011 a été identifiée parmi les priorités du CIRC lors d'une consultation réalisée en 2014[108]. L'ANSES envisage également de produire une nouvelle expertise sur cancer et radiofréquences ces prochaines années.

Au total, les éventuels effets de long terme des radiofréquences, difficiles à mettre en évidence, sont à ce stade non avérés pour les agences sanitaires nationales et internationales. Certains effets, peu nombreux, sont toutefois considérés comme possibles par certaines agences, qui recommandent de maintenir les efforts de recherche. Cette situation contraste avec celle observée pour d'autres risques physiques, pour lesquels le poids dans la morbidité et la mortalité est avéré[109].

4.1.3. Certaines populations spécifiques sont plus particulièrement surveillées

4.1.3.1. Il n'a pas été constaté d'effets avérés des radios-fréquences chez les enfants, hormis un effet jugé possible sur les fonctions cognitives

L'ANSES a rendu une expertise spécifique en 2016 sur la population des enfants[110]. Elle rappelle « *qu'au-delà de l'importante diversité des sources d'émission qui exposent les enfants aux champs électromagnétiques radiofréquences, les travaux d'expertise ont mis en évidence le fait que les enfants pouvaient être, dans certaines bandes de fréquences, plus exposés que les adultes. En effet, dans le cas des expositions « environnementales », c'est-à-dire liées à des sources lointaines (telles que les antennes relais de téléphonie mobile ou les émetteurs de radio et télédiffusion), la petite taille des enfants peut, par effet de résonance, engendrer des expositions moyennes sur le corps entier plus élevées que pour les adultes.* »

[108] Marques, et al. *Advisory Group recommendations on priorities for the IARC Monographs*. Lancet Oncol. 2019, 20, 763–764.

[109] On citera, à partir des travaux préparatoires au prochain plan national de santé environnement (PNSE4) et des entretiens conduits auprès de membres du Haut Conseil de santé publique, le poids prédominant des effets sanitaires du bruit, des rayonnements ultra-violets et de la chaleur, qui représentent les trois enjeux majeurs en ce domaine.

[110] ANSES, *Exposition aux radiofréquences et santé des enfants, avis et rapport d'expertise collective*, 2016.

L'ANSES en 2016 a considéré que s'agissant des études sur les effets sanitaires des radiofréquences sur les enfants, les données actuelles ne permettent pas de conclure à l'existence ou non d'un effet sur :

- le comportement ;
- les fonctions auditives ;
- les effets tératogènes et le développement ;
- le système reproducteur mâle et femelle ;
- les effets cancérogènes ;
- le système immunitaire ;
- la toxicité systémique.

Cependant, un effet des radiofréquences a été jugé possible chez l'enfant sur les fonctions cognitives, d'une part, et sur le bien-être, d'autre part. Ce dernier effet pourrait cependant être lié à l'usage des téléphones mobiles plutôt qu'aux radiofréquences qu'ils émettent[111].

4.1.3.2. Il n'a pas été démontré de lien de causalité entre ondes électromagnétiques et électro-sensibilité des personnes

L'hypersensibilité électromagnétique se caractérise par des manifestations de diverses natures, non spécifiques (maux de tête, nausées, fatigue, difficultés de concentration, rougeurs, troubles locomoteurs, cardiorespiratoires, auditifs, allergiques, etc.), que certaines personnes attribuent à leur exposition aux champs électromagnétiques. Ces troubles s'insèrent dans un ensemble plus vaste de manifestations imputées à des facteurs environnementaux, rassemblées sous le terme d'intolérance environnementale idiopathique, comme le syndrome d'intolérance aux odeurs chimiques, qui restent non expliquées sur le plan médical, alors même qu'elles apparaissent préjudiciables pour la santé des personnes.

L'hypersensibilité électromagnétique a fait l'objet de nombreux travaux et expertises collectives comme ceux de la commission européenne en 1997[112], de l'OMS en 2004[113]-2005[114], et plus récemment des autorités françaises en 2018[115]. L'ANSES y relève qu'entre 1 % et 13 % de la population serait concernée selon les études internationales, cette imprécision étant en partie liée à la difficulté de définir précisément les contours de troubles auto-déclarés.

Le lien causal entre exposition aux champs électromagnétiques et ces manifestations n'a jamais pu être démontré. Toutefois, la souffrance des personnes concernées est avérée, et leur prise en charge nécessaire.

---

[111] Ces fonctions cognitives sont explorées par des tests expérimentaux portant sur la mémoire, des mesures des temps de réaction et d'exactitude des réponses, des tests de mémoire auditive couplées à l'enregistrement de l'électroencéphalogramme, et des études épidémiologiques sur l'existence de retard de développement et/ou de troubles du comportement.

[112] Ulf Bergqvist and Evi Vogel et al. *Possible health implications of subjective symptoms and electromagnetic fields, A report prepared by a European group of experts for the European Commission*, DG V, EUROPEAN COMMISSION/ National Institute for Working Life 1997.

[113] *WHO Electromagnetic Hypersensitivity, Proceedings,* International Workshop on EMF Hypersensitivity, 25-27 October 2004.

[114] OMS Champs électromagnétiques et santé publique, *Hypersensibilité électromagnétique.* Aide-mémoire N°296, Décembre 2005.

[115] *Avis et rapport de l'ANSES relatif à l'expertise sur l'hypersensibilité électromagnétique (EHS) ou intolérance environnementale idiopathique attribuée aux champs électromagnétiques (IEI-CEM)*, ANSES, Mars 2018.

4.2. Les autorités sanitaires et de contrôle concluent de manière concordante à une absence d'effets sanitaires prouvés de la 5G en-dessous des valeurs limites d'exposition de l'ICNIRP

4.2.1. La question de l'extrapolation aux bandes 5G des analyses antérieures menées sur les autres bandes reste posée

Compte tenu de son déploiement récent ou à venir, les études concernant spécifiquement les effets de la 5G sur la santé sont rares, et les expertises mobilisent principalement les données existantes sur les fréquences proches[116].

S'agissant des rares études publiées à propos de la 5G, en août 2020, le comité d'experts réuni par l'*Institute of Electrical and Electronics Engineers*[117], tout en reconnaissant les lacunes dans la littérature scientifique, en particulier pour les expositions à des fréquences d'ondes millimétriques, a considéré la probabilité de risques pour la santé encore inconnus aux niveaux d'exposition et dans les limites d'exposition actuelles, comme très faibles, si jamais ces risques existaient[118]. L'OMS doit publier en 2022 un rapport consacré à l'impact sur la santé de la 5G qui fera le point sur les connaissances existantes dans ce domaine.

L'évolution technologique de 4G à 5G reposera sur une évolution des protocoles de communication. Or, l'ANSES rappelle que la question de l'impact différencié des types de signaux n'est pas véritablement tranchée : certaines études mettent par exemple en évidence des effets en 3G et pas en 2G, et inversement.

S'agissant du passage à la 5G, l'ANSES, dans son rapport préliminaire publié début 2020, souligne l'existence de données pour les bandes de fréquence comprises entre 0,8 et 2,5 GHz, qui contraste avec l'insuffisance de celles relatives aux bandes 3,4 à 3,8 GHz, objet du développement à court terme de la 5G.

Une des questions méthodologiques importantes est donc celle de la possibilité d'extrapoler ou pas les connaissances pour ces fréquences proches.

Le développement de la 5G devrait s'appuyer aussi, à horizon plus lointain, sur des fréquences au-delà de 20 GHz, dans la bande 24,25 à 27,5 GHz. L'énergie apportée par les ondes électromagnétiques se concentre avec l'augmentation des fréquences sur la partie la plus superficielle du corps humain.

Il pourrait persister des questions sur des risques éventuels concernant les terminaisons nerveuses cutanées et la cornée (cataracte), notamment pour les expositions professionnelles. Il existait dès les années 2000 un corpus jugé important de connaissances pour les fréquences 40 à 60 GHz, mais pas pour celles en dessous.

La question de l'extrapolation des connaissances à la gamme 20-40 GHz, a été tranchée favorablement par l'ANSES dans ses avis de 2010 et 2013 sur les scanners corporels à ondes millimétriques utilisés dans les aéroports.

---

[116] Simkó, M.; Mattsson, M.-O. 5G *Wireless Communication and Health Effects—A Pragmatic Review Based on Available Studies Regarding 6 to 100 GHz. Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, *16*, 3406.

[117] L'*Institute of Electrical and Electronics Engineers* est une organisation à but non lucratif de droit américain, qui rassemble plus de 400 000 membres à travers le monde. Cet organisme produit, entre autres, des recommandations sur les niveaux d'exposition et, plus largement, des normes techniques pour l'ensemble du secteur électrique et électronique.

[118] Bushberg, J.T ; Chou, C.K. ; Foster, K.R. ; Kavet, R. ; Maxson, D.P. ; Tell, R.A. ; Ziskin, M.C.- IEEE *Committee on Man and Radiation—COMAR Technical Information Statement: Health and Safety Issues Concerning Exposure of the General Public to Electromagnetic Energy from 5G Wireless Communications Networks, Health Physics: August 2020 - Volume 119 - Issue 2 - p 236-246 doi: 10.1097/HP.0000000000001301*.

4.2.2. Quelques rares pays, dont la France, ont eu recours à des études sur les effets biologiques ou sanitaires spécifiques à la 5G, et cela n'a pas été un préalable au lancement du déploiement de cette technologie

Si la plupart des pays étudiés ont financé et que certains continuent de financer des études sur les effets sanitaires des ondes électromagnétiques non ionisantes, ces études, très nombreuses, concernent essentiellement les technologies antérieures à la 5G (cf. *supra*).

Outre la France, seuls quatre pays, parmi ceux étudiés, financent ou déclarent financer des études dédiées à la 5G (Allemagne, Suisse, Chine, et Israël), même si d'autres l'envisagent dont les États-Unis[119]. Ces études portent notamment sur les fréquences attribuées à la 5G, y compris les ondes millimétriques autour de 26 GHz, et sur les antennes directionnelles. Leurs conclusions ne seront publiées que postérieurement au déploiement de la 5G dans ces pays.

En revanche, certains pays ont réalisé ou réalisent des études épidémiologiques qui couvrent les fréquences utilisées par la 5G : les États-Unis (cancer *via* la base de données « Surveillance ») et le Japon (radiofréquences et santé des enfants). En outre, plusieurs pays participent, à l'instar de la France, à l'étude de cohorte internationale COSMOS et au projet MobiKids (cf. encadré 6).

Au niveau international, l'OMS comme le CIRC financent des études qui couvrent les fréquences de la 5G, mais dont les résultats ne seront connus qu'en 2022 (voir également *supra* § 2.3). Enfin l'Union européenne finance des programmes de recherche sur la 5G, notamment dans le cadre du programme « Horizon 2020 ».

4.2.3. Les pays étudiés, comme les principales agences et organisations internationales, n'identifient pas d'effets sanitaires de la 5G en-dessous des valeurs limites d'exposition de l'ICNIRP, sans toujours se baser sur une expertise propre pour justifier leur position

L'évaluation des principales agences et organisations internationales sur l'absence de risque avéré de la 5G sur la santé humaine est concordante.

L'OMS, dans une question/réponse publiée en février 2020[120], considère « [qu'] *à ce jour, et après de nombreuses recherches réalisées, aucun effet néfaste sur la santé n'a été lié de manière causale à l'exposition aux technologies sans fil. Les conclusions liées à la santé sont tirées d'études réalisées sur l'ensemble du spectre radioélectrique, mais, jusqu'à présent, seules quelques études ont été menées aux fréquences à utiliser par la 5G.* »

L'ICNIRP a confirmé en 2020[121] « [qu'] *il n'y a aucune preuve d'effets indésirables sur la santé à des niveaux d'exposition inférieurs aux niveaux de restriction des lignes directrices de l'ICNIRP (1998) et aucune preuve d'un mécanisme d'interaction qui prédirait que des effets indésirables sur la santé pourraient se produire en raison d'une exposition aux champs électromagnétiques par radiofréquences en dessous de ces niveaux de restriction.* »

[119] Le *National Toxicology Program* (NTP) a entrepris une réflexion et projette d'adapter ses études menées sur les rongeurs à des cadres plus proches en conditions et en fréquence de ceux correspondant à la 5G.

[120] https://www.who.int/westernpacific/news/q-a-detail/5g-mobile-networks-and-health

[121] https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPrfgdl2020.pdf

Au niveau de l'Union européenne, la Commission estime que la technologie 5G est sûre tant que les limites d'exposition définies dans la recommandation 1999/519/CE du Conseil[122], elles-mêmes alignées sur les lignes directrices ICNIRP de 1998, sont respectées. La mise à jour des lignes directrices de l'ICNIRP en mars 2020 pourrait conduire à une révision de la recommandation 1999/519/CE, en s'appuyant sur l'expertise des organes consultatifs scientifiques européens.

Les pays étudiés qui se sont prononcés, et leurs agences sanitaires et de contrôle pour ceux qui en disposent, concluent à l'absence d'effet sanitaire prouvé scientifiquement de la 5G, en l'état actuel des études, pour des niveaux d'exposition respectant les valeurs limites d'exposition fixées par l'ICNIRP.

Pour les pays qui ont déjà procédé au lancement commercial de la 5G, mentionnés dans la lettre de mission, les positions des autorités (administratives ou sanitaires) sont les suivantes.

Tableau 15 : Des positions convergentes des pays ou de leurs autorités sanitaires sur l'absence de risque supplémentaire lié au passage vers la 5G

Pays	Position des pays ou de leurs autorités sanitaires
Etats-Unis	La position de la *Food and Drug Administration* est qu'il n'y a aucune incidence de la 5G[123] : « *Bien que de nombreuses spécificités de la 5G restent mal définies, les téléphones portables 5G utiliseront des fréquences couvertes par les directives d'exposition actuelles de la FCC (300 kHz-100 GHz), et les conclusions tirées sur la base du corpus actuel de preuves scientifiques couvrent ces fréquences.* »
Royaume-Uni	*Public Health England* juge[124] « [qu'] *il est possible qu'il y ait une légère augmentation de l'exposition globale aux ondes radio lorsque la 5G est ajoutée à un réseau existant ou dans une nouvelle zone. Cependant, l'exposition globale devrait rester faible par rapport aux lignes directrices et, à ce titre, il ne devrait y avoir aucune conséquence pour la santé publique.* »
Allemagne	Le Bfs (*Bundesamt für Strahlenschutz*) estime[125] que « *Dans un premier temps, les fréquences utilisées pour la norme de communication mobile 5G seront celles que nous utilisons déjà aujourd'hui pour les communications mobiles. L'effet du rayonnement électromagnétique sur les humains a été bien étudié. En dessous des valeurs limites, aucun effet sur la santé n'a été prouvé.* »
Espagne	Le *Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias de España* (CCARS) conclut[126] ainsi : « *On s'attend à ce que les niveaux d'exposition prévisibles ne changent pas de manière significative et, dans tous les cas, ne dépassent pas les limites maximales autorisées qui garantissent la santé publique en ce qui concerne les émissions électromagnétiques.* »
Italie	Pour l'*Istituto Superiore di Sanità* (ISS)[127], « *La 5G, comme les technologies actuelles de téléphonie mobile des deuxième, troisième et quatrième générations (2G, 3G et 4G), ne nécessite pas de signaux électromagnétiques d'une intensité telle qu'elle induise des augmentations significatives de la température corporelle des sujets exposés. Aucun problème n'est prévisible en ce qui concerne les effets connus des champs électromagnétiques.* »

[122] Ces limites sont non contraignantes (il s'agit d'une compétence des États-membres sur la base de l'article 168 du TFUE) mais le code européen des communications électroniques y fait référence et appelle les États membres à les appliquer.

[123] https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/cell-phones/scientific-evidence-cell-phone-safety

[124] https://www.gov.uk/government/publications/5g-technologies-radio-waves-and-health/5g-technologies-radio-waves-and-health

[125] https://www.bfs.de/SharedDocs/Stellungnahmen/BfS/EN/2019/0320-5G.html

[126] http://ccars.org.es/attachments/article/229/5G%20y%20Salud.pdf

[127] https://www.iss.it/documents/20126/2265547/5G_e_rischi_per_la_salute.pdf/d50f25e6-25e4-48c8-b8c3-7da28cc57827?t=1575725274470

Pays	Position des pays ou de leurs autorités sanitaires
Pays-Bas	Le Conseil de la santé des Pays-Bas[128] estime que *« les effets de l'exposition (à long terme) aux fréquences réservées à la 5G sur la santé ne sont pas encore entièrement étudiées. Toutefois on dispose d'études sur les effets des fréquences très proches (2G à 4G, Wifi et radar). A ce jour, le comité ne sait pas dire si l'exposition aux fréquences 5G pose effectivement des risques pour la santé (dans l'attente du rapport de l'OMS en 2022 et de la connaissance de l'exposition en vie réelle aux fréquences 5G). Les liens entre fréquences 5G et dommages à la santé ne sont pas démontrés, mais ne peuvent pas être exclus pour certaines pathologies (cancer, moindre fertilité masculine, problèmes pendant la grossesse) bien que, pour le comité, ces liens ne soient ni prouvés ni probables. Il est probable que des changements d'activité électrique dans le cerveau sont associés à l'exposition aux radiofréquences, mais on ne sait pas si cela a un effet favorable ou défavorable sur la santé.* »
Suisse	Le groupe de travail « Téléphonie mobile et rayonnement » mis en place par le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) conclut dans son rapport de novembre 2019 « Téléphonie mobile et rayonnement »[129] : « *Seules quelques rares études ont été menées sur les effets aigus de la technologie 5G sur les cellules et les animaux. L'évaluation des risques réalisée par le groupe de travail s'est donc fondée sur des études menées sur les technologies 2G, 3G et 4G et a porté sur des fréquences dans la même gamme que celles utilisées pour la 5G. Le groupe de travail constate que, jusqu'à présent, aucun effet sanitaire n'a été prouvé de manière cohérente en dessous des VLI [valeurs limites d'immission] fixées dans l'ORNI [Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant] pour les fréquences de téléphonie mobile utilisées actuellement ; toutefois, des observations plus ou moins bien étayées ont été réalisées dans les milieux scientifiques et la pratique s'agissant des effets en deçà des VLI.* »
Suède	le Conseil scientifique sur les champs électromagnétiques de l'autorité suédoise de sureté radiologique (*Strålsäkerhetsmyndigheten*, SSM) estime[130] que « *Sur la base des connaissances actuelles sur les champs électromagnétiques de radiofréquences, les chercheurs ne voient pas que la 5G et les fréquences spécifiques utilisées poseraient un risque pour la santé.* »

Source : Mission.

Plus largement, la mission note qu'une partie seulement des pays étudiés s'appuie, à l'instar de la France, sur les conclusions d'experts réunis au sein d'agences sanitaires nationales ou de groupes de travail *ad hoc* (en particulier la Suède, l'Australie, l'Espagne, la Nouvelle-Zélande, les États-Unis, les Pays-Bas ou encore la Suisse qui ont procédé ces dix dernières années à des revues de littérature, cf. annexe II). Les autres se basent le plus souvent uniquement sur les travaux et conclusions des agences internationales, européennes, ou d'autres pays (cf. *supra*).

[128] Cf. *Health Council of the Netherlands, 5G and Health*. N° 2020/16. The Hague, September 2, 2020. Le Conseil de la santé des Pays-Bas est une institution scientifique consultative et indépendante qui rend, dans le domaine de la santé publique et de la recherche en santé, des avis sur saisine du Gouvernement ou du Parlement ou de sa propre initiative.

[129] https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/elektrosmog/fachinfo-daten/bericht-mobilfunk-und-strahlung.pdf.download.pdf/Rapport_TelephonieMobile-Rayonnement.pdf

[130] https://www.folkhalsomyndigheten.se/livsvillkor-levnadsvanor/miljohalsa-och-halsoskydd/tillsynsvagledning-halsoskydd/elektromagnetiska-falt/

Il est possible par ailleurs de distinguer trois logiques dans les conclusions actuelles des agences sanitaires s'agissant de la 5G :

- les agences ou comités d'experts qui considèrent que l'absence d'effets sanitaires démontrés des radiofréquences en général s'applique *de facto* à la technologie 5G. Ces agences soulignent qu'avec la 5G les niveaux d'exposition prévisibles ne changeront pas de manière significative, et resteront, en tout état de cause, inférieurs aux normes de l'ICNIRP qui intègrent déjà une marge importante par rapport aux niveaux d'exposition à partir desquels un effet néfaste sur la santé a été prouvé. On peut citer notamment le Canada, les Etats-Unis, l'Estonie, Israël, la Lettonie, la Norvège, la Roumanie, le Royaume-Uni et la Nouvelle-Zélande ;
- les agences qui considèrent qu'il existe des enjeux liés à la 5G mais qu'il est possible d'extrapoler les résultats issus des travaux sur les 2G, 3G et 4G. Ces agences estiment en effet que ces différences sont limitées (par exemple que les bandes de fréquence de la 5G sont proches de celles utilisées actuellement), qu'elles ne se traduiront pas par une augmentation de l'exposition, et qu'il est donc possible d'en conclure « raisonnablement » que la technologie 5G n'a pas plus d'effet sanitaire que les technologies 2G, 3G et 4G (Finlande) ;
- les agences enfin qui, à l'instar de l'ANSES, considèrent que la technologie 5G diffère suffisamment des technologies précédentes (en matière de bandes de fréquence, 3,5 GHz comme 26 GHz, de modulation ou encore de type d'antennes utilisé) pour qu'il soit nécessaire, au moins s'agissant des ondes millimétriques, d'aller au-delà des études réalisées sur les technologies 2G, 3G et 4G (Corée du Sud, Allemagne, Suède, Suisse, Australie).

4.2.4. La plupart des agences assortissent leurs conclusions de recommandations

Dans leurs avis et conclusions, les agences sanitaires formulent des recommandations, parfois en lien avec certaines réserves quant à la portée de leurs conclusions.

La principale réserve concerne le manque d'études sur la technologie 5G et l'évolution future des niveaux d'exposition. Elle amène plusieurs agences à appeler à une poursuite de la recherche sur les ondes millimétriques. C'est en particulier le cas du BfS en Allemagne, qui recommande « *une expansion prudente de la 5G* » au motif que les effets des fréquences plus élevées n'ont pas encore été bien étudiés[131]. C'est également le cas de la Corée du Sud, de l'Australie et de l'Autriche. En Italie, l'ISS appelle à la poursuite de la recherche sur les effets possibles à long terme de l'exposition aux ondes électromagnétiques[132]. En outre, en Australie, l'ARPANSA appelle, entre autres recommandations, à mener davantage de recherches sur l'effet des ondes sur l'ADN, sur les effets sur les enfants et les adolescents, ou encore sur l'hypersensibilité électromagnétique[133]. Le conseil de la santé des Pays-Bas a recommandé, pour sa part, dans son avis daté du 2 septembre 2020 (cf. *supra*) de « *ne pas utiliser la bande de fréquence de 26 GHz pour la 5G tant que les risques potentiels pour la santé n'ont pas été étudiés* ».

Les principaux autres domaines où l'effort de recherche demeure nécessaire sont les études épidémiologiques (la plupart des agences), la recherche sur les antennes actives (Allemagne) ou encore sur la forme du signal et non uniquement sur son intensité (Suisse). Enfin, l'OMS va publier prochainement un nouvel agenda de recherche sur les ondes électromagnétiques.

---

131 https://www.bfs.de/SharedDocs/Stellungnahmen/BfS/EN/2019/0320-5G.html

132 https://www.iss.it/documents/20126/2265547/5G_e_rischi_per_la_salute.pdf/d50f25e6-25e4-48c8-b8c3-7da28cc57827?t=1575725274470

133 https://www.arpansa.gov.au/sites/default/files/tr178.pdf

En plus de la nécessité de poursuivre et financer les recherches, trois types de recommandations sont partagées par l'OMS[134] et la plupart des agences nationales depuis l'émergence de la technologie 2G :

- informer la population en particulier sur les effets biologiques et sanitaires des ondes électromagnétiques et de la 5G (Suisse, avec plusieurs propositions[135], cf. annexe I), sur la valeur des débits d'absorption spécifiques de leur terminal (Allemagne), avec la mise en place d'une information indépendante et vulgarisée (Belgique) ou encore des consultations locales (Canada) ;
- suivre et assurer une bonne information sur les niveaux d'exposition (Allemagne, Italie, Suisse) ;
- limiter, autant que possible, les niveaux d'exposition, sans pour autant modifier les valeurs limites d'exposition. Il s'agit d'une stratégie de prudence, dite ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), destinée à réduire les risques au minimum en tenant compte de différents facteurs : coût, avantages, ou faisabilité. Ainsi, le BfS en Allemagne, dans son avis sur la 5G[136], tout en jugeant qu'aucun effet sur la santé n'est à prévoir en dessous des valeurs limites d'exposition que « *du point de vue du BfS, cependant, il faut continuer à veiller à minimiser l'exposition des utilisateurs et de la population par mesure de précaution lors de l'exploitation des technologies de communication sans fil existantes et en développement.* »

Deux autres natures de recommandations ne sont, à l'inverse, pas partagées par l'ensemble des agences :

- fixer des seuils inférieurs aux seuils de l'ICNIRP, soit des seuils d'exposition (Italie, Bruxelles région capitale), soit des seuils complémentaires d'émission (Suisse et Italie). Certains pays peuvent avoir fixé des seuils inférieurs à ceux fixés par l'ICNIRP (cf. annexe I) sans pour autant s'appuyer sur des expertises nationales. Il est intéressant de noter qu'aucune agence ne justifie de telles limitations par l'existence d'effets sanitaires démontrés à des seuils plus élevés, et ces valeurs plus restrictives font l'objet de débats dans ces pays, en particulier parce qu'elles risquent de rendre plus complexe le déploiement de la 5G[137] ;
- fixer des règles particulières, plus ou moins contraignantes, pour prendre en compte les lieux sensibles (crèches, écoles, hôpitaux, établissements d'hébergement de personnes âgées, etc.). C'est le cas en Espagne où existe une obligation de justifier la minimisation de l'exposition aux stations radioélectriques placées au sein des terrains urbains autour de 100 m des jardins d'enfants, écoles maternelles ou primaires, écoles d'enseignement obligatoire, hôpitaux, parcs publics et résidences ou centres pour le troisième âge[138].

---

134 « Instauration d'un dialogue sur les risques dus aux champs électromagnétiques » (OMS, 2002), https://www.who.int/peh-emf/publications/en/Risk_French_ALL.pdf

135 https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/elektrosmog/fachinfo-daten/bericht-mobilfunk-und-strahlung.pdf.download.pdf/Rapport_TelephonieMobile-Rayonnement.pdf

136 https://www.bfs.de/EN/topics/emf/hff/effect/hff-discussed/hff-discussed.html

137 Voir notamment le rapport du groupe de travail Suisse « Téléphonie mobile et rayonnement » (2019), le Rapport du comité d'experts sur les radiations non ionisantes (2015-2016) pour la région de Bruxelles-Capitale ou la note de *l'Istituto Superiore di Sanità* italien « *Emissioni elettromagnetiche del 5Gerischi per la salute* »

138 Article 8 du décret 1066/2001 qui transpose la recommandation européenne 1999/519/EC et arrêté ministériel CTE/23/2002

5. Recommandations

Compte tenu du temps limité dévolu aux investigations, la mission a axé ses recommandations sur des propositions d'ordre général.

La mission formule les sept recommandations suivantes, selon trois axes :

- améliorer les modalités d'information et de prévention ;
- conforter la recherche ;
- adapter les modalités de surveillance.

5.1. Améliorer les modalités d'information de la population en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques dans le cadre du déploiement de la 5G

Comme exposé dans le rapport, l'essentiel de l'exposition provient en général de l'usage des terminaux. De nombreuses campagnes d'information et d'éducation à la santé ont été conduites depuis plus de vingt ans, mais leur appropriation reste nécessaire notamment pour les nouveaux usagers.

Proposition n° 1 : Renforcer les messages à l'intention du grand public, notamment des jeunes, sur le bon usage des terminaux, et en mesurer les effets

Il existe de nombreux sites Internet gouvernementaux sur l'exposition aux radiofréquences, souvent de qualité, sur lesquels l'information est dispersée et parfois actualisée irrégulièrement.

Proposition n° 2 : Harmoniser le contenu des sites Internet gouvernementaux sur « exposition aux radiofréquences et santé »

La France a développé des instances de dialogue où l'essentiel des sujets sont discutés sur la base de documents qui pourraient utilement alimenter l'information publique.

Proposition n° 3 : Rendre publics les documents contributifs aux travaux des comités de dialogue et de concertation de l'ANSES et de l'ANFR

L'ANSES doit remettre son travail d'expertise sur les effets sanitaires associés au déploiement de la 5G en mars 2021. Il serait opportun que la remise de ces travaux soit suivie d'une mise en consultation formalisée

Proposition n° 4 : Organiser une consultation formalisée à la suite de la publication des travaux de l'ANSES sur les effets sanitaires associés au déploiement de la 5G

5.2. Conforter les moyens alloués à la recherche en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques générées par les évolutions technologiques de la téléphonie mobile

La France fait partie des quelques pays qui restent engagés sur la recherche pluridisciplinaire relative aux effets sanitaires des radiofréquences, et cet effort doit être poursuivi, compte tenu, d'une part, des incertitudes qui persistent sur les risques de long terme, et, d'autre part, de l'insuffisance des données sur les nouvelles fréquences.

Proposition n° 5 : Conforter les moyens d'évaluation et de recherche de l'ANSES sur les effets sanitaires des ondes électromagnétiques, notamment sur les bandes de fréquence autour des 26 GHz et les protocoles de mesure de l'exposition

5.3. Adapter les modalités de surveillance du niveau d'exposition aux ondes électromagnétiques et de leurs effets sanitaires

La connaissance de l'évolution de l'exposition aux ondes électromagnétiques repose sur des modèles théoriques et expérimentaux limités. Il est nécessaire d'acquérir des données plus complètes, en situation réelle.

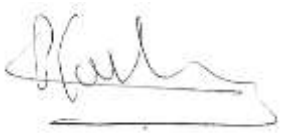
<u>Proposition n° 6</u> : Effectuer des mesures de champ électromagnétique avant/après l'installation d'antennes déployant la technologie 5G sur un nombre significatif de sites représentatifs

La métrologie actuelle repose principalement sur les mesures des champs issus des différentes sources. Il peut paraitre opportun, par exemple pour les personnes qui le souhaitent et dans le cadre d'études de cohorte, de pouvoir mesurer l'exposition individuelle.

<u>Proposition n° 7</u> : Étudier l'intérêt et les modalités du développement d'un appareil de mesure individuel susceptible d'identifier le niveau d'exposition global par individu (champs proches et lointains)

A Paris, le 7 septembre 2020

L'ingénieur général des mines,



Philippe Follenfant

L'inspecteur général des affaires sociales,

Dr Pierre Aballea

L'inspecteur général des finances,

Henri Havard

L'ingénieur général des mines,

Philippe Distler

L'ingénieur général des ponts, des eaux et des forêts,

Jean-Michel Nataf

L'inspecteur général des affaires sociales,

Louis-Charles Viossat

L'inspecteur des finances,

Vincent Menuet

L'ingénieur général des mines,

Benoit Legait

L'inspecteur des affaires sociales,

François-Mathieu Robineau

ANNEXES ET PIÈCES JOINTES

LISTE DES ANNEXES ET DES PIÈCES JOINTES

ANNEXE I : **ÉTAT DES LIEUX DU DÉPLOIEMENT DE LA 5G DANS 26 PAYS**

ANNEXE II : **MÉTHODOLOGIE DES EXPERTISES EN MATIÈRE SANITAIRE**

ANNEXE III : **VALEURS ICNIRP**

ANNEXE IV : **ENJEUX ÉCONOMIQUES**

PIÈCE JOINTE N°1: **LETTRE DE MISSION**

PIÈCE JOINTE N°2 **LISTE DES PERSONNES RENCONTRÉES**

ANNEXE I

État des lieux du déploiement de la 5G dans 26 pays

SOMMAIRE

1. MÉTHODE ET GUIDE DE LECTURE 1

1.1. Sources des données 1
1.1.1. Questionnaire de la direction générale du Trésor 1
1.1.2. Rapport de l'observatoire européen de la 5G de juin 2020 2
1.1.3. Données de l'OMS 2
1.2. Méthode d'exploitation des données 2
1.2.1. Découpage du questionnaire 2
1.2.2. Création d'un code couleur 2

2. PRÉSENTATION DES DONNÉES EXPLOITÉES 4

2.1. Déploiement de la 5G 4
2.2. Effet sanitaire de la 5G 29
2.3. Suivi de l'exposition aux ondes 45
2.4. Réglementation de l'exposition aux ondes 60

3. RECENSEMENT NON EXHAUSTIF DES BONNES PRATIQUES IDENTIFIÉES À L'ÉTRANGER 80

1. Méthode et guide de lecture

1.1. Sources des données

Afin de réaliser le tableau présenté en deuxième partie de la présente annexe, la mission s'est appuyée sur trois sources de données :

- questionnaires envoyés par la direction générale du Trésor à ses services économiques régionaux (SER), complétés de la consultation des rapports des autorités compétentes et des retours des conseillers sociaux ;
- rapport de l'observatoire européen de la 5G du mois de juin 2020 ;
- données issues de l'OMS (retour des correspondants et site).

La mission a ajouté aux données issues des trois sources précitées les données de population et de densité de population en utilisant les chiffres fournis par Wikipédia pour chaque pays.

1.1.1. Questionnaire de la direction générale du Trésor

Courant juin 2020, la direction générale du Trésor a envoyé à 22 de ses services régionaux un questionnaire relatif à la 5G.

Ce questionnaire a été établi par la Direction générale des entreprises, chargé au sein du Ministère de l'économie, des finances et de la relance du dossier de la 5G (hors enchères, pilotées par l'autorité de régulation des communications électroniques et des Postes – ARCEP – qui dispose du statut d'autorité administrative indépendante). La liste des pays a été validée par le cabinet de la Ministre déléguée auprès du ministre de l'Économie, des Finances et de la Relance, en charge de l'Industrie.

Il convient de préciser qu'un service économique régional peut avoir la charge de plusieurs pays. Pour le questionnaire sur la 5G, les services saisis devaient recueillir les données auprès des pays ayant des projets de développement de cette technologie, selon la cartographie suivante.

Tableau 1 : Liste des services économiques régionaux saisis du questionnaire et pays auprès desquels devaient être recueillies des données

Service économique régional	Ville	Pays analysé 1	Pays analysé 2	Pays analysé 3
Allemagne	Berlin	Allemagne	Suisse	
Australie	Canberra	Australie	Nouvelle-Zélande	
Canada	Ottawa	Canada		
Chine	Pékin	Chine		
Corée du Sud	Séoul	Corée du Sud		
Espagne	Madrid	Espagne		
États-Unis	Washington	États-Unis		
Hongrie	Budapest	Hongrie		
Italie	Rome	Italie		
Japon	Tokyo	Japon		
Lettonie	Riga	Lettonie	Lituanie	Estonie
Pays-Bas	La Haye	Pays-Bas	Belgique	
Roumanie	Bucarest	Roumanie		
Royaume-Uni	Londres	Royaume-Uni	Irlande	
Suède	Stockholm	Suède	Norvège	Finlande

Source : Direction générale du Trésor.

1.1.2. Rapport de l'observatoire européen de la 5G de juin 2020

L'Observatoire européen de la 5G de la Commission européenne tient à jour les dernières évolutions du marché dans le domaine de la 5G, en y incluant les actions entreprises par les secteurs privé et public. L'observatoire 5G fournit également une analyse des implications stratégiques du plan d'action 5G et d'autres objectifs de politique publique.

L'Observatoire se concentre sur les développements de la 5G en Europe, ainsi que sur les développements internationaux majeurs (USA, Japon, Chine, Corée du Sud) qui pourraient impacter le marché européen.

Cet observatoire établit un rapport trimestriel qui récapitule l'ensemble des données[1], notamment de déploiement.

1.1.3. Données de l'OMS

Lors de ses investigations, la mission a rencontré la responsable de l'unité radiations et santé[2] de l'OMS, basée à Genève. Cette unité de trois personnes travaille avec des centres collaborateurs dans le monde entier, et a en charge l'étude des impacts sanitaires des rayonnements ionisants et non-ionisants, sur tout le spectre des radiofréquences.

Lors de cet échange, l'OMS a proposé de relayer le questionnaire envoyé aux SER, réadapté par ses soins, à ses 40 correspondants.

La mission a exploité les 14 réponses reçues, qui ont notamment permis d'ajouter quatre pays au tableau en deuxième partie (Israël, Brésil, Singapour, Danemark).

1.2. Méthode d'exploitation des données

1.2.1. Découpage du questionnaire

Afin de faciliter la lecture, la mission a découpé le questionnaire en quatre parties :

- déploiement de la 5G ;
- effets sanitaires de la 5G ;
- suivi de l'exposition aux ondes ;
- réglementation de l'exposition aux ondes.

La mission a récapitulé dans un tableau en début de chacune des parties (§ 2.1 à 2.4) la liste des pays pour lesquels des données ont été recueillies. Les pays ont été regroupés par continent, et un lien hypertexte permet de se rendre directement sur un pays.

Lorsqu'une rubrique n'était pas renseignée, la mention « non renseigné » (NR) a été portée dans la colonne considérée.

Lorsqu'un service a répondu par « oui » ou « non » à une question sans autre développement, la mention « pas de commentaire » a été portée par la mission au regard de la réponse.

1.2.2. Création d'un code couleur

Afin que le lecteur puisse identifier la source des différentes données figurant dans les tableaux de la partie 2, la mission a créé un code couleur.

[1] Les rapports sont disponibles à l'adresse suivante : https://5gobservatory.eu/observatory-overview/observatory-reports/

[2] Département de la santé publique, des déterminants environnementaux et sociaux de la santé (PHE) du groupe Santé de la famille, de la femme et de l'enfant (FWC).

Annexe I

Tableau 2 : Code couleur

Couleur	Source
Noire	Données issues des services économiques régionaux
Bleue	Données issues de l'OMS (questionnaire envoyé ou site)
Orange	Données issues du rapport de l'observatoire de la 5G européen de juin 2020

2. Présentation des données exploitées

2.1. Déploiement de la 5G

Cette partie regroupe, outre les données de population de chacun des pays analysés, les questions relatives au déploiement commercial de la 5G (calendrier prévu, calendrier effectif, déploiement commercial existant) ainsi que les modalités de concertation et la réalisation d'études d'impact sanitaire et environnemental.

Tableau 3

Continent	Pays	Observation
Amériques	Canada	
	États-Unis	
	Brésil	
Asie	Chine	
	Corée du Sud	
	Japon	
	Singapour	
Europe	Allemagne	Pays membre de l'Union européenne
	Belgique	Pays membre de l'Union européenne
	Danemark	Pays membre de l'Union européenne
	Espagne	Pays membre de l'Union européenne
	Estonie	Pays membre de l'Union européenne
	Finlande	Pays membre de l'Union européenne
	Hongrie	Pays membre de l'Union européenne
	Irlande	Pays membre de l'Union européenne
	Italie	Pays membre de l'Union européenne
	Lettonie	Pays membre de l'Union européenne
	Norvège	
	Pays-Bas	Pays membre de l'Union européenne
	Roumanie	Pays membre de l'Union européenne
	Royaume-Uni	

Annexe I

Continent	Pays	Observation
Europe	Suède	Pays membre de l'Union européenne
	Suisse	
Moyen-Orient	Israël	
Océanie	Australie	
	Nouvelle-Zélande	

Source : Mission

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
AMÉRIQUES								
Canada	37,6 M 4 hab/km² Bell, Telus, Rogers	600 MHz : avril 2019 3,5 GHz : juin 2021 (report du fait de la covid-19) 28-38 GHz : projet d'enchère actuellement à l'étude	Des exigences de couvertures étaient adjointes au processus d'enchères sur la bande de basse fréquence (600 MHz). Les exigences de couverture à 5 ans sont de 10 % de la population dans les zones les moins densément peuplées (provinces du Nord) et de 25 % de la population dans les zones plus urbaines (Québec, Ontario, Manitoba, Alberta, Colombie-Britannique). Des minimums de couverture plus précis sont donnés pour un horizon de 10 ans : dans les zones urbaines l'objectif est alors de couvrir 60 % de la population. Cette proportion passe à 70 % à horizon 20 ans.	Le déploiement de la 5G a déjà été amorcé par les opérateurs Rogers, Bell et Telus. Dès janvier 2020, Rogers a amorcé le déploiement du premier réseau 5G au Canada en commençant à exploiter des fréquences du spectre 2 500MHz pour couvrir les centres-villes de Vancouver, Toronto, Ottawa et Montréal. A l'époque, l'opérateur avait l'ambition d'amener une couverture 5G à 20 autres marchés avant la fin de l'année. Les opérateurs Bell et Telus ont lancé la couverture 5G des villes de Vancouver, Edmonton, Calgary, Toronto et Montréal en juin 2020. Telus a également annoncé son intention de proposer un service 5G dans 26 nouveaux marchés avant la fin 2020.	Le Gouvernement canadien n'a pas communiqué sur les types d'antennes qui seraient déployées pour la construction du réseau 5G. Il semblerait que les autorités canadiennes ne soient pas opposées à l'utilisation d'antennes directionnelles. En effet un projet lancé par Ericsson dans le cadre du programme gouvernemental Encqor (plateforme administrée par le gouvernement fédéral et les gouvernements des provinces de l'Ontario et du Québec permettant aux entreprises canadiennes de travailler sur la technologie 5G) a trait à la conception d'antennes directionnelles.	Le Gouvernement canadien a lancé plusieurs concertations sur des sujets techniques liés à l'organisation du réseau (délivrance des licences pour la bande 3 500 MHz, perspectives 2018-2022 du spectre…). Ces consultations sont lancées par l'ISDE (ministère de l'innovation, des sciences et du développement économique) ; ce sont des consultations publiques, mais elles sont également adressées directement à des acteurs de l'industrie ainsi qu'à des organisations reliées aux problématiques à l'étude. À titre d'exemple, la « Consultation sur la libération du spectre des ondes millimétriques à l'appui de la technologie 5G » a été adressée à des opérateurs téléphoniques (Bell, Telus, Telesat, Viasat, Cogeco…), des constructeurs d'équipement de télécommunication (Ericsson, Nokia, Samsung, Huawei), des organisations spécialisées (5G Americas, British Columbia Broadband Alliance, Dynamic Spectrum Alliance..), des acteurs majeurs du secteur technologique (Facebook, Microsoft), des organisations de santé (*Breast Cancer Action Manitoba*, *Canadians for Safe Technology*, Rassemblement Électro-sensibilité Québec…), et la Fédération des employés de service public. D'autres consultations ont également fait appel à des municipalités et à des personnalités expertes sur les sujets de télécommunication.	Santé Canada indique mener actuellement des recherches sur les impacts sanitaires des technologies de transmission d'ondes électromagnétiques, et déclare surveiller toutes les études scientifiques nationales et internationales sur le sujet. En s'appuyant sur des « milliers d'études scientifiques », Santé-Canada affirme que l'exposition aux ondes électromagnétiques ne constitue pas un danger pour la santé sur les niveaux d'expositions encadrés par les limites canadiennes.	Le gouvernement canadien n'a pas lancé d'étude spécifique sur l'impact environnemental de la 5G. Contrairement aux interrogations sanitaires, les conséquences environnementales du déploiement de la 5G n'ont pas fait l'objet d'un important débat public au Canada. Certains médias et organisations ont tout de même évoqué l'augmentation de la consommation énergétique ou un possible impact sur la santé des animaux. Ainsi, l'association *Canadians for Safe Technology* a demandé le report du déploiement de la 5G, tant que la connaissance des effets biologiques et environnementaux de la 5G reste limitée.

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
				Le déploiement de la 5G au Canada devrait s'accélérer après l'allocation des licences 3 500 MHz en 2021 : les opérateurs sont en train de construire leurs infrastructures réseau pour pouvoir lancer le service dès l'obtention des licences.				
États-Unis	330 M 34 hab/km^2 Verizon, AT&T, T-mobile, Sprint, Tracfone	A ce stade, la Federal Communications Commission (FCC), autorité sectorielle compétente, a lancé ou finalisé trois procédures d'enchères, portant sur les bandes de haute fréquence, à savoir : - L'enchère 101, portant sur la bande de 28 GHz, qui a permis de collecter 703 MUSD (M$) ; - L'enchère 102, portant sur la bande de 24 GHz, qui a permis de collecter 2 Mds USD ; - L'enchère 103, portant sur les bandes de 37 GHz, 39 GHz et 47 GHz, qui a permis de collecter 7,1 Mds USD. Le 12 avril 2019, Donald Trump et Ajit Pai ont dévoilé le « 5G FAST Plan » qui a officialisé	La Federal Communications Commission (FCC) n'a pas publié d'objectifs précis de couverture dans le cadre du « 5G FAST PLAN ». Toutefois, la couverture des zones rurales fait l'objet d'un consensus bipartisan aux États-Unis. Afin de réduire la « fracture numérique, les autorités et les élus du Congrès promettent des investissements supplémentaires dans les zones rurales, sans toutefois mentionner d'objectifs précis de couverture.	Verizon : lancement commercial du service mobile en avril 2019 (disponible dans 34 villes en avril 2020) AT&T : 120M de personnes potentielles couvertes en avril 2020 Sprint : lancement en mai 2019, couvre 8 villes depuis septembre 2019 T-mobile : 200 M de personnes et 5 000 villes couvertes (mais la vitesse est inférieure à celle du 4G sur la bande 600 MHz)	Le *Spectrum Act* de 2012 confie aux autorités et gouvernements locaux le soin d'approuver les infrastructures de réseau déployées sur le territoire américain. À l'inverse, la FCC n'a pas publié de lignes directrices ou de recommandations en la matière.	L'administration américaine n'a pas organisé de concertation ou de débat public avant la publication, en mars 2019, du « 5G FAST PLAN ». À l'inverse, certaines décisions de la FCC, relatives à l'implantation d'antennes sur le territoire américain, ont été soumises à consultation publique. Davantage que les questions sanitaires et environnementales, le débat sur la 5G se focalise, aux États-Unis, sur des questions économiques, commerciales et de sécurité nationale, comme l'illustre la récente « *National Strategy to Secure 5G* ».	Sur son site internet, la FCC estime qu'il n'existe pas, à date, de « preuve scientifique » d'un impact des ondes électromagnétiques sur la santé (« *to date, the weight of scientific evidence has not effectively linked exposure to radio frequency energy from mobile devices with any known health problems* »). Par conséquent, la FCC n'a pas conduit, en son nom propre, d'étude d'impact sur la santé. Elle s'appuie toutefois sur les études conduites par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).	Aucune étude d'impact sur l'environnement n'a été conduite par l'administration américaine. Des consultations publiques ont néanmoins été organisées, par la FCC, dans le cadre de la publication de « *Report and Order* », sur des sujets afférents (suppression ou limitation de certaines règles relatives à l'implantation d'antennes sur le territoire américain).

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
		l'ensemble des fréquences qui seront libérées pour le déploiement de la 5G : - Bandes de haute fréquence : 24 GHz ; 28 GHz ; 37 GHz ; 39 GHz et 47 GHz. La FCC travaille par ailleurs à l'identification de 2,75 GHz de spectre supplémentaire dans les bandes 26 GHz et 42 GHz ; - Bandes de moyenne fréquence : 844 MHz de spectre radioélectrique ont été libérées dans les bandes de 2,5 GHz ; 3,5 GHz et 3,7-4,2 GHz ; - Bandes de basse fréquence : A ce stade, 716 MHz de spectre radioélectrique ont été libérés. La FCC travaille à l'identification de bandes de basse fréquence, et cible les bandes 600 MHz, 800 MHz et 900 MHz.					Néanmoins, en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques, la FCC mentionne « l'interprétation faite par certains rapports » qui « établissent un lien entre les technologies sans fil et l'apparition de certaines maladies » (cancers, etc.), soulignant le risque pour certaines populations (notamment les enfants). La FCC relève, par conséquent, un certain nombre de recommandations, comme l'utilisation d'un kit main libre, sans toutefois les reprendre à son compte (« The FCC does not endorse the need for these practices »).	
Brésil	207 M 25 hab/km² OI, Vivo, Claro net et TIM	2021 2.6 GHz (Dynamic Spectrum Sharing), 3,5 GHz, 26 GHz	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné	Oui : une consultation publique en ligne.	Non	Non

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
ASIE								
Chine	1 400 M 146 hab/km² China mobile, China Telecom, China Unicom, China broadcast network	La Chine a fait le choix d'utiliser des fréquences dites « sub 6 », *i.e.* basses (600 MHz, 800 MHz et 900 MHz) et moyennes (2,5 GHz–3,5 GHz), pour faciliter une couverture large de son territoire.	Le Ministère chinois de l'industrie et des technologies de l'information a annoncé en décembre 2019 son objectif de voir la 5G couvrir l'ensemble des villes de rang préfectoral d'ici la fin de l'année 2020. Le déploiement de la 5G en Chine a été accéléré par le plan de relance dans les « nouvelles infrastructures » décidé par le gouvernement pour soutenir la reprise de l'économie par suite de l'épidémie de Covid-19. Yicai (journal sur l'actualité financière) estime ainsi que le nombre de stations de base pourrait atteindre 550 000 d'ici fin 2020. D'ici 2025, la Chine vise la construction d'un réseau 5G qui couvrira essentiellement tout le pays. Cela pourrait correspondre à entre 5 millions et 5,5 millions de stations de base 5G. Sur la base d'une moyenne de 500 000 CNY (63 000 €) par station de base, l'investissement direct dans les stations de base représenterait d'environ 2 500 Mds CNY (316 Mds€).	65 M de souscriptions pour les abonnements de China Mobile et China Telecom en avril 2020. China Unicorn n'a pas publié de chiffres.	198 000 stations de base déployées fin mars 2020	Le déploiement du réseau 5G en Chine est une priorité absolue des autorités, à tel point que cela peut être considéré comme un sujet sensible. Les autorités réfutent toute critique publique et communiquent activement sur le caractère inoffensif pour la santé des radiofréquences générées par la 5G.	Pas publiquement.	Pas publiquement.

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
Corée du Sud	51,7 M 516 hab/km² SK Telecom, KT Corp, LG Uplus	Les trois opérateurs, SK Telecom, KT Corp et LG Uplus, ont été en compétition en juin 2018 pour les fréquences dans les bandes des 3,5 GHz et 28 GHz. Le prix d'adjudication a atteint 2,5 Mds USD pour 280 MHz de spectre dans la bande de fréquences des 3,5 GHz valables pendant dix ans, tandis que les 2 400 MHz de spectre dans la bande de fréquences des 28 GHz valables pendant cinq ans ont couté 517 M USD. Le « 5G+ Spectrum Plan » a été annoncé en décembre 2019. Il vise à octroyer 2 640 MHz de fréquences supplémentaires pour la 5G d'ici 2026. Alors que la Corée détient actuellement 2 680MHz de spectre dédié à la 5G (280 MHz dans la bande de fréquences des 3,5GHz et 2 400MHz dans la bande de fréquences des 28 GHz), le gouvernement prévoit ainsi d'augmenter celui-ci à 4 550 MHz d'ici 2021 et à 5 320 MHz d'ici 2026.	Fréquences utilisées depuis décembre 2018. La Corée est le premier pays à offrir des services de communication mobile de 5ème génération, depuis avril 2019. Le plan d'attribution des nouvelles fréquences doit permettre un déploiement complémentaire à partir de 2023. Un objectif de couverture totale du pays en 2022 est fixé.	Objectif de pénétration du marché fixé à 5 % en 2020, 30 % en 2021, 50 % en 2022, 90 % en 2026. 10 % de pénétration du marché en juin 2020. 6 à 7 millions d'abonnés en juin 2020 (inter-opérateurs). La commercialisation des services 5G en Corée n'est disponible que *via* la bande des 3,5 GHz à l'heure actuelle. Les trois opérateurs ont annoncé en novembre 2019 qu'ils commenceront, au plus tard au cours du S2 2020, l'établissement des infrastructures pour la bande 28 GHz. Parmi les trois équipements nécessaires pour les services basés sur la bande 28 GHz, les stations de base sont en cours de test, alors que ni les terminaux ni les logiciels ne sont développés.	12 % du territoire couvert avec 118 000 stations en juin 2020.	Cinq jours après le lancement du service 5G en avril 2019, le plan « *5G Plus Strategy* » a été élaboré par le MSIT (*ministry of science and ICT*) pour la commercialisation de la 5G et la création d'un « comité stratégique 5G Plus » dédié à la bonne mise en œuvre du plan a été annoncée. Ce comité public-privé regroupe deux fois par an plusieurs ministères et des experts. Le 3e comité a été organisé en avril 2020 en regroupant une trentaine de personnes, y compris 11 vice-ministres (incluant pour la première fois les ministères de l'éducation et de la défense) et 13 experts du secteur privé. Quant à l'élaboration du « *5G+ Spectrum Plan* », 5 réunions de concertation ont été tenues en présence des opérateurs (SKT, KT, LGU+), des fabricants (Samsung, Qualcomm, Nokia, Ericsson-LG), et des diffuseurs, et un débat public a été organisé avant que le projet du plan soit déterminé. Le « comité stratégique 5G » est également en étroite relation avec plusieurs chaînes privées de consultation, tels que le « 5G Forum » (un groupe de coopération et de communication entre le milieu industriel et académique sur les services de communication de 5e génération qui a été créé en mai 2013), pour assurer une concertation plus ouverte et systématique.	Le gouvernement coréen et le milieu académique affirment qu'il n'existe pas de « preuves scientifiques » jusqu'à présent pour prouver l'impact négatif des ondes électromagnétiques 5G sur la santé. Par conséquent, le gouvernement n'a pas conduit d'étude préalable en son propre nom avant le déploiement de la nouvelle technologie.	Aucune étude n'a pour l'instant était lancée sur ce sujet.

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
Japon	126,3 M 334 hab/km^2 NTT Docomo, KDDI, Softbank et Rakuten	3,6-4,1 GHz, 4,5-4,6 GHz, 27,0-28,2 GHz et 29,1-29,5 GHz Le gouvernement japonais a adopté un calendrier d'actions s'étalant de 2015 à 2020 avec des tests en milieu réel menés à partir de 2017. En avril 2019, le Ministère de l'Intérieur et des Communications (MIC) a attribué aux quatre opérateurs télécom japonais les licences leur permettant l'usage des fréquences radiophoniques 5G.	Le MIC a divisé le territoire japonais en 4 500 zones de 10 km^2 chacune, et prévoit que des antennes soient installées dans plus de 50 % d'entre elles d'ici 5 ans. Selon les engagements pris par les opérateurs auprès du MIC, d'ici 2024, NTT Docomo a un objectif de couverture de 97 % du territoire, KDDI 93,2 %, SoftBank 64 % et Rakuten 56,1 %.	NTT Docomo : en mars 2020, 150 sites opérationnels et 29/47 préfectures couvertes KDDI : lancement en mars 2020 dans 15/47 préfectures Soft Bank : lancement dans 7/47 préfectures en mars 2020 (anticipe que 90 % de la population aura accès au 5G d'ici 2021).	NTT Docomo : en mars 2020 150 sites opérationnel	Le calendrier d'actions (cf. 1ère question) a été élaboré par le MIC en accord avec le 5GMF (*Fifth Generation Communication Forum*, créé en septembre 2014, afin de promouvoir la R&D sur la 5G, d'identifier les enjeux technologiques et de favoriser l'adoption de nouvelles réglementations) qui est composé d'industriels du secteur des TIC, d'entités publiques, d'acteurs académiques et de chercheurs. Les lignes directrices sur l'installation d'antennes spécifiques pour l'introduction des systèmes de communication mobile de 5^e génération, qui ont été élaborées au moment de l'attribution des licences, ont été soumises à consultation publique. La législation n'oblige toutefois pas les autorités japonaises à donner des informations aux résidents qui se trouvent ou vont se trouver à proximité d'une antenne.	Non	Non
Singapour	5,7 M 7876 hab/km^2 Non renseigné	2020 pour la bande millimétrique (26,3-29,5 GHz) 2021 pour la bande des 3,5 GHz	Objectif de couvrir la moitié de Singapour d'ici 2022 et tout le pays d'ici 2025	Non renseigné	Non renseigné	Oui, deux consultations ont été organisées (cf. liens vers la première, la seconde).	Oui	Oui

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
EUROPE								
Allemagne	83,1M 233 hab/km² 1&1 Drillisch, Telefonica, Deutsche Telekom, Vodafone	700 MHz : juin 2015 2 GHz + 3,4-3,7 GHz : juin 2019 3,7-3,8 GHz : décembre 2019 (pour les « verticaux » qui sont les utilisateurs autres que grand public : industrie, services, etc.) 26 GHz : attribution potentielle sur candidature Dans une nouvelle étape d'expansion, des bandes de fréquences plus élevées dans la gamme des ondes millimétriques ou centimétriques sont également prévues pour la 5G (par exemple dans la bande des 26 GHz, 40 GHz ou jusqu'à 86 GHz). Les enchères se sont achevées le 12 juin 2019 au terme de 12 semaines de négociations pour un montant total de 6,6 Mds€.	D'ici fin 2022 : - Couverture de 97 % des foyers par Land avec un débit supérieur à 100 Mb/s et 98 % au niveau national - Couverture de toutes les autoroutes et des principales routes nationales avec un débit de 100 Mb/s et avec une latence inférieure à 10ms - Couverture de toutes les liaisons ferroviaires avec plus de 2 000 passagers par jour avec un débit > 100 Mb/s - Déploiement d'au moins 1 000 stations 5G et au moins 500 nouvelles stations avec un débit supérieur à 100 Mb/s en « zone blanche » D'ici 2024 : - Couverture de l'ensemble du réseau routier fédéral avec un débit supérieur à 50 Mb/s - Couverture de toutes les voies navigables principales et des ports avec un débit à 50Mb/s d'ici 2024 - Le reste des infrastructures ferroviaires avec un débit supérieur à 50 Mb/s.	Deutsche Telekom : objectif d'atteindre 1 500 antennes dans 20 villes d'ici fin 2020 (450 antennes fin 2019), soit une couverture de 40 M de personnes fin 2020 Vodafone : objectif de couvrir 10 M fin 2020	Non renseigné	La BNetzA a organisé des consultations avant toutes les étapes importantes de l'octroi des fréquences : documents d'orientation stratégiques ou projets de décision auprès des parties intéressées. Le débat public n'a par contre pas été particulièrement stimulé par le gouvernement, au-delà de l'examen des décisions par les parlementaires. Les consultations n'ont pas abordé les aspects sanitaires ou environnementaux de l'utilisation des fréquences.	Le gouvernement allemand n'a pas mené d'étude d'impact sur la santé dédiée à l'introduction de la technologie 5G, mais plusieurs projets en cours, dans le cadre de la recherche du Ministère de l'environnement sur les effets des rayonnements électromagnétiques sur la santé humaine, contiennent une dimension 5G. Toutes les études en cours sont commandées par le Ministère fédéral de l'environnement, et supervisées par l'Office fédéral de la protection contre les radiations (*Bundesamt für Strahlenschutz - BfS*). Le Ministère de l'environnement indique que d'autres projets de recherche seront planifiés en fonction des résultats des études en cours.	Aucune étude d'impact globale sur l'environnement n'a été conduite par le gouvernement allemand. A une question du groupe parlementaire des Verts au Bundestag sur un possible lien entre la diminution du nombre d'insectes et l'augmentation des champs électromagnétiques de radio fréquences, le gouvernement a répondu qu'un lien de causalité n'était pas « plausible ». Une étude est cependant menée par les équipes du Ministère de l'environnement concernant les conséquences environnementales du déploiement 5G, uniquement sous le prisme de l'augmentation de la demande énergétique.

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
Belgique	11,5 M 355 hab/km²	L'octroi des droits d'utilisation provisoire concerne un total de 200 MHz de spectre disponible sur la bande 3600-3800 MHz. Chacun des 5 opérateurs retenus dispose donc de 40 MHz. Les opérateurs peuvent cependant déployer la 5G dans les bandes 3G et 4G existantes. Proximus a d'ailleurs commencé à déployer la 5G dans la bande 2100 MHz (qualifiée de « *5G Light* » par la presse belge).	La mise aux enchères des nouvelles bandes de fréquences 5G a pris du retard en raison de l'absence d'un accord des entités fédérées sur la répartition des revenus qui seraient issus de la vente de ces fréquences, puis par la chute du gouvernement fédéral fin 2018. Compte tenu de l'impasse actuelle relative à la formation d'un gouvernement fédéral de plein exercice et des délais de la procédure législative postérieure à un éventuel accord (avis du Conseil d'État, Parlement, appel à candidatures, ...), l'attribution des licences définitives pour les nouvelles bandes 700 MHz et 3600 MHz ne pourrait vraisemblablement pas aboutir avant la fin de l'été 2021, voire au-delà. Les projets d'arrêtés royaux prévoient une obligation de couverture de la population (le taux a évolué entre 98 % et 99,8 % dans les différents stades du projet), ainsi qu'une obligation pour certaines lignes de chemin de fer.	Afin de permettre d'avancer néanmoins sur le déploiement de la 5G, l'IBPT (institut belge des services postaux et des télécommunications) a proposé fin janvier 2020 d'octroyer des droits d'utilisation provisoire en attendant la mise aux enchères finale du spectre. Dans le cadre de cette procédure, cinq opérateurs (Proximus, Telenet, Orange Belgium, Cegeka et Entropia) ont été retenus par l'IBPT le 14 juillet 2020 afin de tester leur réseau et de lancer les premiers développements. Les licences temporaires seront exploitables jusqu'à la vente des licences officielles définitives.	Non renseigné	La procédure d'attribution des fréquences provisoires incluait une consultation publique menée par l'IBPT, dont le calendrier a été maintenu en période de confinement entre le 24 mars et le 21 avril 2020, suscitant la controverse. L'IBPT a reçu à cette occasion près de 5 000 contributions émanant d'associations, de citoyens ou de communes. Elles portaient pour grande partie sur l'utilité d'une offre 5G, mais aussi sur les risques sanitaires liés à l'exposition aux rayonnements des antennes 5G ainsi que sur le respect de la vie privée et la cybersécurité. Une communication de l'IBPT apportant des réponses aux grandes catégories de questions soulevées a été mise en ligne sur le site du régulateur. Il convient de noter que l'annonce par Proximus le 31 mars 2020 du lancement d'une 5G « *light* » (basée en réalité sur les antennes 4G de l'opérateur) était venue télescoper la consultation publique menée par l'IBPT et avait ravivé les oppositions, exprimées par la société civile (collectif « stop5G.be » entre autres) et la classe politique, qui dénoncent les risques que font courir la 5G sur la santé et l'environnement. Les oppositions citoyennes ont ainsi conduit au blocage de l'initiative de Proximus par les bourgmestres (maires) wallons, (à l'exception de deux zones dont celle de l'aéroport de Charleroi et près de Tournai), et à demander à l'opérateur davantage d'informations sur l'impact de la nouvelle technologie en matière de santé et d'environnement.	Les questions liées à l'impact des ondes radioélectriques sur la santé relèvent des Régions qui fixent les normes maximales d'émissions. Ainsi, en Région wallonne – où les oppositions à la 5G sont marquées – après l'octroi des licences provisoires, un groupe d'experts vient d'être mis en place en juillet, afin, entre autres, d'évaluer l'impact environnemental et sanitaire de la 5G. En ce qui concerne les personnes dites électrosensibles, le gouvernement wallon a annoncé « *veiller à la situation particulière* » de ces personnes et « *préservera des lieux protégés des rayonnements non ionisants, afin notamment de soutenir le tourisme naturel* ». Les conclusions du groupe d'experts seront remises au ministre-président wallon au plus tard quatre mois après le début de leurs travaux.	Cf. question précédente

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
Danemark	5,8 M 3 hab/km² TDC, Telenor, 3, Telia	Enchères tenues en mars 2019 pour les bandes 700, 900 et 2 300 MHz	Non renseigné	L'exploitation de la bande des 700 MHz était prévue à partir d'avril 2020.	Non renseigné	Oui, une consultation technique en mars 2018 pour préparer l'attribution des bandes de fréquence.	Oui, à partir de l'état des connaissances et en application des règles de l'OMC.	Non
Espagne	46,9 M 93 hab/km² Telefonica, Orange, Vodafone, MasMovil	3,4-3,6 GHz : 2016 (mais probablement utilisée pour du 4G) 3,6-3,8 GHz (200 MHz) : juin 2018 700 MHz : T1 2020 mais reporté du fait du Covid (T1 2021) A ce jour, il n'y a pas de date estimée d'attribution pour les fréquences 26 GHz.	5 villes pilotes déployées (Alcobendas (Madrid), Barcelone, Malaga, Ségovie, Talaveira de la Reina (Tolède)) L'objectif à long terme du déploiement de la 5G est une couverture similaire à celle actuellement disponible avec la 4G, qui est supérieure à 98 % de la population espagnole.	Vodafone : lancement commercial en juin 2019 avec 15 villes couvertes, 21 villes couvertes en mai 2020	Non renseigné	« Le Plan national 5G 2018-2020 » a été élaboré en tenant compte des contributions et des conclusions de la consultation publique effectuée fin 2017, soit un total de 51 contributions des associations, des organisations et des particuliers. Des consultations publiques ont également été réalisées concernant les fréquences attribuées. Parmi les demandes formulées on relève le besoin de soumettre le plan à une analyse environnementale et sanitaire. Ces demandes n'auraient pas été prises en compte.	Non. La seule mention à l'impact sur la santé dans le Plan 5G 2018-2020 est faite dans le cadre des résultats des projets pilote : « *le Ministère obtiendra, par le biais des projets pilotes, plus de connaissances concernant les aspects liés [...] aux défis qui se posent dans d'autres domaines comme la cyber sécurité, l'impact environnemental et sur la santé* »	Non. Cf. colonne précédente
Estonie	1,2 M 27 hab/km² Elisa, Telia et Tele2	3,6 GHz : fin 2020 700 MHz et 26 GHz : 2021 La crise sanitaire et la situation d'urgence ont en effet amené le ministère des Affaires économiques à prolonger la période pour la consultation publique sur le règlement visant à modifier les termes et conditions de l'appel d'offres pour l'octroi des fréquences 5G jusqu'au 31 juin 2020.	Le calendrier de déploiement de la 5G est connu dans les grandes lignes, mais reste vague. Le pays entend achever le déploiement de la 5G en 2023 dans les grandes villes et banlieues, et d'ici 2025 pour les principaux corridors de transport, sous-entendu les liaisons entre les trois pays baltes (dont le futur projet Rail Baltica) et les principaux axes routiers (en prévision de l'arrivée des véhicules autonomes). La priorité est donnée aux grandes villes et aux corridors de transport. Les autorités	Les opérateurs ont annoncé qu'ils ne déploieront la 5G que là où les volumes du réseau atteignent la limite de leur capacité. Ils ne souhaitent néanmoins pas dévoiler de délai de déploiement précis. Seul l'opérateur Elise a déclaré être prêt à déployer la 5G.	Le ministère des Affaires économiques et des Communications estonien n'entend pas réguler le type d'antennes qui va être utilisées pour le déploiement de la 5G.	La dernière concertation en date portée par le ministère des Affaires économiques s'est achevée le 31 juin 2020, date étendue pour la concertation publique sur le changement législatif concernant la publication des appels d'offre pour l'attribution des fréquences 5G. En effet, le nouveau ministre a décidé de diviser les bandes de fréquences en quatre au lieu de trois prévues initialement. Ce projet a rencontré l'hostilité de certains opérateurs de télécommunications (Telia et Tele2). Une initiative citoyenne visant à stopper le déploiement de la 5G jusqu'à ce que des recherches soient menées par des	Le cancérologue suédois a publié un compte-rendu de cette audition (cf. case de gauche), dans lequel il reproche aux autorités estoniennes compétentes leur manque de culture scientifique dans le domaine de la 5G, et le fait qu'elles s'appuient largement sur les études internationales (qu'il ne soutient absolument pas). On y apprend que le Conseil	Non

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
			estoniennes ont également une approche libérale dans les objectifs de couverture, dans la mesure où elles laisseront les opérateurs et le marché décider des zones qui seront couvertes.			scientifiques indépendants a été lancée dans le pays et a abouti à une audition parlementaire au sein des commissions des affaires sociales et de l'environnement en juin 2019. Le mouvement avait porté un moratoire signé par 1 122 personnes (pour une population de 1,3 M d'habitants). Ce mouvement a été également soutenu par le cancérologue suédois Lennart Hartell et par Martin Pall, professeur de biochimie et sciences médicales à la Washington State University.	de santé aurait mené des recherches et mesures sur les champs électromagnétiques qui montrent que « *leur densité de puissance restent 1000 fois plus faibles dans un environnement de vie normal que la valeur limite la plus rigide pour les fréquences mobiles.* » Néanmoins, le Conseil de santé n'a rien publié officiellement.	
Finlande	5,5 M 16,3 hab/km^2 Telia Finland, Elisa et DNA	Les licences attribuées lors de la mise aux enchères d'octobre 2018 concernaient l'exploitation des fréquences 3,5 GHz. Les licences attribuées le 8 juin 2020 concernaient les 3 blocs de fréquences de 800 MHz entre 25,1 GHz et 27,5 GHz.	La construction des réseaux 5G à partir de la bande de fréquence 26 GHz a pu légalement débuter à compter du 1er juillet 2020, et les licences accordées resteront valides jusqu'au 31 décembre 2033.	Elisa a annoncé en juin 2020 couvrir 1 M de personnes. Telia a indiqué couvrir sept villes fin 2019. DNA indique qu'il couvrira 20 villes d'ici la fin de l'été 2020.	Non renseigné	Le ministère des Transports et des Communications a mené une consultation publique portant sur : - Le décret du gouvernement sur la mise aux enchères des gammes de fréquences 25,1 GHz-27,5 GHz ; - Le décret amendant le décret portant l'usage du spectre des radiofréquences et du plan d'attribution des fréquences ; - Les notifications de demande de licences. L'agence Traficom a également mené une consultation publique sur le projet de réglementation concernant la mise aux enchères des gammes de fréquences 25,1 GHz – 27,5 GHz et sur les termes techniques de l'attribution des licences. Il n'y a pas eu de débat public de grande ampleur en Finlande. A noter également qu'une pétition en faveur de l'interdiction pure et simple de	D'après nos interlocuteurs, il n'y a pas eu d'étude d'impact sur la santé conduite préalablement à l'octroi des licences pour la construction du réseau 5G.	Selon nos interlocuteurs, aucune étude d'impact sur l'environnement n'a été menée en Finlande avant l'octroi des licences pour la construction du réseau 5G. Des réponses à la consultation publique font cependant mention d'inquiétudes quant à de possibles impacts négatifs sur l'environnement.

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
						la technologie 5G en raison de ses prétendus effets nocifs sur la santé a été lancée en mars 2019. Elle n'a pu cependant recueillir qu'un peu plus de 7 500 signatures, bien loin des 50 000 signatures nécessaires pour que le Parlement ne doive officiellement la prendre en considération.		
Hongrie	9,7 M 105 hab/km² Magyar Telekom, Télénor, Vodafone	3,4-3,8 GHz : mars 2020 Aucune offre n'a été déposée par les opérateurs pour la bande des 26 GHz.	Le développement de stations de base 5G a commencé par le centre de Budapest et Zalaegerszeg (Le projet Zalazone consiste dans la construction d'un complexe d'essais spécifiquement dédié aux véhicules autonomes), et se poursuit actuellement dans les grandes villes autour du lac Balaton. Par ailleurs, les stations seront généralement situées dans des parties fréquentées du centre-ville et autour des universités dans les villes suivantes : Miskolc, Gyor, Debrecen, Székesfehérvár, Pecs, Szeged et Eger.	12,4 M de cartes Sims fin 2019 Vodafone : Budapest couvert en octobre 2019 Magyar Telekom : lancement commercial de l'offre en avril 2020	Non renseigné	La seule concertation a été lancée à l'initiative du gouvernement par le biais d'une association « *Hungarian 5G coalition* » (juin 2017). Elle regroupe 50 membres : ministères, administrations, et entreprises afin de promouvoir la technologie 5G. Plusieurs conférences sur les bienfaits et avantages économiques de cette technologie pour l'industrie et les consommateurs ont eu lieu à intervalles réguliers. Le Gouvernement a lancé le 9 juin dernier un site officiel fournissant des informations collectées sur les effets biologiques et sanitaires de la 5G. Il y est fait mention du fait que des limites admissibles strictes conformes aux normes de l'UE s'appliquent en Hongrie ; les autorités hongroises procèderaient à des contrôles réguliers depuis 25 ans.	Le Gouvernement fait référence à des études réalisées par l'OMS.	Non
Irlande	5,2 M 74 hab/km² Eir, Vodafone et Three	En mai 2017, 700 MHz de la bande de fréquence de 3,6 GHz ont été attribués à 5 acteurs du marché des télécommunications. Les 5 acquéreurs se sont engagés à payer 78 M€ de redevances (60,5 M€ immédiatement et	Le gouvernement irlandais (précédente législature, le nouveau gouvernement a été constitué fin juin 2020) laisse aux opérateurs de réseaux mobiles privés le soin de définir leur calendrier de déploiement des infrastructures.	Eir a ouvert son offre 5G au public en octobre 2019. Il s'agit du réseau le plus étendu à ce jour (couverture dans 20 villes en janvier 2020). Vodafone a proposé une offre 5G au public en août	Non renseigné	A ce stade, l'Irlande n'a pas organisé de concertation publique sur la 5G.	Les autorités irlandaises font régulièrement référence aux recherches et aux recommandations internationalement reconnues, telles celles de l'Organisation	A ce stade, aucune étude sur l'environnement n'a été publiée en Irlande.

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
		17,7 M€ au fil de l'exploitation), un montant très faible par rapport aux licences 4G concédées en 2012 (854,6 M€ dont 450 M€ payés immédiatement). 700/2100/2300/2600 MHz : T4 2020		2019 mais sur des aires géographiques limitées aux 5 principales villes irlandaises (Cork, Dublin, Galway, Limerick et Waterford). Three a décidé de repousser l'ouverture de services 5G au public au second semestre 2020.			mondiale de la santé. Sur ces bases, elles affirment qu'il n'y a pas de preuve scientifique que l'exposition aux ondes électromagnétiques engendre des effets néfastes pour la santé, dès lors que les niveaux d'exposition sont inférieurs à ceux fixés par *l'International Commission on Non-Ionising Radiation Protection* (ICNIRP).	
Italie	60,3 M 208 hab/km² Telecom italia (TIM), Wind tre, Vodafone Italia, Illiad Italia	700 MHz + 3,4-3,8 GHz + 3,6-3,8 GHz + 26 GHz : octobre 2018	Le déploiement sur l'ensemble du territoire national est prévu entre 2025 et 2027, alors que les principales villes italiennes sont couvertes depuis fin 2019. Conformément à la délibération 231/18/CONS de l'autorité des télécommunications italienne (AGCOM), la 5G en fréquence 700 MHz (blocs remportés par TIM, Vodafone, Iliad) devra couvrir 80 % de la population à l'horizon 2025 et 99,4 % de la population d'ici 2027, ainsi que toutes les principales infrastructures de transport d'ici 2024. Iliad, en tant que nouvel arrivé sur le marché italien, dispose d'un délai supplémentaire d'un an pour atteindre ces échéances. La fréquence 700 MHz, actuellement utilisée pour la	Depuis 2019, la plupart des grandes villes italiennes (Turin, Gênes, Milan et banlieue, Brescia, Bologne, Florence, Rome, Naples, etc., ainsi que la République de San Marino) sont couvertes par TIM ou par ses concurrents (Vodafone, Wind-Tre). Vodafone : lancement commercial dans villes en juin 2019, objectif de 100 villes d'ici 2021 Telecom Italia (TIM) : couverture de 8	Non renseigné	Aucune concertation n'a été organisée par le gouvernement. Certaines régions, ont organisé des séminaires réservés aux maires et aux élus locaux afin de les sensibiliser aux bénéfices apportés par ces nouvelles technologies et aux questions des risques pour la santé.	Certaines régions, comme l'Émilie-Romagne, ont effectué des études d'impact pour évaluer la compatibilité de l'éventuelle augmentation des radiations électromagnétiques due à l'installation des antennes 5G avec les valeurs limites d'expositions fixées par la loi dans les zones habitées déjà couvertes par la 2G, 3G ou 4G.	Une délibération du 2 octobre 2019 du SNPA, l'organisme de coordination des agences environnementales régionales, et de l'agence environnementale nationale, a normalisé la réglementation suite à la publication du rapport IEC TR62669:2019, qui reprend les critères de l'IEC 62232:2017, en matière de facteurs de réduction des radiations.

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
			télévision, sera disponible en 2022. Il n'y a pas d'obligation de couverture chiffrée pour les autres fréquences.	villes italiennes en mars 2020. TIM envisage couvrir l'ensemble du territoire national avant 2026. TIM prévoit de couvrir 120 villes, 200 localités touristiques, 245 clusters industriels et 200 grands établissements industriels d'ici 2021.				
Lettonie	2 M 35 hab/km² LMT, TET et Télé 2	700 MHz + 1500 MHz : en cours de préparation 3,5 GHz (100 MHz) : novembre 2017 3,5 GHz (50 MHz restant) : septembre 2018 La filiale mobile de l'opérateur historique letton LMT a été privilégiée dans un premier temps en novembre 2017 pour le premier appel d'offre concernant la zone pilote portuaire de Liepaja.	La loi générale sur les télécommunications ne permet pas d'appréhender l'objectif national en matière de 5G. Des communiqués parlent de la complémentarité entre réseau 5G pour bénéficier de sa vitesse et de sa connectivité.	Non renseigné	Actuellement, il existe plus de 180 stations de base prêtes pour la 5G, qui pourront couvrir 10 % du territoire du pays.	Pas à notre connaissance. Selon les sondages parus sur place, moins de 20 % des Lettons craignent les effets de la 5G sur leur santé.	Pas d'étude d'impact spécifique.	Pas d'étude d'impact sur l'environnement.

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
Norvège	5,4 M 14 hab/km² Telenor, Telia et Ice	Les premières enchères pour les licences 5G ont eu lieu en juin 2019. Sur la bande 700 MHz, six blocs de 2×5 GHz ont été mis aux enchères. Sur ces six blocs, deux contenaient des obligations : l'une était que l'opérateur propriétaire de ce bloc devait impérativement couvrir toutes les autoroutes de 5G, et l'autre que le propriétaire devait couvrir tous les chemins ferrés de Norvège. Sur la bande 2,1 GHz, trois blocks de 2x5 GHz étaient mis aux enchères pour un total de 2x15 GHz.	Le déploiement du réseau 5G (hors pilotes) est à la charge de chaque opérateur. Il a débuté au premier trimestre de cette année (Telenor mi-mars, suivi par Telia mi-mai). Actuellement, seulement une minorité du territoire est couverte (pilote de Konsgerg, zones de Lillestrøm- Fornebu [banlieue d'Oslo], Oslo, Bergen, Stavanger, Trondheim, Bodø, Longyearbyen [Spitzberg]). Le réseau actuel couvre cependant une partie importante de la population, très concentrée géographiquement.	Telenor Norge : ouverture du réseau en mars 2020 Telia : lancement en mai 2020. Telia se donne pour objectif de couvrir (à travers son partenariat technologique avec Ericsson) la moitié de la population norvégienne d'ici à la fin 2021 et la totalité d'ici fin 2023.	Certains des opérateurs ont déjà déployé des antennes directionnelles.	Non renseigné	Aucune étude prospective *ex ante* ne semble avoir été menée sur les risques spécifiquement liés à la 5G. De façon générale, Nkom (autorité de régulation des télécoms) estime que l'évolution technologique induit une diminution des émissions électromagnétiques.	Idem
Pays-Bas	17,2 M 511 hab/km²	Le gouvernement néerlandais a annoncé le 21 juillet 2020 la vente des bandes 700, 1400 et 2100 MHz aux trois opérateurs néerlandais KPN, VodafoneZiggo et T-Mobile, pour un montant d'1,23 Md€.	Toutefois, les bandes de fréquences de 1400 et 2100 MHz, permettent surtout d'étendre la capacité du réseau 4G. La bande de fréquence 3,5 GHz, nécessaire pour permettre la très haute rapidité de la 5G, ne sera disponible qu'en 2022 aux Pays-Bas. La bande de fréquence 3,5 GHz est actuellement utilisée par les services de renseignements en Frise. Ces services doivent d'abord être déplacés avant de pouvoir libérer la fréquence 3,5 GHz pour le déploiement de la 5G. Il n'a pas encore été décidé de l'échéance ni des modalités de	https://www.vodafoneziggo.nl/en/nieuws/vodafone-lauches-5g-netherlands/	Il existe une exigence de couverture correspondant à 98 % de la surface de chaque municipalité néerlandaise. Au 1/1/2020, les Pays-Bas comptaient 355 municipalités (hors Caraïbes). Il existe en outre une exigence minimale de débit aux extrémités du réseau, dont la valeur est amenée à	Comme pour un certain nombre de projets de loi, plusieurs consultations numériques ont été organisées pour la 5G par le gouvernement. Le gouvernement s'appuie sur ces consultations pour évaluer les implications pratiques d'un projet de loi pour les groupes concernés, et les éventuels ajustements nécessaires. Au sein de la plateforme pour les connaissances sur les champs électromagnétiques (*Kennisplatform EMV*), un groupe consultatif a été mis en place, comprenant les représentants du secteur ainsi que les organisations plaidant pour une utilisation sûre des	Aucune étude d'impact sur la santé n'a été réalisée. Cependant des études sur les effets sanitaires ont été réalisées, ou sont encore en cours.	À notre connaissance, aucune étude d'impact sur l'environnement n'a été conduite. Cependant, le ministère a sollicité un avis de la commission pour les études d'impact environnemental (pendant néerlandais de l'Autorité environnementale), sur le contenu d'une éventuelle étude.

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
			la vente de la bande de fréquence 26 GHz.		évoluer, passant de 8 Mb/s en 2022 à 10 Mb/s en 2026. Selon le gouvernement, ce cahier des charges permettra d'assurer un débit moyen de 100 Mb/s sur le réseau néerlandais, avec un pic à proximité des antennes à 2 Gb/s.	champs électromagnétiques. Ce groupe se réunit au moins une fois par an.		L'autorité environnementale a émis sa note de cadrage. Dans sa note, l'autorité conseille d'envisager une étude d'impact environnemental des infrastructures pour la 5G dans les cas suivants : des tensions de 50 kV ou plus ; des tracés qui seront installés en partie sous le sol, où dans lesquels des lignes aériennes seront remplacées par des câbles souterrains.
Roumanie	21,3 M 82 hab/km^2 Orange România, Vodafone România, Telekom România et Digi.Mobil	D'après les autorités, la procédure d'attribution des fréquences sera finalisée à la fin de cette année. À noter, trois opérateurs ont obtenu en 2015 des licences pour l'exploitation des fréquences du spectre 3,4-3,8 GHz pendant 10 ans (Orange 115 MHz, Digi 50 MHz, Vodafon 40 MHz). Plan prévu pour 700 MHz, 800 MHz, 1500 MHz, 3600 MHz et 3400-3800 MHz (reporté au T4 2020).	Selon la stratégie nationale sur la 5G, la Roumanie envisage d'assurer la couverture des grandes villes, des principales infrastructures de transports (ferroviaires, routières), des aéroports et des ports, ainsi que des 10 les plus importants parcs industriels d'ici 2025. Ces objectifs pourront être révisés en fonction des consultations avec les opérateurs.	Vodafone : lancement commercial en juin 2019 dans certaines parties de trois villes Digi : lancement commercial en juin 2019 dans certaines parties de six villes Orange : couverture de 6 villes en janvier 2020	Non renseigné	Des consultations publiques ont été organisées par les autorités roumaines.	Aucune étude d'impact sur la santé ou sur l'environnement n'a été effectuée à ce stade en Roumanie.	Non

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
Royaume-Uni	66,5 M 274 hab/km² EE, O2, Vodafone UK et 3.	Les fréquences de la bande 700 MHz doivent être attribuées à l'été 2020. Les fréquences de la bande 3,4–3,6 GHz ont été attribuées en avril 2018 à Vodafone, Hutchison, Telefonica et EE. Les fréquences des bandes 3,6–3,8 GHz (« partie basse » de la bande 3,4–3,8 GHz) et 700 MHz devraient être mises aux enchères d'ici la fin 2020. Les fréquences de la bande 26 GHz ont été attribuées en licences locales pour des usages innovants, à partir de juillet 2019.	Le calendrier du déploiement de la 5G a été principalement déterminé par la « Stratégie 5G pour le Royaume-Uni », publiée en mars 2017 et mise à jour en décembre par le *Department for Digital, Culture Media & Sport* (DCMS). Les principaux objectifs de couverture sont les suivants : - couverture mobile 5G d'au moins 95 % du territoire ; - disponibilité des services essentiels sur les lieux de vie, de travail et de voyage ; - modèle de connectivité mobile rapide et fiable sur les principaux axes ferroviaires et routiers.	Les réseaux mobiles 5G ont été lancés entre mai 2019 et février 2020 par les 6 opérateurs britanniques. EE : lancement fin mai 2019 et couvre 80 villes en juin 2020 Three UK : lancement effectué dans un nombre réduit de zones Vodafone : lancement commercial en juillet 2019 dans sept villes O2 : lancement en octobre 2019 et 60 villes couvertes en juin 2020	Non renseigné	Plusieurs consultations ont été organisées, la plupart du temps sous la forme d'appels à témoignages (« *call for evidence* »). La majorité d'entre elles sont ouvertes au public, même si les principaux répondants sont des opérateurs mobiles, équipementiers, « *think tank* », et organisations scientifiques. Ces consultations portent principalement sur 3 sujets : - Processus d'attribution des fréquences ; - Stratégie et ambition du déploiement de la 5G ; - Exposition aux ondes électromagnétiques.	A la connaissance du SER, aucune étude spécifique d'impact du déploiement de la 5G sur la santé n'a été conduite. Néanmoins, le gouvernement et *Public Health England*, autorité compétente dans le domaine de la santé, s'appuient sur des études internationales et britanniques antérieures pour appuyer leurs recommandations en matière d'impact sur la santé de la 5G et des ondes électromagnétiques.	A la connaissance du SER, aucune étude d'impact du déploiement de la 5G sur l'environnement n'a été menée. Il est toutefois intéressant de noter que le sujet de l'efficacité énergétique des équipements du réseau 5G est de plus en plus important dans le débat public au Royaume-Uni.
Suède	10,3 M 25,3 hab/km² Télé2, Télia et 3 Sweden. Telenor.	700 MHz : Décembre 2018 3,5 GHz et 2,3 GHz : Novembre 2020. La principale vente aux enchères du spectre 5G, qui concerne les bandes moyennes de 3,5 GHz et 2,3 GHz, devait initialement se tenir au premier trimestre 2020. Les autorités ont été contraintes de la retarder afin de procéder à un examen de sécurité pour de se conformer à la loi sur les	La 5G sera, dans un premier temps, déployée dans les aires urbaines suédoises les plus densément peuplées. La Suède fait de la couverture totale du territoire un objectif à moyen-terme, mais ne souhaite pas l'imposer précocement aux opérateurs. Ainsi, les enchères de novembre 2020 pour les bandes 2,3 et 3,5 GHz ne seront pas associées à des obligations de couverture, contrairement à la bande 700 MHz. Le déploiement géographique de la 5G est laissé à la discrétion des opérateurs mobiles.	Le report de l'enchère principale a retardé le déploiement de la 5G sur les moyennes fréquences. Les opérateurs Télé 2, Telia et 3 Sweden ont tout de même déployé un embryon de réseau 5G au mois de juin à Stockholm, Göteborg et Malmö. Pour ce faire, les opérateurs concernés ont utilisé la bande basse de	Les opérateurs propriétaires pourront choisir de déployer des antennes directionnelles pour les bandes 700 MHz, 2,3 GHz et 3,5 GHz.	Des consultations ont été organisées en amont de la procédure d'attribution. De 2015 à 2018, PTS (l'agence des postes et télécommunications) a organisé plusieurs sessions de discussion (baptisées « Forums 5G ») auxquelles ont participé les opérateurs mobiles et les équipementiers. Bien qu'invitée à nourrir les échanges de ces « Forum 5G », la population ne s'est pas saisie de ce sujet trop méconnu à l'époque. Contrairement à la France, le débat public sur les effets sanitaires et environnementaux de la 5G est quasiment inexistant en Suède. Selon nos interlocuteurs, un travail de communication important est	Les autorités suédoises suivent les recommandations internationales et européennes sur la 5G. Elles n'ont pas fait d'étude d'impact sur la santé dans les conditions suédoises, selon nos interlocuteurs. Comme la majorité des fréquences des équipements 5G installés en Suède (3,5 GHz) est proche de celles des équipements existants	Il n'y a pas eu d'étude d'impact des équipements 5G sur l'environnement en Suède. Le législateur n'impose pas d'étude d'impact environnemental préalable aux équipementiers et opérateurs, selon le Code suédois de l'Environnement (*Miljöbalken*). L'installation d'équipements 5G ne nécessite pas non plus d'autorisation

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
		communications électroniques entrée en vigueur le 1er janvier 2020. Le calendrier d'attribution révisé prévoit désormais sa tenue le 10 novembre 2020. 26 GHz : 2023.		700 MHz acquise en 2018 et mis à niveau une partie du spectre de fréquences auquel ils avaient accès pour la 4G (2,1-2,7 GHz). Cette exploitation ne permet toutefois pas d'atteindre le débit et la vitesse de téléchargement des moyennes et hautes fréquences. Tele 2 : premier allumage du réseau en mai 2020 Telia Sweden : allumage du réseau à Stockholm, objectif de couvrir 12 villes fin 2020.		actuellement effectué par PTS pour présenter la 5G au grand public et mettre en avant les possibilités ouvertes par cette nouvelle technologie.	de 3G et 4G (2,1-2,7 GHz), il n'existe pas de nouveaux risques sur la santé et l'environnement liés à la 5G selon l'Agence suédoise de Radioprotection	spécifique auprès l'Agence suédoise de radioprotection selon la loi (2018-396) sur la radioprotection.
Suisse	8,5 M 208 hab/km² Swisscom, Sunrise, Salt	L'autorité indépendante de régulation du marché des télécommunications (ComCom) a attribué en février 2019 les premières fréquences de téléphonie mobile afin de développer la 5G aux trois principaux opérateurs suisses (Swisscom, Sunrise et Salt) pour un montant de près de 380 MCHF (soit 351,6 M€). Dans un premier temps, la 5G sera principalement mise en place dans la bande de	Suite à ces attributions, deux des trois opérateurs ont communiqué sur leurs objectifs de déploiement de la 5G. Swisscom a annoncé que la 5G devrait être ponctuellement disponible dans 60 villes et communes suisses d'ici fin 2019. Sunrise a annoncé la mise en place de la 5G dans 150 localités suisses fin mars 2019. Les concessions octroyées début 2019 obligent les opérateurs à mettre les nouvelles fréquences, d'ici 2024, à la disposition de la moitié de la population suisse. Afin de parvenir à ce résultat, la Suisse devra moderniser ses	Sunrise : lancement en septembre 2019 Swisscom : lancement en avril 2019 (objectif de couvrir 90 % de la population d'ici fin 2020)	Certaines sont déjà déployées, mais elles sont utilisées comme des antennes classiques, en attendant l'aide à l'exécution qui sera publiée par la DETEC département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication) fin 2020.	Le Conseil fédéral a mis en place un groupe de travail en septembre 2018, le groupe de travail « Téléphonie mobile et rayonnement », pour une durée d'une année. Ce groupe avait pour mandat d'analyser les besoins et les risques liés au déploiement des réseaux 5G et de formuler des recommandations. Le groupe de travail a publié ses conclusions en septembre 2019. Le groupe était composé d'experts ainsi que de représentants des opérateurs de téléphonie mobile, du corps médical et des autorités fédérales, cantonales et communales. La participation de la société civile à ce débat a, par conséquent, été modeste.	A l'heure actuelle, il n'y a pas eu d'étude d'impact sur la santé à propos du déploiement de la 5G. Toutefois, l'École Polytechnique fédérale de Zurich (ETHZ) mène actuellement une étude sur les effets de la 5G sur le cerveau et la génétique. Le Conseil fédéral a décidé de mettre en œuvre les six mesures d'accompagnement proposées par le	A l'heure actuelle, il n'y a pas eu d'étude d'impact sur l'environnement dans le cadre du déploiement de la 5G. Le DETEC remettra au Conseil fédéral, d'ici fin 2021, un rapport présentant les possibilités d'aménager les réseaux de téléphonie mobile dans le respect des principes du développement

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
		fréquences de 3,5 GHz. De plus, les fréquences comprises entre 700 MHz et 2,6 GHz, déjà employées actuellement, seront utilisées en plus de la bande à 3,5 GHz. Aucune fréquence supérieure à 24 GHz n'a encore été attribuée.	12 300 installations de téléphonie mobile (70 % de macrocellules et 30 % de petites cellules). Pour déployer un réseau de téléphonie mobile 5G avec une couverture nationale dans les fréquences disponibles et uniquement avec les cellules radio existantes, la puissance d'émission des 8 500 macrocellules devrait pouvoir être multipliée par 12,4. Cependant, il convient de noter que les concessions récemment octroyées n'obligent pas les opérateurs à déployer la 5G. Les autorités exigent la couverture de 50 % de la population pour ces nouvelles attributions, mais n'indiquent pas le choix de la technologie.			Le déploiement rapide de la 5G annoncé par les opérateurs a suscité des inquiétudes dans l'opinion publique. En conséquence, les cantons de Vaud et du Jura souhaiteraient geler provisoirement les projets d'extension du réseau 5G, en attendant les résultats des différentes études de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Il convient toutefois de noter que les cantons ne peuvent empêcher le déploiement de la 5G pour des raisons sanitaires. Ce domaine est réservé à la Confédération. Par ailleurs, les cantons de Genève et de Neuchâtel ont demandé au Conseil fédéral un moratoire national sur les ondes millimétriques (fréquences supérieures à 24 GHz), ondes utilisables par la 5G. En l'absence de décision du Conseil fédéral, le déploiement par les opérateurs se poursuit à l'heure actuelle. Une initiative populaire demande que les valeurs limites fixées par l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant ne soient pas relevées. L'initiative a été lancée le mardi 15 octobre 2019. L'initiative a jusqu'au 15 avril 2021 pour récolter les 100 000 signatures nécessaires. Une seconde initiative populaire souhaite faire porter la responsabilité des effets sanitaires de la 5G sur les opérateurs téléphoniques. L'initiative a jusqu'au 22 avril 2021 pour récolter les 100 000 signatures nécessaires à une votation.	groupe de travail « Téléphonie mobile et rayonnement », dans son rapport. Ces mesures comprennent le développement du monitoring de l'exposition au rayonnement et à la création d'un service de consultation de médecine environnementale sur le rayonnement non ionisant (RNI). Ce service de consultation de médecine environnementale devrait permettre de mieux étudier les cas d'électro sensibilité, et donc les effets sanitaires de la téléphonie mobile. La Suisse prévoit d'utiliser les antennes adaptatives dans le cadre du déploiement de la 5G. A l'heure actuelle, la Suisse possède déjà des antennes adaptatives sur son territoire mais les utilise comme des antennes standards, ce qui ne permet pas l'exploitation de leur plein potentiel. Ce principe de précaution s'explique par les	durable. L'étude portera notamment sur les différences entre les infrastructures à base de câble ou d'onde. Ce rapport devrait aussi fournir une meilleure base de décision pour les futures technologies de télécommunication.

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
							difficultés rencontrées dans la mesure des émissions d'ondes par une antenne adaptative. Les craintes de l'opinion publique concernant le déploiement de la 5G proviennent en partie du projet de pleine utilisation des antennes adaptatives. Suite aux craintes suscitées par ces antennes, le Conseil fédéral a défini le 22 avril 2020 les conditions d'exploitation de ces antennes. Le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) doit rédiger une aide à l'exécution pour le traitement des nouvelles antennes adaptatives. Le DETEC rédigera l'aide à l'exécution sur la base des résultats de mesures d'essais, qui détermineront de manière transparente l'exposition effective de la population due à ces antennes. Cette aide à l'exécution devrait être	

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
							communiquée d'ici la fin de l'année 2020.	
MOYEN-ORIENT								
Israël	9,1 M 445 hab/km² Partner, Celicom, Pelephone, Hot mobile	700 MHz et 3,7 MHz	2021 Objectif de couverture de 99 % du territoire	Non renseigné	Non renseigné	Oui, consultation publique au niveau national et local	Non	Oui, pour chaque station de base

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
OCÉANIE								
Australie	25,4 M 3 hab/km² Telstra, TPG Telecom, Vodafone Hutchison, Dense air Australie	3,6 GHZ : décembre 2018 26 GHz (entre 25,1 GHz à 27,5 GHz) : début 2021	Le processus d'enchères de 3,6 GHz a été conçu pour le déploiement dans 14 secteurs couvrant les zones métropolitaines et régionales d'Australie. La prochaine vente aux enchères vise à déployer la 5G dans 29 zones géographiques spécifiées, couvrant les régions les plus peuplées d'Australie.	Telstra : service disponible dans 47 villes en juin 2020 (avec 8 M de consommateurs potentiels) Optus : 290 sites 5G opérationnels en mai 2020 et objectif d'en avoir 1 200 supplémentaires.	Non renseigné	Le processus de réallocation de la bande 3,6 GHz a commencé en octobre 2016 avec la publication d'un document de travail sur l'utilisation future de la bande par l'ACMA, l'autorité chargée de la concurrence et de la consommation. Une consultation publique sur l'utilisation du spectre a été mise en place. Une analyse des résultats a été publiée en octobre 2017 et présente les décisions et les points de vue préliminaires qui ont formé la base de la recommandation ultérieure au ministre. L'ACMA a également publié des documents de consultation publique concernant le projet de recommandation de réaffectation en octobre 2017 et les projets d'instruments d'allocation en mai 2018. En ce qui concerne la prochaine vente aux enchères, l'ACMA est chargée de mener une consultation publique sur le déploiement de la nouvelle bande, afin de recueillir les avis sur les problèmes de concurrence potentiels. Les parties intéressées ont pu transmettre leurs commentaires jusqu'au 27 mars 2020. Le ministre a accepté de prolonger sa demande d'avis jusqu'au 15 mai 2020, la décision de la Cour fédérale sur le projet de fusion entre Vodafone Hutchison Australia et TPG Telecom ayant lieu en même temps.	Non	Non

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
Nouvelle-Zélande	4,9 M 18 hab/km^2 Vodafone, Spark et 2degrees	En décembre 2019, le gouvernement néo-zélandais a approuvé l'attribution, par voie d'enchères, d'une portion inutilisée de la bande 3,5 GHz (3 590-3 750 MHz). Ces droits devaient être attribués en tant que droits de gestion nationaux pour une période allant de la mi-2020 au 31 octobre 2022. Pour les droits à long terme sur la fréquence de 3,5 GHz, il était prévu un calendrier d'attribution à partir de novembre 2022. En mai 2020, la vente aux enchères de droits d'accès anticipés à court terme dans la fréquence de 3,5 GHz, qui devait commencer en mars 2020, a été annulée en raison des contraintes imposées par la Covid-19. Un processus d'allocation directe sera donc entrepris. Des offres seront faites de 40 MHz à Dense Air, 60 MHz à Spark et 60 MHz à 2degrees. Des fréquences plus élevées autour de	Il est prévu que les opérateurs mobiles de NZ fourniront une couverture nationale totale.	Trois opérateurs mobiles néo-zélandais, Vodafone, Spark et 2degrees, ont déployé des réseaux 4G pour couvrir plus de 96 % de la population. Jusqu'à présent, Vodafone et Spark ont déployé des réseaux 5G pour fournir des vitesses de données 10 fois plus rapides que les réseaux 4G actuels. En septembre 2019, Spark a testé la 5G à Alexandra, dans le sud du pays, étant le premier service commercial 5G fonctionnant en NZ. Depuis décembre 2019, Spark a déployé des réseaux 5G dans d'autres sites de l'île du Sud, notamment Westport, Twizel, Tekapo, Hokitika et Clyde. Spark était censé déployer des réseaux 5G dans plus d'endroits à partir de mars 2020. Depuis décembre 2019, Vodafone a lancé des réseaux 5G en améliorant près de 100 sites	Non renseigné	Une consultation technique a été organisée en mars 2018 par l'agence *Radio Spectrum Management* responsable de la gestion des fréquences radio. Le document de consultation traite des éventuelles bandes de fréquences 5G et de leur future attribution. Il demande également des informations sur tout autre obstacle au déploiement de la 5G en Nouvelle-Zélande. Les parties intéressées ont été invitées à commenter les questions soulevées par le document de consultation et d'autres questions liées à la 5G en Nouvelle-Zélande. Plusieurs documents de consultation publique ont été publiés entre 2018 et 2020, le dernier s'étant conclu le 29 mai 2020 (sur les fréquences entre 1700 et 2300 MHz). Plus spécifiquement sur la 5G, un document a été publié en juillet 2019 sur les fréquences à 3,5 GHz, invitant à la participation des entreprises, de la société civile et du public. Une dizaine de contributions ont été publiées en la matière. Enfin, en 2018, le Gouvernement a rassemblé toutes les questions du public, et publié un document de réponse dans le cadre de la préparation du pays à l'installation d'antennes 5G. Les principales associations de défense du consommateur sont membres du comité inter-agence mis en place par le Gouvernement, et influent donc directement sur les régulations.	Aucune étude d'impact sur la santé n'a été menée par les autorités néo-zélandaises, qui se réfèrent aux études indépendantes et internationales pour la mise en place de ses normes sanitaires en matière de 5G.	Aucune étude d'impact sur l'environnement n'a été menée par les autorités néo-zélandaises.

Annexe I

Pays	Population Densité Opérateurs	Calendrier d'attribution des fréquences pour la 5G	Calendrier de déploiement et objectifs de couverture officiels	État du développement commercial de la 5G	Calendrier de déploiement des antennes (nouvelles ou retrofit)	Une concertation technique ou citoyenne a-t-elle été organisée ?	Une étude d'impact sur la santé a-t-elle été conduite ?	Une étude d'impact sur l'environnement a-t-elle été conduite ?
		26 GHz seront introduites plus tard.		cellulaires à Auckland, Wellington, Christchurch et Queenstown pour couvrir environ 5% de la population. Au cours des deux à trois prochaines années, Vodafone prévoit de lancer 1 400 sites de cellules 5G supplémentaires, qui pourront couvrir environ 90 % de la population.				

Source : Mission

2.2. Effet sanitaire de la 5G

Cette partie détaille, en quatre questions, l'existence d'études sur les effets sanitaires de la 5G, des technologies antérieures ou encore des antennes directionnelles. Une question spécifique concerne les avis émis par des agences sanitaires ou de contrôle sur les effets sanitaires de la 5G.

Tableau 4

Continent	Pays	Observation
Amérique	Canada	
	États-Unis	
	Brésil	
Asie	Chine	
	Corée du Sud	
	Japon	
	Singapour	
Europe	Allemagne	Pays membre de l'Union européenne
	Belgique	Pays membre de l'Union européenne
	Espagne	Pays membre de l'Union européenne
	Estonie	Pays membre de l'Union européenne
	Danemark	Pays membre de l'Union européenne
	Finlande	Pays membre de l'Union européenne
	Hongrie	Pays membre de l'Union européenne
	Irlande	Pays membre de l'Union européenne
	Italie	Pays membre de l'Union européenne
	Lettonie	Pays membre de l'Union européenne
	Norvège	
	Pays-Bas	Pays membre de l'Union européenne
	Roumanie	Pays membre de l'Union européenne
	Royaume-Uni	
	Suède	Pays membre de l'Union européenne
	Suisse	
Moyen-Orient	Israël	
Océanie	Australie	
	Nouvelle-Zélande	

Source : Mission.

Annexe I

Pays	Recours à des études sur les effets sanitaires de la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des technologies antérieures à la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des antennes directionnelles ?		Des agences sanitaires ou de contrôle ont-elles émis un avis sur les effets sanitaires de la 5G ?	
AMÉRIQUE DU NORD								
Canada	NON	Santé Canada indique mener actuellement des recherches sur les impacts sanitaires des technologies de transmission d'ondes électromagnétiques, et déclare surveiller toutes les études scientifiques nationales et internationales sur le sujet. Parmi ces études figurent celles de la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants, les études d'EMF-Portal et celles de l'Electromagnetic *field literature search engine*. Aussi, par l'intermédiaire des Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC), le gouvernement du Canada a financé des projets extra-muros de recherche scientifique sur les champs électromagnétiques (CEM) dans le domaine des radiofréquences et la santé. Peu d'informations sont partagées par rapport à ce travail d'expérimentation.	OUI	En s'appuyant sur des « milliers d'études scientifiques », Santé-Canada affirme que l'exposition aux ondes électromagnétiques ne constitue pas un danger pour la santé sur les niveaux d'expositions encadrés par les limites canadiennes. Participation à l'étude Mobi-Kids.	NON	Hormis les études mentionnées précédemment, le gouvernement canadien ne s'est pas encore prononcé sur les résultats spécifiques des études épidémiologiques de suivi de personnes exposées aux antennes.	OUI	La vision canadienne sur la 5G repose principalement sur la comparaison des études internationales, notamment de l'Australie, des États-Unis et de l'UE. Santé Canada avance qu'aucune étude ne démontre des effets néfastes pour la santé (source). Le Canada dit détenir l'une des réglementations les plus strictes en matière de RF. Santé Canada a établi des lignes directrices sur l'exposition sécuritaire aux radiofréquences, le Code de sécurité 6 susmentionné, qui fixent des limites d'exposition très faibles, correspondant à moins de 50 fois la puissance des champs pouvant présenter un risque pour la santé. Pour l'instant, le gouvernement du Canada ainsi que le Conseil canadien pour la 5G (*5G C*ouncil) avancent l'argument selon lequel les installations 5G seront similaires aux installations et aux appareils sans fil actuels. Les produits 5G devront respecter les exigences à l'égard de l'exposition à l'énergie RF avant de pouvoir être vendus au Canada. Les exploitants d'antennes utilisant la technologie 5G devront continuer à se conformer aux mêmes obligations à l'égard de l'exposition aux RF. La division de la radiobiologie du gouvernement (BPRPCC) évalue et surveille actuellement les risques pour la santé et la sécurité liés à la radio-exposition des dispositifs, et participe aux mesures visant à réduire ces risques, effectue de la recherche sur les effets biologiques des rayons ionisants et non ionisants, et enfin élabore des lignes directrices, des normes et des codes de sécurité.

Annexe I

Pays	Recours à des études sur les effets sanitaires de la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des technologies antérieures à la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des antennes directionnelles ?		Des agences sanitaires ou de contrôle ont-elles émis un avis sur les effets sanitaires de la 5G ?	
États-Unis	NON	Sous la tutelle du *Department of Health and Human Services* (DoH) et du *National Institutes for Health* (NIH), le *National Institute of Environmental Health Sciences* (NIEHS) a mis en place un sous-programme du *National Toxicology Program* (NTP) dédié à l'étude des risques spécifiques aux téléphones portables. La Food and Drug Administration (FDA) s'appuie sur ces travaux (et ceux de la communauté internationale) pour rendre des avis et autorisations, par la suite repris par la FCC. A ce stade, aucune étude spécifique sur la 5G n'a été publiée par les instances gouvernementales. Le NTP a toutefois entrepris une réflexion, et projette d'adapter ses études menées sur les rongeurs à des cadres plus proches en conditions et en fréquence de ceux correspondant à la 5G. L'organisation communique sur l'absence de choix techniques définitifs pour le déploiement de la 5G, qui empêche de tirer des conclusions sur les effets sanitaires. La FDA se contente d'indiquer que, si on ne connait pas encore les détails techniques des matériels qui seront utilisés, elle n'a à ce jour relevé aucun risque supplémentaire pour la santé. Elle précise que les fréquences qui devraient être utilisées entrent dans les normes qu'elle autorise.	OUI	En novembre 2018, le NTP a publié les résultats d'études toxicologiques menées pendant deux ans sur des rongeurs. La forte exposition à des ondes électromagnétiques (téléphones 2G et 3G) a, par exemple, mis en évidence des effets néfastes telle que le développement de tumeurs dans le cœur de rats mâles. John Bucher, scientifique au NTP, note néanmoins que le niveau d'exposition aux ondes utilisées dans ces études ne peut être comparé directement à celui d'une utilisation humaine d'un téléphone portable. À la suite de ces premiers résultats, un nouvel article a été publié par le NTP en octobre 2019 sur les dégâts causés à l'ADN (cortex frontal du cerveau des rats mâles, cellules du sang de rats femelles). La FDA a toutefois relativisé la portée de ces études.	NON	La FDA suit les travaux de surveillance épidémiologique et notamment la base de données « Surveillance », « Epidemiology, and End Results » (SEER) entretenue par le NCI (« National Cancer Institute »), du NIH (« National Institutes for Health »). Les conclusions font valoir que si le taux d'équipement a largement progressé ces 10 dernières années, les risques surveillés ont plutôt diminué.	OUI	Au-delà de déclarations relativement informelles du NTP, les seules positions officielles affichées sont celles de la FCC reposant sur l'avis de la FDA qui n'identifie pas de danger particulier relative à la 5G (« no new implications for 5G »)

Annexe I

Pays	Recours à des études sur les effets sanitaires de la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des technologies antérieures à la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des antennes directionnelles ?		Des agences sanitaires ou de contrôle ont-elles émis un avis sur les effets sanitaires de la 5G ?	
Brésil	NON	Pas de commentaire	NON	Pas de commentaire	NON	Pas de commentaire	NON	Pas de commentaire
ASIE								
Chine	OUI	Une étude menée par l'Académie chinoise des sciences sociales estime que les fréquences utilisées par les téléphones portables sont comprises entre 3 kHz et 3 GHz, soit en-dehors de l'intervalle des radiations ionisées, ce qui impliquerait que les fréquences 5G sont inoffensives pour la santé. L'étude reconnait cependant que les effets réels de la 5G sur la santé seront connus lorsque les infrastructures auront été déployées.	Non renseigné		Non renseigné		OUI	Le 18 octobre 2019, Wu Hequan, académicien à l'Académie Chinoise d'Ingénierie a déclaré lors d'un forum dédié à l'industrie de la 5G qu'il ne « *faut pas s'inquiéter de la question des radiofréquences émises par les stations de base 5G* ».
Corée du Sud	NON	A ce stade, aucune étude spécifique sur la 5G n'a été publiée au nom du gouvernement. La Corée participe aux projets EMF (Electromagnetic fields) de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Le MSIT estime que l'appréciation sur les effets sanitaires des nouvelles technologies 5G pourra être établie sur la base de preuves scientifiques fiables dans le cadre d'une coopération internationale.	OUI	Une étude du MSIT comparant l'exposition générée par la 5G et la 4G (bande 3,5 GHz) a montré une exposition allant de 1 à 2 % des valeurs limites pour les installations 5G, soit un niveau plus bas par rapport à l'exposition due aux technologies 4G (LTE) dans les mêmes zones (de 1 à 3 %). Cette étude a été menée de mai 2019 à novembre 2019, les mesures ont été effectuées dans des écoles primaires/maternelles (542 mesures), dans les infrastructures publiques (parcs, aéroports, gares ferroviaires, pour un total de 409 mesures) et dans les quartiers fréquentés de Séoul (10 zones/ quartiers regroupant 128 stations de base 5G). Participation à l'étude Mobi-Kids.	NON	Une seconde étude menée par le MSIT de novembre 2019 à mars 2020 a mesuré l'intensité du champ électromagnétique aux alentours de nombreuses antennes 5G en Corée (une fois encore, l'étude ne précise pas s'il s'agit d'antennes directionnelles ou non). Les résultats montrent que l'intensité du champ électromagnétique au voisinage de ces antennes ne dépasse pas 6,2 % de la valeur de la norme.	OUI	La *National Radio Research Agency* a annoncé fin 2018 que les ondes électromagnétiques 5G ne constituaient pas un danger pour la santé. Selon cette agence, il n'y aurait pas d'impact négatif, en particulier sur la santé des citoyens, et confirme que la 5G dans les bandes 3,5 GHz est aussi sûre que la 4G. Par ailleurs, pour les bandes 28 GHz, les ondes électromagnétiques seraient absorbées par la surface de la peau, et il est donc difficile d'évaluer l'impact sur l'humain avec les méthodes de mesure traditionnelles (DAS, débit d'absorption spécifique). La NRRA confirme par conséquent qu'elle va creuser davantage pour développer des nouvelles méthodes de mesure afin de démontrer que la 5G n'est pas dangereuse. La Korea Communications Agency a également déclaré qu'elle a mené une expérimentation interne n'ayant montré aucun résultat significatif sur les dangers des ondes électromagnétiques 5G.

Annexe I

Pays	Recours à des études sur les effets sanitaires de la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des technologies antérieures à la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des antennes directionnelles ?		Des agences sanitaires ou de contrôle ont-elles émis un avis sur les effets sanitaires de la 5G ?	
Japon	NON	Pas de commentaire	OUI	Plusieurs études ont été menées dont : 1/ Enquête sur les effets cellulaires de l'exposition aux fréquences ultra-hautes (28 GHz) et fréquences intermédiaires des ondes électromagnétiques, menée par l'université de Kyoto, l'institut de santé publique de la préfecture de Kanagawa et l'université de Science de Yamaguchi (2017-2020). 2/ Étude sur les effets de l'âge et des conditions environnantes (i.e. taux d'humidité et température extérieure) sur les seuils de tolérance à l'exposition aux micro-ondes, menée par l'institut de technologie de Nagoya, l'université de Kurume et l'université de Saga (2019-2022). 3/ Étude sur les seuils de tolérance des yeux à l'exposition aux fréquences millimétriques (28 GHz ou 60 GHz), en fonction des conditions environnantes (i.e. taux d'humidité et température extérieure), menée par l'université médicale de Kanazawa, l'université Tokyo Metropolitan et l'institut de recherche Railway Technical (2019-2022). Participation à l'étude Mobi-Kids.	NON	Pas de commentaire	OUI	Le MIC a publié un « Questions-Réponses » sur les radiofréquences 5G. Les principales questions auxquelles il répond sont les suivantes : quelle est la différence entre les radiofréquences utilisées pour la 5G et celles des téléphones mobiles conventionnels ? Comment les radiofréquences utilisées pour la 5G peuvent-elles affecter la santé ? Est-ce que les effets thermiques des radiofréquences sont plus importants lorsque l'intensité est plus forte ? Une page web dédiée a également été créée pour expliquer pourquoi et comment l'exposition aux radiofréquences conformes aux standards est sans danger, tout comme l'installation d'antennes sur les toits ou près des habitations. S'agissant en particulier des effets sanitaires de l'exposition professionnelle aux ondes électromagnétiques 5G, le ministère de la santé et du travail (MHLW) –département de la protection des travailleurs- n'a pas publié de conclusions ni de communiqué officiel.
Singapour	OUI	Pas de commentaire	NON	Pas de commentaire	OUI	Pas de commentaire	OUI	La NEA (national environnement agency) a indiqué adhérer aux normes internationales (ICNIRP) et aux déclarations de l'OMS.

Annexe I

Pays	Recours à des études sur les effets sanitaires de la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des technologies antérieures à la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des antennes directionnelles ?		Des agences sanitaires ou de contrôle ont-elles émis un avis sur les effets sanitaires de la 5G ?	
EUROPE								
Allemagne	NON (études en cours)	Le gouvernement allemand n'a pas mené d'étude d'impact sur la santé dédiée à l'introduction de la technologie 5G mais plusieurs projets en cours, dans le cadre de la recherche départementale du Ministère de l'environnement sur les effets des rayonnements électromagnétiques sur la santé humaine, contiennent une dimension 5G. Toutes les études en cours (détaillées ci-après) sont commandées par le Ministère fédéral de l'environnement et supervisées par l'Office fédéral de la protection contre les radiations (Bundesamt für Strahlenschutz - BfS) qui est placé sous la tutelle du Ministère. Les universités ou autres institutions de recherche sont sélectionnées à l'issue d'un appel d'offres public. Le Ministère de l'environnement indique que d'autres projets de recherche seront planifiés en fonction des résultats des études en cours.	OUI	Dans le domaine des champs électromagnétiques à haute fréquence (en particulier la radio mobile), le BfS a mené un programme de recherche dédié aux télécommunications mobiles de 2002 à 2008 avec un budget de 17 M€ cofinancé par le ministère de l'environnement – ministère de tutelle du BfS - et par les opérateurs mobiles. Plus de 50 projets de recherche ont ainsi été réalisés sur le thème des champs radioélectriques mobiles, afin de clarifier les questions en suspens concernant les générations de radio mobile GSM et UMTS, qui étaient principalement utilisées à l'époque. Les résultats constituent encore aujourd'hui une base importante pour l'évaluation des effets possibles de la radio mobile dans ces gammes de fréquences. Le thème de la radio mobile, y compris les fréquences actuellement utilisées pour les premières stations 5G en Allemagne, est considéré comme particulièrement bien documentée par le BfS. Participation à l'étude Mobi-Kids.	NON	Pas de commentaire	OUI	Selon l'avis de la Bfs sur la 5G : « Dans un premier temps, les fréquences utilisées pour la norme de communication mobile 5G seront celles que nous utilisons déjà aujourd'hui pour les communications mobiles. L'effet du rayonnement électromagnétique de la radio mobile sur les humains a été bien étudié. En dessous des valeurs limites, aucun effet sur la santé n'a été prouvé. Les valeurs limites sont respectées. » « Dans quelques années, la 5G conduira à des fréquences plus élevées. Cependant, leurs effets n'ont pas encore été bien étudiés. L'Office fédéral de la radioprotection recommande une expansion prudente de la 5G et explorera plus avant les effets des nouvelles bandes de fréquences. L'expansion de la 5G entraînera probablement plus de mâts de transmission avec une puissance de transmission plus faible. Au cours des étapes d'expansion respectives de la 5G, il faut donc rechercher si les humains sont exposés à une plus grande quantité de rayonnement. L'Office fédéral de la radioprotection étudiera également plus en détail les effets possibles des nouvelles gammes de fréquences. »
Belgique	Non renseigné		OUI	C'est en 2000 que le Conseil Supérieur de la Santé (CSS) a rendu son premier avis concernant des recommandations en matière de limitation de l'exposition aux champs électromagnétiques de radiofréquence (CEM RF) dans le cadre de la téléphonie mobile.	NON	En Wallonie, le groupe d'experts aura comme deuxième mission de procéder à des analyses régulières, une fois que le réseau 5G sera déployé, afin d'évaluer si les antennes provoquent d'éventuels effets nocifs ou de nuisances non constatés dans la première phase de travail.	-	Le CSS « *rappelle qu'il est d'avis que le principe de précaution a lieu d'être appliqué, vu les incertitudes scientifiques, pour protéger la population et insiste sur sa recommandation d'une norme à 3 V/m.* » Cette position fait débat. Ainsi, le rapport de Sciensano pour la région Bruxelles Capitale indique que « *Le CSS estime dès lors que sa recommandation antérieure (3 V/m à 900 MHz) reste valable. Il voit dans l'application du principe de précaution le meilleur moyen*

Annexe I

Pays	Recours à des études sur les effets sanitaires de la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des technologies antérieures à la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des antennes directionnelles ?		Des agences sanitaires ou de contrôle ont-elles émis un avis sur les effets sanitaires de la 5G ?	
				Depuis lors, selon le CSS, « des milliers de publications scientifiques sont parues au sujet de leur influence potentielle sur la santé ». Le 1er octobre 2014, le CSS avait rendu un nouvel avis sur le sujet avec un point d'attention sur la 4G.				*d'éviter des dommages irréversibles au niveau de la santé publique. (…) En fait, l'avis du CSS est pour ainsi dire le plus strict au monde (la recommandation de l'ICNIRP est de ~ 42 V/m à 900 MHz, ce qui correspond à environ 200 fois la valeur SAR à 3 V/m). Cet avis est souvent accueilli avec incrédulité au niveau international. Il n'y a en réalité pas de véritable base scientifique à une norme aussi stricte* ».
Danemark	NON	Respect des recommandations de l'UE et l'OMS.		Non renseigné Participe à l'étude COSMOS.	NON	Pas de commentaire	OUI	Selon l'avis de l'autorité danoise de la santé et des médicaments (*Sundhedsstyrelsen*) : « *Nous estimons aujourd'hui qu'il n'y a pas de différence de risques pour la santé pour la 5G par rapport à la 3G et la 4G. L'important est de s'assurer que les valeurs limites sont respectées. L'Agence danoise de l'énergie veille au respect des valeurs limites.* »
Espagne	NON	Le rapport de février 2020 du comité consultatif scientifique en radiofréquence et santé (CCARS) sur 5G et santé est un document initial. Ce document a vocation à être évolutif, mais constitue plus un document informatif qu'un rapport technique. Ce rapport conclut qu'il faudra mesurer les niveaux d'exposition et qu'en tout état de cause, ces derniers ne devront pas dépasser les limites maximales permises en ce qui concerne les émissions électromagnétiques (cf. onglet réglementation)	OUI	Les seules études mentionnées par l'administration ont été réalisées dans un cadre universitaire. Notamment en 2017, une étude sur l'impact radiologique pendant un salon professionnel dans la ville d'Albacete (concentration de 50 000 personnes par heure en train d'utiliser leurs portables simultanément à partir des antennes déployées dans le terrain du salon par les opérateurs télécom). Le résultat de cette étude montre que les niveaux de radiation enregistrés pendant le salon sont deux fois supérieurs à ceux enregistrés une fois l'évènement fini. Néanmoins, ces niveaux restent entre 10 000 et 100 000 fois inférieurs aux limites établis pour la Commission International pour la Protection face aux Radiations non Ionisantes (ICNIRP). En outre, les antennes utilisées dans le salon d'Albacete étaient de type non directionnel. Participation à l'étude Mobi-Kids.	NON	Pas de commentaire	NON	Le principal rapport « *Informe sobre Radiofrecuencias y Salud 2016* » contient un addendum sur la 5G. Il indique que le CCARS, dans son dernier « Rapport sur les radiofréquences et la santé 2013-2016 », conclut qu'il n'y a actuellement aucune raison technique ou sanitaire justifiant l'imposition arbitraire de limites d'exposition beaucoup plus restrictives et nettement inférieures à celles recommandées par l'OMS - ICNIRP et l'Union européenne. Selon le CCARS, « *On s'attend à ce que les niveaux d'exposition prévisibles ne changent pas de manière significative et, dans tous les cas, ne dépassent pas les limites maximales autorisées qui garantissent la santé publique en ce qui concerne les émissions électromagnétiques.* »

Annexe I

Pays	Recours à des études sur les effets sanitaires de la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des technologies antérieures à la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des antennes directionnelles ?		Des agences sanitaires ou de contrôle ont-elles émis un avis sur les effets sanitaires de la 5G ?	
Estonie	NON	Pas de commentaire	NON	Pas de commentaire	NON	Pas de commentaire	OUI	Référence aux études internationales (OMS, UE, ICNIRP)
Finlande	NON	Sur la base des études, l'autorité de sûreté nucléaire et des radiations, le STUK, conclut que les fréquences 3,5 GHz ne diffèrent pas significativement des fréquences déjà utilisées dans les générations précédentes (2G, 3G, 4G). L'autorité de sûreté n'exprime pas beaucoup plus d'inquiétudes à propos des bandes de radiofréquences qualifiées d'extrêmement haute fréquence qui ont vocation à être mises en place pour le développement du réseau 5G, tant que l'exposition reste au-dessous du seuil des valeurs limites définies. Les valeurs limites d'exposition de la population font l'objet d'une actualisation par l'autorité de sûreté nucléaire et des radiations (STUK) si nécessaire, en se basant notamment sur les résultats d'études de la littérature scientifique de groupes d'experts internationaux de référence : (OMS, SCENIHR/SCHEER, ICNIRP). L'autorité de sûreté ne fournit pas plus de précisions quant aux caractéristiques des antennes dans ces études.	OUI	La Finlande participe à l'étude internationale COSMOS qui a débuté en 2009 et qui a pour but d'analyser sur le long terme les éventuels effets sur la santé de l'exposition aux radiofréquences liée à l'utilisation des téléphones portables. Cette étude initiée par l'OMS implique environ 300 000 personnes sur plusieurs pays (Finlande, Suède, Danemark, Royaume-Uni, France et Pays-Bas). La partie finlandaise de l'étude a soumis le questionnaire à 15 000 Finlandais. Les résultats de cette étude pour la Suède et la Finlande montrent que les personnes utilisant intensivement les appels via leur téléphone ont signalé des maux de tête hebdomadaires légèrement plus fréquent que les autres utilisateurs. Ce résultat n'est cependant pas lié au temps d'appel avec une exposition plus élevée aux champs de radiofréquences électromagnétiques. De même, les acouphènes et les pertes auditives n'étaient pas associés à la durée de l'appel.	NON	Pas de commentaire	OUI	En termes d'exposition, le STUK considère que les fréquences 3,5 GHz (dont les licences ont déjà été attribuées) ne diffèrent pas significativement des fréquences déjà utilisées dans les générations précédentes (2G, 3G, 4G). En conséquence, les recherches et les travaux existants concernant l'impact de l'exposition de la population aux antennes sont également valables lorsqu'il s'agit d'évaluer le risque du déploiement de ces fréquences pour la 5G.

Annexe I

Pays	Recours à des études sur les effets sanitaires de la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des technologies antérieures à la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des antennes directionnelles ?		Des agences sanitaires ou de contrôle ont-elles émis un avis sur les effets sanitaires de la 5G ?	
Hongrie	NON	Un comité constitué par cinq chercheurs au sein de l'Académie hongroise des Sciences a publié une étude préliminaire synthétisant les informations scientifiques actuellement disponibles au sujet de la 5G. Le résumé de ces travaux attire l'attention sur la nécessité d'un suivi continu des effets de la technologie 5G, ainsi que du besoin d'une subvention d'État pour soutenir ces recherches. D'après le planning de l'Académie, un débat scientifique public autour des effets sanitaires de la 5G pourrait intervenir à l'automne 2020 ; le résumé et la prise de position formulée en conséquence devraient être rendus publics, probablement en octobre prochain.		Non renseigné hors référence aux études internationales.	NON	Pas de commentaire	OUI	cf. avis comité de cinq chercheurs de la première question de cette ligne
Irlande	NON	Les autorités irlandaises considèrent que l'introduction de la 5G, utilisant des radiofréquences existantes ou nouvelles, ne modifie pas les caractéristiques de ces fréquences. Les équipements 5G sont ajoutés aux réseaux de télécommunications existants, avec la possibilité d'une légère augmentation de l'exposition globale aux ondes radio. Cependant, le niveau d'exposition total ou cumulé aux RF devrait rester faible et inférieur aux directives de l'ICNIRP qui s'appliquent jusqu'à 300 GHz. Par conséquent, aucune étude n'est prévue.	OUI	L'Irlande a institué un groupe d'experts chargé d'examiner un large éventail de questions liées aux effets potentiels sur la santé des ondes électromagnétiques. En 2015, le gouvernement a commandé un rapport à l'Institut national de la santé publique et de l'environnement des Pays-Bas (RIVM). Celui-ci a été publié en 2016. Ce rapport réaffirme la conclusion générale d'un rapport de 2007, selon laquelle les preuves sont insuffisantes pour établir une relation de causalité entre l'exposition aux champs électromagnétiques à basse fréquence et les effets néfastes sur la santé.	Non renseigné		OUI	L'agence irlandaise de protection de l'environnement (EPA, Environment Protection Agency) est chargée d'assurer le suivi de l'exposition du public aux ondes électromagnétiques, y compris les fréquences utilisées pour la 5G. A ce stade, l'agence n'a pas publié le résultat des études qu'elle est chargée de mener. Elle a cependant publié un avis concluant que : « *Les effets des champs électromagnétiques (CEM) sur les humains ont fait l'objet de recherches importantes. Cela inclut les fréquences radio utilisées et envisagées pour la 5G dans les communications mobiles et d'autres applications. Aucun effet sur la santé n'a été prouvé à des niveaux inférieurs aux directives de l'ICNIRP pour les membres du public, de sorte qu'aucune conséquence pour la santé publique n'est attendue de l'utilisation de la 5G.* »

Annexe I

Pays	Recours à des études sur les effets sanitaires de la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des technologies antérieures à la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des antennes directionnelles ?		Des agences sanitaires ou de contrôle ont-elles émis un avis sur les effets sanitaires de la 5G ?	
Italie	NON	Pas de commentaire	OUI	Les autorités se sont basées sur les études scientifiques existantes. Participation à l'étude Mobi-Kids.	NON	Pas de commentaire	OUI	L'ISS (*Istituto Superiore di Sanità*) a formulé un avis sur la 5G : « *Les normes internationales de protection définissent des limites d'exposition aux champs électromagnétiques, dont le respect garantit amplement, grâce également à l'introduction de facteurs de réduction appropriés, que le seuil des effets thermiques n'est pas dépassé.* », « *La 5G, comme les technologies actuelles de téléphonie mobile des deuxième, troisième et quatrième générations (2G, 3G et 4G), ne nécessite pas de signaux électromagnétiques d'une intensité telle qu'elle induise des augmentations significatives de la température corporelle des sujets exposés. Aucun problème n'est prévisible en ce qui concerne les effets connus des champs électromagnétiques* », « *Cependant, il est important que l'introduction de cette technologie s'accompagne d'un suivi attentif des niveaux d'exposition (comme c'est déjà le cas actuellement pour les niveaux actuels), les données disponibles ne suggérant pas de problèmes particuliers pour la santé de la population liés à l'introduction de la 5G. technologies de la téléphonie mobile) et que la recherche sur les effets possibles à long terme se poursuit.* ».
Lettonie	NON	Petit pays de moins de deux millions d'habitants, la Lettonie ne dispose pas de service de sante spécialisé chargé de l`évaluation des effets sur la sante des champs électromagnétiques et de l`élaboration des normes nationales relatives à l'exposition aux champs électromagnétiques. L'Inspection de la santé lettone est la structure générale en charge des effets du déploiement de la 5G.	NON	Pas de commentaire	NON	Pas de commentaire	OUI	L'Inspection de la santé lettone souligne qu'il n'y a pas de raison de remettre en question les effets de la 5G sur les organismes humains. Des experts médicaux indiquent dans leurs interviews aux media lettons que « le système de la 5G couvrant une ère beaucoup plus large est forcément moins dangereuse que ne l'est la 4 G ».

Annexe I

Pays	Recours à des études sur les effets sanitaires de la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des technologies antérieures à la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des antennes directionnelles ?		Des agences sanitaires ou de contrôle ont-elles émis un avis sur les effets sanitaires de la 5G ?	
Norvège	NON	La compétence en la matière est partagée entre l'autorité de régulation des télécommunications (Nkom) et l'autorité de sûreté nucléaire (Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet ou DSA). La première effectue les mesures, et la seconde les analyse et en tire, le cas échéant, les conclusions en termes de politique sanitaire.	OUI	Compte tenu de sa faible population, la Norvège s'appuie, en la matière sur les travaux réalisés dans les enceintes multilatérales (OMS, ICNIPR) ou par d'autres pays. Ceux-ci ont fait l'objet d'un rapport de synthèse coordonné par la FHI (non spécifique aux effets des réseaux de téléphonie mobile) rendu public en août 2012 dont un résumé est disponible en anglais.	NON	DSA n'a pas réalisé d'études, épidémiologiques ou autres, portant sur l'impact de santé publique des champs électromagnétiques associés aux réseaux 5G. L'Agence norvégienne de santé publique (folkehelseinstituttet - FHI) n'a pas non plus réalisé d'études scientifiques *ad hoc* sur le sujet.	OUI	Selon l'avis de la DSA sur la 5G : « *Avec les connaissances dont nous disposons aujourd'hui, il n'y a aucune raison de craindre que la 5G soit dangereuse pour la santé.* »
Pays-Bas	NON	Pas de commentaires.	OUI	Le ministère des infrastructures et de la gestion de l'eau (IenW) coordonne depuis 2006 un programme de recherche à grande échelle « ZonMw ». Le gouvernement néerlandais a alloué un budget de 16,6 M€ à cette étude. Celle-ci vise à évaluer l'impact des fréquences (hautes et basses) sur la santé humaine. Jusqu'à présent, les études réalisées dans le cadre de ce programme ont montré qu'il n'y a aucune preuve que l'exposition aux champs électromagnétiques générés par les radiofréquences de la téléphonie mobile ait des effets sur la santé. Le Conseil pour la santé (*gezondheidsraad*) mène régulièrement des études sur le potentiel lien entre les champs électromagnétiques et la santé. Son avis le plus récent a conclu en 2016 qu'il n'existe pas de lien prouvé entre une utilisation prolongée et fréquente du téléphone portable et les risques de tumeurs cérébrales ou dans les zones de la tête et de la	Non renseigné		OUI	L'avis du conseil de la santé des Pays-Bas rendu le 2 septembre 2020 conclut qu'il n'existe pas de preuves que l'exposition à la 5G soit nocive à la santé, en particulier sur les hormones et la défense contre les infections. Il reconnait cependant qu'il n'est pas (encore) possible d'exclure scientifiquement tout effet sur la santé, en particulier sur l'apparition de cancers, sur la fertilité et sur les malformations congénitales, même s'il juge ces effets très peu probables. Le conseil conclut cependant qu'il est probable que l'exposition aux champs électromagnétiques engendre des évolutions dans l'activité électrique du cerveau, sans pour autant déterminer si cela serait nocif pour la santé. Le rapport est basé sur une enquête théorique plutôt que pratique, dans la mesure où les premières fréquences 5G viennent d'être mises en utilisation il y a quelques semaines seulement. Le rapport conseille de contrôler l'exposition à la 5G et de conduire davantage de recherches sur les effets de la 5G sur la santé. Le conseil recommande de ne pas mettre en utilisation la fréquence 26 GHz, tant que davantage d'études sur ses potentiels effets sur la santé n'ont pas encore été conduites.

Annexe I

Pays	Recours à des études sur les effets sanitaires de la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des technologies antérieures à la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des antennes directionnelles ?		Des agences sanitaires ou de contrôle ont-elles émis un avis sur les effets sanitaires de la 5G ?	
				nuque. Bien que le conseil conclue qu'un lien est improbable, il recommande la poursuite des recherches à ce sujet. Les Pays-Bas participent à l'étude COSMOS et à l'étude Mobi-Kids.				
Roumanie	NON	Aucune étude sur les effets biologiques ou sanitaires sur l'exposition aux fréquences 5G ou aux technologies antérieures n'a été effectuée à ce stade.	NON	cf. réponse case précédente	NON	Pas de commentaire	OUI	L'Institut national pour la santé publique précise que le respect des valeurs règlementaires n'entraîne, dès lors, pas d'effets négatifs en matière d'exposition aux ondes sur la population. Cette conclusion a été formulée suite aux études des institutions spécialisées internationales (ICNIRP, SCENIHR/SCEER, OMS, IARC). Selon les analyses de l'Institut, les valeurs du champ électromagnétique enregistrées en Roumanie - y compris sur les fréquences mobiles (2G, 3G, 4G), n'ont pas dépassé les valeurs maximales admises.
Royaume-Uni	NON	*Public Health England* n'a pas mené d'études spécifiques sur les effets sanitaires de l'exposition aux ondes utilisées par la 5G et les technologies antérieures, mais s'appuie sur les études de l'ICNIRP. Dans ses documents d'orientation de mai et octobre 2019, *Public Health England* a réaffirmé son soutien aux normes établies par l'ICNIRP.	NON	En 2012, une étude a été réalisée par l'organisme indépendant britannique *Advisory Group on Non-Ionising Radiation* (AGNIR) sur les effets sur les personnes de l'exposition à des radiofréquences entre 100 KHz et 300 GHz. L'étude s'est appuyée sur des cellules *in vitro* et des animaux, et a surveillé différents effets, tels que le développement de cancers, d'effets sur le cerveau, le système nerveux, les systèmes auditifs ou la fertilité. L'étude a conclu qu'il n'y avait pas de preuve convaincante sur la santé pour des niveaux d'ondes inférieures à ceux recommandé par les lignes directrices ICNIRP. Le Royaume-Uni participe à l'étude COSOMOS.	NON	Pas de commentaire	OUI	En octobre 2019, *Public Health England*, a publié un document sur l'impact sur la santé des ondes émises par les technologies 5G. PHE y indique que, même si les technologies 5G impliqueront une légère augmentation de l'exposition aux ondes radio par rapport aux technologies précédentes, celle-ci restera inférieure à celle recommandée par l'ICNIRP et ne représentera donc pas de conséquences sur la santé publique. L'organisation s'engage à suivre l'évolution des technologies 5G et des autres technologies à radiofréquences, et à réviser ses indications si cela s'avère nécessaire. En juillet 2020, *The Institution of Engineering and Technology,* a publié un rapport sur l'impact sur la santé de la 5G et des ondes électromagnétiques. L'IET est une organisation professionnelle d'ingénieurs indépendante. Si elle n'est pas officiellement compétente dans le domaine de l'exposition du public aux ondes électromagnétiques, elle a un rôle de conseil auprès du gouvernement, du parlement et des autorités locales. Ses conclusions indiquent que la 5G est aussi sûre, principalement sur le fait que les différentes technologies respectent les mêmes standards de sécurité (normes ICNIRP).

Annexe I

Pays	Recours à des études sur les effets sanitaires de la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des technologies antérieures à la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des antennes directionnelles ?		Des agences sanitaires ou de contrôle ont-elles émis un avis sur les effets sanitaires de la 5G ?	
Suède	NON	Il n'y a pas d'étude majeure actuellement menée en Suède sur les effets biologiques ou sanitaires de l'exposition aux fréquences de la 5G.	OUI	S'agissant de la 4G et des technologies antérieures, l'Institut de médicine de Stockholm (*Karolinska Institutet*) a réalisé une étude d'épidémiologie globale sur l'exposition aux ondes. Ses conclusions montrent que le nombre de cas de tumeurs au cerveau pour 100 000 habitants est légèrement en baisse en Suède depuis l'introduction des services de téléphonie mobile. Maria Feychting, professeur d'épidémiologie à Karolinska estime que si des effets sanitaires des ondes étaient réels, une hausse de ces tumeurs aurait été observée. Elle rappelle également dans la presse que « la majorité des chercheurs, les institutions internationales comme l'OMS et les groupes de recherche européens s'accordent aujourd'hui sur le fait qu'il n'y a pas de risques sur la santé liés à une exposition faible aux ondes électromagnétiques comme celles de la 5G ».	NON	Il n'y a pas eu d'études majeures en Suède sur les effets biologiques ou sanitaires liés aux antennes directionnelles.	OUI	L'Agence suédoise de radioprotection (SSM) indique sur son site officiel qu'elle considère que « *la 5G est similaire aux technologies antérieures en matière d'ondes électromagnétiques. Aucun risque sur la santé n'est établi tant que l'exposition respecte les normes suédoises. Ces normes se basent sur les recommandations de la Commission européenne comme souligné dans le règlement SSMFS (2008 :18) sur l'exposition aux ondes électromagnétiques* ». L'avis de l'Agence suédoise de radioprotection (SSM) se fonde sur le rapport annuel d'un comité d'experts chargé d'analyser les travaux de recherche internationaux récents sur les effets des ondes électromagnétiques sur la santé et l'environnement. Ce comité (*SSMs vetenskapligt råd om elektromagnetiska vågor*) a récemment publié son rapport d'analyse 2020, selon lequel « *aucun nouveau risque sur la santé lié à l'exposition aux champs électromagnétiques n'a été identifié ».* Le Comité souligne toutefois : *« il est nécessaire d'effectuer plus de recherche couvrant les domaines de fréquence de la 5G* ». L'Agence suédoise de la santé publique (*Folkhälsomyndigheten*) indique quant à elle « *qu'aucun effet négatif sur la santé lié à l'exposition aux ondes électromagnétiques n'a pu être démontré* ». Elle souligne que son avis est fondé sur les recommandations de l'OMS et du Comité d'experts de l'Agence nationale de radioprotection SSM.
Suisse	NON (étude en cours)	La Suisse s'appuie sur une compilation des faits connus sur les effets sanitaires de l'exposition au rayonnement. Toutefois, aucune étude scientifique n'est pour l'heure parue sur les éventuels effets de la technologie 5G sur la santé. Le groupe de travail « Téléphonie mobile et rayonnement » s'est donc appuyé, pour son estimation du risque, sur des études menées par le passé sur les technologies 2G, 3G et 4G et donc sur des fréquences qui se	OUI	Le groupe de travail constate que, jusqu'à présent, aucun effet sanitaire n'a été prouvé de manière cohérente en dessous des valeurs limites d'immission (VLI). Ces valeurs limites correspondent aux valeurs indicatives de l'ICNIRP. Toutefois, le groupe de travail s'est intéressé aux observations réalisées dans les milieux scientifiques, dans un souci du respect du principe de précaution. Les éléments de preuve des effets du faible rayonnement de haute fréquence sur la santé ont été	NON	Suite à la décision du 22 avril 2020 du Conseil fédéral, le DETEC est chargé de faire des études sur les effets des antennes adaptatives.	NON	Le groupe de travail « Téléphonie mobile et rayonnement » n'avait pas pour tâche de se prononcer sur le déploiement de la 5G en Suisse ou de réaliser des études sur les effets du rayonnement de la téléphonie mobile sur la santé. Il constate que « *jusqu'à présent, aucun effet sanitaire n'a été prouvé de manière cohérente en dessous des VLI fixées dans l'ORNI pour les fréquences de téléphonie mobile utilisées actuellement ; toutefois, des observations plus ou moins bien étayées ont été réalisées dans les milieux scientifiques et la pratique s'agissant des effets en deçà des VLI.* »

Annexe I

Pays	Recours à des études sur les effets sanitaires de la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des technologies antérieures à la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des antennes directionnelles ?		Des agences sanitaires ou de contrôle ont-elles émis un avis sur les effets sanitaires de la 5G ?	
		situent dans la même fourchette que celles utilisées par la 5G. Une étude menée par l'École Polytechnique fédérale de Zurich (ETHZ) est en cours. Elle porte sur les effets de la 5G sur le cerveau et la génétique (v. 3ème partie Suisse sur le suivi de l'exposition).		évalués en se basant sur deux sources. Le rapport Hug et al. (2014) de l'Office fédéral de l'Environnement a recensé la littérature scientifique existante publiée. Une seconde source s'appuie sur les conclusions de sept rapports jugés pertinents par le groupe de travail « Téléphonie mobile et rayonnement ». Les rapports ont été publiés par les instituts suivants : CSRSEN (Comité scientifique de l'Union européenne, 2015), SSM (Suède, 2018), ARPANSA (Australie, 2014), Anses (France, 2016 et 2018), ICNIRP (international, 2018), TAB (Allemagne, 2017).			
MOYEN-ORIENT								
Israël	OUI	Pour les ondes millimétriques.	NON	Participation à l'étude Mobi-Kids.	NON	Pas de commentaire	OUI	Pas de risque sanitaire et moins d'exposition pour la même quantité de données.
Australie	NON	Aucune étude n'a été à notre connaissance spécifiquement conduite en Australie sur les effets de la 5G, mais la littérature sur les ondes électromagnétiques (toutes fréquences) est prolifique.	OUI	Trois principales études citées par les autorités et compagnies : - Une étude de 2018 à Melbourne a identifié les sources d'expositions aux ondes chez les enfants et les adultes. L'étude montre que si les téléphones portables et les ondes 4G sont de loin la principale source, les niveaux restent largement en dessous des standards internationaux. - Une autre étude de 2019, publiée par l'University of Wollongong, Monash University et University of Auckland, n'a pas trouvé de lien significatif entre l'apparition des tumeurs au cerveau, l'usage des téléphones portables et	NON	Outre les études citées plus haut, il n'y a pas eu d'études spécifiques sur ces sujets. En 2017, l'ARPANSA a publié un rapport définissant les priorités de recherche pour le développement et l'établissement de la 5G, celui-ci inclut notamment des recommandations pour suggérer de nouvelles études épidémiologiques. Ces recommandations n'ont pas encore été appliquées.	OUI	La position officielle du Gouvernement est que la 5G pose autant de risques sanitaires que les technologies antérieures (à savoir un risque très faible). L'ARPANSA a spécifiquement publié une revue des études de comparaison des effets sanitaires entre la 5G et la 4G, et a trouvé que les effets sont très similaires, et négligeables lorsque les radiations sont limitées aux standards australiens. Elle a également publié un avis sur la 5G.

Annexe I

Pays	Recours à des études sur les effets sanitaires de la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des technologies antérieures à la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des antennes directionnelles ?		Des agences sanitaires ou de contrôle ont-elles émis un avis sur les effets sanitaires de la 5G ?	
				l'exposition aux champs électromagnétiques. - Enfin, l'ARPANSA (agence de protection contre les radiations) a conduit en 2019 une revue des normes de protection australiennes à l'aube de la 5G, et a conclu que celles-ci protègent largement suffisamment le consommateur, même dans le cas où des fréquences plus élevées venaient à être utilisées. Participation à l'étude Mobi-Kids.				
Nouvelle-Zélande	NON	En s'appuyant sur les études internationales, notamment de l'OMS et de l'ICNIRP, le Gouvernement néo-zélandais a conclu dans son rapport de 2018 que la 5G est équivalente en termes de santé publique à la 3G et à la 4G, surtout en ce qui concerne la phase initiale du plan (fréquences de 3,5 GHz). Selon le Gouvernement, l'inconvénient principal de la 5G, à savoir la nécessité de construire des antennes plus proches les unes des autres pour permettre de couvrir les environnements urbains, est compensé par le fait que ces antennes émettront des ondes à puissance bien plus faible. Cela devrait donc conduire à une exposition similaire pour le public. Ce bilan est remis en cause par plusieurs scientifiques et professionnels de santé nationaux, mais le Gouvernement n'a pas répondu à ces critiques.	OUI	Aucune étude n'a été menée spécifiquement sur la 5G en Nouvelle-Zélande, mais les technologies antérieures ont bénéficié de recherche sur leur impact sanitaire, en lien avec le Ministère de la Santé : - L'Université d'Otago a publié en 2019 une étude sur les champs magnétiques à basse fréquence et leur impact sur la leucémie des enfants ; - Plusieurs universités néo-zélandaises ont participé en 2018 à l'étude internationale Mobi-Kids visant à déterminer les risques de cancer chez les jeunes utilisant un téléphone portable ; - L'Université d'Auckland a participé en 2010 à une étude internationale sur l'utilisation des téléphones portables et le risque de cancer chez les adultes, sans résultat probant. A noter que le Ministère de la Santé, en lien avec plusieurs agences publiques et l'Université d'Auckland, a mis en place une veille scientifique visant à	NON	Outre la participation aux études internationales citées plus haut, la Nouvelle-Zélande n'a pas, à notre connaissance, conduit d'études épidémiologiques sur les ondes ou la 5G.	OUI	Le Comité Inter agence sur les radiations non-ionisants (Ministère de la Santé, Ministère de l'Environnement, associations de consommateurs et académiques) a des vues très positives sur la 5G, justifiant que les ondes sont émises à des fréquences très peu dangereuses, avec une intensité 50 fois inférieure aux standards que l'OMS considère comme cancérigènes. Le rapport, publié en 2018 et qui touche à la fois aux effets de la 5G et des autres ondes (wifi, 4G, etc.) conclut : « *il n'y a aucune indication claire sur les effets sanitaires causés par une exposition aux ondes dont l'intensité et la fréquence correspondent aux standards néo-zélandais ». Plus spécifiquement, sur la 5G, le rapport s'appuie sur des études australiennes pour affirmer que « en termes d'exposition, l'addition de la 5G ne comporterait pas plus de risques que d'ajouter un nouveau réseau 3G ou 4G* ». Des conclusions sur la 5G et la santé ont été publiées par le ministère.

Annexe I

Pays	Recours à des études sur les effets sanitaires de la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des technologies antérieures à la 5G ?		Recours à des études sur les effets sanitaires des antennes directionnelles ?		Des agences sanitaires ou de contrôle ont-elles émis un avis sur les effets sanitaires de la 5G ?	
		Il est à noter qu'outre le rapport de 2018 et les éléments de langage classiques sur les sites publics, le Gouvernement n'a pas mis en place de revue comparative de la 5G par rapport aux autres technologies.		rassembler les derniers résultats les plus crédibles en la matière.				

Source : Mission.

2.3. Suivi de l'exposition aux ondes

Cette partie détaille les problématiques liées au suivi de l'exposition des populations aux radiofréquences, notamment dans les zones spécifiquement exposées aux antennes.

Tableau 5 :

Continent	Pays	Observation
Amérique	Canada	
	États-Unis	
	Brésil	
Asie	Chine	
	Corée du Sud	
	Japon	
	Singapour	
Europe	Allemagne	Pays membre de l'Union européenne
	Belgique	Pays membre de l'Union européenne
	Espagne	Pays membre de l'Union européenne
	Estonie	Pays membre de l'Union européenne
	Danemark	Pays membre de l'Union européenne
	Finlande	Pays membre de l'Union européenne
	Hongrie	Pays membre de l'Union européenne
	Irlande	Pays membre de l'Union européenne
	Italie	Pays membre de l'Union européenne
	Lettonie	Pays membre de l'Union européenne
	Norvège	
	Pays-Bas	Pays membre de l'Union européenne
	Roumanie	Pays membre de l'Union européenne
	Royaume-Uni	
	Suède	Pays membre de l'Union européenne
	Suisse	
Moyen-Orient	Israël	
Océanie	Australie	
	Nouvelle-Zélande	

Source : Mission.

Annexe I

Pays	Existe-t-il une surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences ?		Existe-t-il un processus de suivi pour des populations / zones spécifiquement exposées aux antennes ?		Existence de modélisations du champ électromagnétique d'antennes ?	
AMÉRIQUE						
Canada	OUI	La surveillance de l'exposition de la population aux radiofréquences est encadrée par l'ISDE, qui procède à des contrôles pour s'assurer de la conformité des installations radio avec le code de sécurité 6. Tous les appareils sans fil commercialisés au Canada doivent respecter les normes établies par l'ISDE et être homologués. Les exploitants d'antenne doivent également respecter les exigences d'installation qui leur sont imposées par l'ISDE comme conditions de licence. En plus, de la surveillance constante de leurs installations qu'exercent les exploitants de réseau mobile, l'ISDE procède à des vérifications des appareils sans fil et des antennes pour s'assurer qu'ils respectent les normes de sécurité établies.	NON	Le gouvernement canadien ne fait pas de différences entre les antennes 5G et les autres technologies électromagnétiques, elles sont soumises à la même réglementation, et il n'existe pas de surveillance spécifiquement dédiée à la technologie 5G.	NON	Le gouvernement canadien propose un outil de modélisation de champ électromagnétique qui permet d'évaluer la conformité aux limites d'exposition aux radiofréquences exigées par le Canada. Cependant, il ne semble pas exister de modèles dédiés aux antennes 5G.
États-Unis	OUI	La FDA corrèle ses études épidémiologiques à des observations sur l'exposition, mais la surveillance de l'exposition reste relativement sommaire. Cependant, pour sa part, le *National Institute for Standard and Technologies* (NIST) procède, indépendamment des questions de santé, à des mesures d'exposition aux radiations, notamment concernant des technologies qui pourraient être utilisées dans le cadre de la 5G. Par ailleurs, de nombreux chercheurs s'intéressent à ces questions, indépendamment des autorités, et sont, à ce stade, partagés quant aux conclusions de ces surveillances : - Les chercheurs affiliés à la *Health Physics Society* (HPS), une institution indépendante (politiquement et industriellement), soulignent le manque d'études récentes, et plusieurs chercheurs (dont Joel M. Moskowitz, directeur du *Center for Family and Community Health* de l'Université de	OUI	Cf. case précédente.	NON	Les autorités sanitaires insistent sur le fait qu'elles n'ont pas connaissance des technologies qui seront finalement déployées, et ne peuvent tirer de conclusions dans ces conditions.

Pays	Existe-t-il une surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences ?		Existe-t-il un processus de suivi pour des populations / zones spécifiquement exposées aux antennes ?		Existence de modélisations du champ électromagnétique d'antennes ?	
		Californie à Berkeley) sont sceptiques quant aux conclusions des autorités ; - À l'inverse, Marvin Ziskin , professeur et membre du *National Council for Radiation Protection and Measurements* (NCRP) se veut rassurant, et estime que les études ne permettent pas de déterminer d'effets sanitaires négatifs dûs aux ondes électromagnétiques, si les limites d'exposition actuelles sont respectées. Ainsi, les démarches et questionnements sur le déploiement de ces technologies relèvent beaucoup de l'action de groupes de citoyens, et d'associations, y compris professionnelles. Dans l'ensemble, la société civile est plus méfiante quant aux effets sanitaires et environnementaux. Citons les « *think-tanks* » suivants : - *L'Americans for Responsible Technology* est une association de citoyens qui suit l'actualité concernant les effets des radiations RF sur la santé et dispose d'une liste complète d'études ; - Le *National Resources Defense Council* (NRDC) couvre un large spectre d'activités et de domaines, et s'intéresse aussi à l'arrivée/déploiement de la 5G. Il estime que les recommandations de la FCC reposent sur des études trop anciennes ; - Le *Environmental Health Trust* est lui aussi assez catégorique, en soutenant que les fréquences sans fil ont des effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine. Notons enfin les travaux de l'IEEE *Future Networks Initiative*, organisation qui rassemble la communauté des experts internationaux sur la question du développement des réseaux 5G et futurs, et publie diverses recommandations, en plus de l'organisation annuelle du « 5G World Forum ».				

Annexe I

Pays	Existe-t-il une surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences ?		Existe-t-il un processus de suivi pour des populations / zones spécifiquement exposées aux antennes ?		Existence de modélisations du champ électromagnétique d'antennes ?	
Brésil	OUI	Les stations doivent contrôler leurs émissions.	OUI	Pas de commentaire		Non renseigné
ASIE						
Chine	Non renseigné		OUI	Le 30 septembre 2018, le Ministère de l'Écologie et de l'Environnement (MEE) a publié un document visant à standardiser « *les méthodes de contrôle de l'environnement de radiation électromagnétique des stations de base pour communications mobiles* », référencé comme la méthode HJ-972. Celle-ci contient des recommandations telles que : - de considérer les habitations, les écoles, les hôpitaux, les bâtiments de bureaux, les usines et autres « *bâtiments de travail ou de résidence* » comme des lieux requérant une « *attention particulière* » ; - des critères pour les outils à utiliser et leur placement ; - des méthodes précises pour les procédures de contrôle menées par les agents. Le 26 avril 2020, le MEE a lancé une consultation sur « les méthodes de suivi des ondes électromagnétiques des stations de base 5G » pour compléter la méthode HJ 972 conformément aux spécificités des stations 5G. Les institutions consultées sont les bureaux provinciaux du Ministère de l'Industrie et des Technologies de l'Information (MIIT), du MEE ainsi que les quatre opérateurs sélectionnés pour le déploiement de la 5G et des agences publiques de protection de l'environnement et de supervision des communications sans fil.	Non renseigné	
Corée du Sud	OUI	Selon l'article 47-2 de la « *Radio Waves Act* », le gouvernement doit s'assurer que les stations de radio installées dans les zones résidentielles, commerciales et industrielles respectent les normes sur l'exposition de l'homme aux ondes électromagnétiques (normes ICNIRP), en demandant aux installateurs des infrastructures de communiquer de manière obligatoire au gouvernement l'intensité du champ électromagnétique des stations. Le suivi et le contrôle des stations de base sont effectués par la *Korea Communications*	NON	La Corée n'effectue pas de surveillance de l'exposition aux antennes en particulier.	NON	Pas de commentaire.

Annexe I

Pays	Existe-t-il une surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences ?		Existe-t-il un processus de suivi pour des populations / zones spécifiquement exposées aux antennes ?		Existence de modélisations du champ électromagnétique d'antennes ?	
		Agency (KCA) au niveau opérationnel. En ce qui concerne les appareils sans fil portables, c'est la *National Radio Research Agency* (NRRA) qui est en charge, en pratique, de la mise en place de la norme SAR. Par ailleurs, le MSIT a rendu public, en décembre 2019 et juillet 2020, les résultats de tests sur l'exposition aux ondes électromagnétiques induite par certains produits et installations 5G. Les résultats ont montré qu'ils respectaient tous les normes de l'ICNIRP, et n'auraient donc pas d'impact particulier par rapport aux technologies antérieures telles que la 4G (LTE). En juin 2020, 97,4 % des 479 000 stations de base LTE et 99,9 % des 72 000 stations de base 5G de bande 3,5 GHz qui ont été mesurées et dont les données ont été rapportées au ministère ont montré une intensité de champ électromagnétique inférieure à 10 % de celle permise par la norme.				
Japon	OUI	Il n'existe pas de cadre juridique pour la surveillance des niveaux d'exposition aux radiofréquences. Depuis 2019, le Japon mène des études sur l'environnement bio-électromagnétique et les technologies d'évaluation de la sécurité des radiofréquences. Il mène également des recherches sur les méthodes de surveillance des niveaux d'exposition.	NON	Aucune procédure n'est prévue par la loi pour mesurer/surveiller l'intensité de l'exposition à proximité des antennes. Les opérateurs et autres acteurs ne sont pas non plus obligés de procéder à de telles mesures/surveillances.	NON	Il n'existe pas de modélisations de champ électromagnétique des antennes 5G. Les opérateurs sont toutefois obligés d'installer des dispositifs de sécurité dans les lieux où l'intensité du champ électrique ou magnétique, l'induction magnétique et la densité de puissance sont à des niveaux supérieurs à la réglementation, pour en limiter et contrôler l'accès.
Singapour	OUI	La NEA a effectué en 2017 une étude sur le niveau d'exposition aux radiofréquences. Au maximum, l'exposition correspondait à 0,7 % des limites fixées par l'ICNIRP.	OUI	Mesures sur site.	NON	Pas de commentaire

Annexe I

Pays	Existe-t-il une surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences ?		Existe-t-il un processus de suivi pour des populations / zones spécifiquement exposées aux antennes ?		Existence de modélisations du champ électromagnétique d'antennes ?	
EUROPE						
Allemagne	OUI	Un « Centre de compétence champs électromagnétiques » a été créé au sein du BfS en février 2020. Il est destiné à servir de point de contact central pour toutes les questions de radioprotection et de santé concernant les champs électriques, magnétiques et électromagnétiques. Une de ses missions consiste à collecter des données sur différents scénarii d'exposition - complémentaire des travaux de surveillance de l'Agence fédérale des réseaux et des Länder. Compte tenu de la complexité et de la variété des conditions d'exposition, la surveillance fera appel à diverses méthodes, notamment des examens standards de dispositifs individuels, la réalisation de mesures ponctuelles et fixes à des endroits aléatoires, des mesures d'exposition individuelle à proximité du corps, ainsi que des calculs de simulation assistée par ordinateur.	OUI	Les systèmes radio fixes avec une puissance de rayonnement isotrope équivalente de 10 watts et plus nécessitent un certificat de site de l'Agence fédérale du réseau avant leur mise en service. L'exploitant doit fournir les données techniques de son système radio, un croquis d'assemblage et un plan de site à l'Agence. Les distances de sécurité indiquées dans le certificat de site sont déterminées en supposant une utilisation maximale. L'Agence fédérale des réseaux inspecte les systèmes radio nécessitant une certification, et contrôle le respect de l'ordonnance pour la limitation des champs électromagnétiques (*Begrenzung elektromagnetischer Felder*-BEMFV). Ces procédures de contrôle sont effectuées de manière aléatoire et sans préavis. En moyenne, 2 200 sites d'équipement radio sont contrôlés chaque année par l'Agence. Si la marge de sécurité n'est pas respectée, l'équipement est immédiatement mis hors service par les agents en charge de l'inspection. Il s'agit d'une infraction administrative, le système concerné ne peut être remis en service qu'après que l'Agence ait constaté le respect des valeurs limites. Les irrégularités identifiées jusqu'à présent étaient exclusivement des écarts par rapport aux paramètres d'application, qui ne mettaient pas en danger la sécurité des personnes. En outre, l'Agence fédérale des réseaux mène des séries de mesures annuelles des champs électromagnétiques en coopération avec les ministères de l'environnement des Länder depuis 1996. Les lieux de mesure sont choisis en fonction de leur sensibilité (écoles, jardins d'enfants ou les voies et lieux publics très fréquentés). Les ministères de l'environnement des Länder peuvent également désigner au prorata jusqu'à 1 000 sites de mesure dans le cadre de ces séries de mesures des champs électromagnétiques, les mesures étant ensuite réalisées par la BNetzA. Les séries de mesures montrent que les limites légalement définies pour la protection des personnes dans les champs électromagnétiques ne sont utilisées qu'à une fraction de leur potentiel.	OUI	Pour déterminer à quelle distance les antennes adaptatives atteignent la valeur limite prévue par la loi, l'Agence fédérale des réseaux utilise un calcul dérivé en champ proche. Cette méthode a été développée par l'Université de Karlsruhe (TH) pour le compte de l'Agence fédérale. Dans cette procédure, une enveloppe est placée sur toutes les directions de faisceau possibles en fonction de l'application, et les intensités de champ résultantes sont calculées. Ce calculs permet de déterminer le respect des distances de sécurité selon les prescriptions de l'ordonnance pour la limitation des champs électromagnétiques (*Begrenzung elektromagnetischer Felder*–BEMFV).
Belgique	Non renseigné		Non renseigné		Non renseigné	

Annexe I

Pays	Existe-t-il une surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences ?		Existe-t-il un processus de suivi pour des populations / zones spécifiquement exposées aux antennes ?		Existence de modélisations du champ électromagnétique d'antennes ?	
Espagne	OUI	Les opérateurs télécom, dans le cadre du Règlement sur l'Usage du Domaine Public Radioélectrique, approuvé par décret royal 123/2017, avant toute installation ou modification de station radioélectrique, doivent adresser un projet technique au Ministère des Affaires Économiques et Transformation Digitale, incluant notamment une étude détaillée des niveaux d'exposition radioélectrique dans les zones proches ayant une présence fréquente de personnes. Après approbation du Ministère et installation de la station, une autorisation du Ministère pour la mise en fonctionnement doit être demandée : elle est octroyée après une inspection de la station (ou certificat favorable émise par un technicien compétent). Après la mise en fonctionnement, le contrôle périodique est maintenu, les opérateurs télécom devant présenter au Ministère un certificat annuel favorable concernant le respect des limites d'exposition établis dans le cas des stations 2G, 3G et 4G. Concernant la 5G, et à partir de 2020, les études sont effectuées de façon trimestrielle. De façon complémentaire, le Ministère réalise également des actions d'inspection annuelles des installations de télécommunication. Parmi ces actions, on note une inspection sur un échantillon représentatif des stations en fonctionnement à l'échelle nationale. De plus, le Ministère répond aux demandes adressées par des tiers (citoyens, associations, organismes publics) demandant la réalisation de mesures de niveau d'exposition dans certains lieux d'intérêt. La réponse donnée à certaines pétitions peut être l'installation d'équipement de mesure permanente (24/7) des niveaux d'exposition radioélectrique par le Ministère.	OUI	Un rapport annuel sur l'exposition au public des émissions radioélectriques est publié, détaillant les activités de contrôle mises en place pendant l'année, avec des données concernant les niveaux mesurés pendant les inspections des stations radioélectriques et des certifications présentées par les propriétaires. Ces rapports concluent que les niveaux sont bien en dessous des limites dans la grande majorité des points de mesure. Il n'y a pas de distinction faite par technologie 5G ou autres. Les valeurs mesurées valident ce point car les limites ne dépendent pas de la technologie, mais il faut toujours prendre en compte que celles-ci peuvent varier en fonction des fréquences utilisées.	NON	Ces exigences seront définies par les équipementiers.
Estonie	OUI	La surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences est assurée	OUI	De même, c'est le Conseil de santé estonien qui assure la surveillance des populations exposées aux antennes.	NON	Il n'existe pas de modélisation du champ électromagnétique des antennes 5G.

Annexe I

Pays	Existe-t-il une surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences ?		Existe-t-il un processus de suivi pour des populations / zones spécifiquement exposées aux antennes ?		Existence de modélisations du champ électromagnétique d'antennes ?	
		par le Conseil de santé estonien à travers des mesures et des contrôles.				
Danemark	OUI	De manière occasionnelle contrôle indépendant par une entreprise de *consulting* en ingénierie.	Non renseigné		NON	Pas de commentaire
Finlande	OUI	Les opérateurs de téléphonie mobile doivent s'assurer que l'exposition de la population aux radiofréquences est bien conforme aux valeurs limites d'exposition définies dans le décret 1045/2018 du ministère des Affaires sociales et de la Santé, et ce en tout lieu librement accessible au public. L'autorité chargée de la sûreté (STUK) veille à ce que les opérateurs respectent la réglementation.	OUI	Les opérateurs doivent s'assurer que les niveaux d'exposition des populations exposées aux antennes respectent bien les valeurs limites avant d'installer une nouvelle antenne. Le STUK est chargé de s'assurer du respect des réglementations, et peut intervenir en cas de suspicion de non-respect des seuils définis.	NON	Il n'y a pas, à notre connaissance, de modélisations de champ électromagnétique des antennes 5G déployées.
Hongrie	OUI	La responsabilité du contrôle du respect des réglementations et des valeurs limites incombe au gouvernement (*National Media and Infocommunications Authority* et *National Public Health Center*). Les autorités hongroises effectuent des mesures de surveillance régulières depuis 25 ans, avec un nombre moyen de 400 mesures par an. Aucun dépassement des seuils n'a été identifié nulle part au cours de quatre cents mesures prises annuellement. Le Gouvernement souligne également qu'aucun cas n'a été identifié non plus en provenance des pylônes de téléphonie mobile récemment mis en service. Par ailleurs, les membres de l'association pour la Coalition 5G en Hongrie se sont engagés à respecter les valeurs limites, ainsi qu'à établir et exploiter des réseaux 5G qui ne présentent aucun danger pour la santé. Enfin, la Coalition 5G soutient globalement les travaux de la recherche scientifique sur les effets de la 5G sur la santé. Pour plus d'informations.	OUI	Selon ces contrôles (cf. case précédente), aucun dépassement n'a jamais été relevé notamment auprès des nouvelles antennes 5G récemment mises en service.	Non renseigné		

Annexe I

Pays	Existe-t-il une surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences ?		Existe-t-il un processus de suivi pour des populations / zones spécifiquement exposées aux antennes ?		Existence de modélisations du champ électromagnétique d'antennes ?	
Irlande	OUI	L'EPA est chargée d'assurer le suivi de l'exposition du public aux ondes électromagnétiques et aux radiofréquences. Voir : brochure en ligne.	OUI	Dans le cadre de son rôle de surveillance, l'EPA doit réaliser des mesures de l'exposition du public aux CEM, y compris les signaux 5G, dans les environnements de la vie quotidienne. Au fur et à mesure du déploiement de la 5G, l'EPA sera en mesure d'évaluer si les niveaux d'exposition totale aux CEM ont augmenté, ainsi que leur comparaison avec les valeurs existantes et les recommandations d'exposition de l'ICNIRP. ComReg (Autorité de régulation des télécommunications) prévoit d'effectuer des mesures régulières à proximité des sites d'émissions autorisés, y compris les antennes 5G. Aucun résultat n'a été publié à ce stade.	Non renseigné	
Italie	NON	Les autorités se sont basées sur les études scientifiques existantes.	OUI	Seuls les travailleurs qui sont exposés à des sources électromagnétiques intenses sont suivis par les services sanitaires.	OUI	Oui. La modélisation est effectuée pour chaque projet infrastructurel par l'agence environnementale régionale. Un exemple de modélisation effectuée par la région Émilie-Romagne est disponible en ligne.
Lettonie	OUI	Cette tâche incombe à l'Inspection de la santé lettone.	Non renseigné		NON	Pas à notre connaissance
Norvège	OUI	Les mesures liées au réseau 5G ont commencé mais restent à ce stade ponctuel. Nkom travaille encore sur la méthodologie des mesures. Deux premiers rapports de mesure portant sur la station relais du pilote de Kongsberg (Telenor) et la station et les antennes du pilote de Nydalen (Telia) ont été publiés respectivement en novembre 2018 et février 2019. Deux rapports de mesures (stations relais et antennes) portant sur le réseau 5G Telenor déployé à Elversum (octobre 2019) et Fornebu (banlieue Ouest d'Oslo, janvier 2020) ont été également rendus publics. D'autres campagnes de mesure ont été très récemment menées, à Trondheim (centre Ouest du pays) la semaine dernière et à Lillestrøm-Fornebu le 1er juillet. En ce qui concerne le réseau 4 G, Nkom procède à deux types de mesures. D'une part une campagne de mesures systématiques effectuée dans la zone urbaine de	NON	Cf. case gauche précédente.	OUI	En matière de contrôle des champs électromagnétiques, Nkom élabore des modèles théoriques et les confronte aux données récoltées à Kristiansand. Les opérateurs exploitant les fréquences concédées élaborent également des modèles spécifiques au réseau déployé.

Annexe I

Pays	Existe-t-il une surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences ?		Existe-t-il un processus de suivi pour des populations / zones spécifiquement exposées aux antennes ?		Existence de modélisations du champ électromagnétique d'antennes ?	
		Kristiansand (extrême Sud du pays) depuis mai 2013 sur 8huit bandes de fréquences ; d'autre part, des mesures ponctuelles à la demande de la population. Ni l'une ni l'autre série de mesures n'ont révélé, selon Nkom, de dépassement des normes ICNIRP. Les mesures effectuées à Kristiansand font l'objet d'un rapport périodique. Le premier est intervenu en 2016. Le deuxième souligne que, dans la plupart des cas, l'exposition extérieure reste inférieure à 1 pour mille de la valeur limite ICNIPR 1984. Mi 2017, une augmentation sensible de l'exposition avait cependant été enregistrée sur un échantillon de référence (16 points de mesure) jusqu'à environ 3 pour mille, mais les mesures au titre de 2018 ont indiqué un retour à la normale. Nkom attribue la hausse de ces valeurs à la reconfiguration du réseau par les opérateurs.				
Pays-Bas	OUI	L'Agence néerlandaise des radiocommunications (*Agentschap Telecom*) coordonne la surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences sur l'ensemble du territoire néerlandais. Cette agence sera en particulier chargée de mesurer l'exposition aux champs électromagnétiques dans l'espace public à proximité des antennes 5G. Le résultat des mesures de l'exposition aux champs électromagnétiques (hors 5G également) est consultable sur le site du Bureau des Antennes.	OUI	Toutes les entreprises de téléphonie mobile veillent à ce que l'exposition des citoyens aux champs électromagnétiques provenant des installations d'antennes soit aussi faible que possible. Ils installent les antennes de manière à ce que les limites d'exposition ne soient pas dépassées dans les lieux librement accessibles et dans les maisons. L'Agence des Télécommunications (*Agentschap Telecom*) contrôle l'application de ces limites en effectuant des mesures aléatoires sur les antennes. Ainsi ont été effectués des tests en grandeur nature sur la fréquence 5G (fréquence 3.5 GHz, fréquence 26 GHz).	OUI	Une étude a été réalisée par l'institut national de santé publique (RIVM) et l'Agence des Télécommunications (*Agentschap Telecom*) ; portant sur l'exploration [des conséquences] de l'exposition aux champs électromagnétiques des systèmes 5G [aux Pays-Bas].
Roumanie	OUI	Le régulateur national (ANCOM) assure le suivi de l'exposition de la population aux radiofréquences par des stations mobiles et fixes seulement sur le domaine public. Aucun dépassement des valeurs normales n'a été enregistré jusqu'à présent. La consultation des données est disponible pour toute personne intéressée (pour les stations mobiles).	Non renseigné		Non renseigné	

Annexe I

Pays	Existe-t-il une surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences ?		Existe-t-il un processus de suivi pour des populations / zones spécifiquement exposées aux antennes ?		Existence de modélisations du champ électromagnétique d'antennes ?	
		Par ailleurs, Orange indique avoir effectué des tests, mais seulement au niveau technique entre le 1er juin et le 16 juillet 2018 à Cluj (5G fixe sans fil, dans la bande 26 GHz). Pour les projets de ce type, les antennes ont été déployées par précaution avec un facteur de sécurité majoré sur l'exposition.				
Royaume-Uni	OUI	L'OFCOM a publié sur son site internet un guide sur l'exposition aux ondes électromagnétiques, dernièrement mis à jour en avril 2020, à destination des titulaires de licences. Il y indique que le suivi et la réglementation des effets sanitaires des radiofréquences est du ressort de *Public Health England*, et que les titulaires de licence doivent respecter les indications de ce dernier. L'OFCOM précise qu'il est responsable de mesurer les niveaux des ondes électromagnétiques, et de vérifier qu'elles sont conformes aux valeurs limites de l'ICNIRP. Entre 2001 et 2012, l'OFCOM et son prédécesseur (DTI Radiocommunications Agency) ont conduit un programme de mesures des radiofréquences aux abords des antennes de téléphonie mobile. Sur les 780 enquêtes, aucune des installations n'émettait des radiofréquences supérieures à 0,005 % des valeurs limite de l'ICNIRP. Depuis 2012, ces mesures sont réalisées sur demande. Elles sont gratuites pour les hôpitaux et écoles, payantes pour les personnes physiques et morales (entre £425.20 and £1,103.20 hors TVA). Aucune des installations testées n'a émis d'ondes supérieures à 0,2 % des valeurs limites. L'organisme publie ses mesures sur son site internet.	OUI	En avril 2020, l'OFCOM a publié les résultats de ses mesures d'exposition aux ondes électromagnétiques à proximité des antennes mobiles 5G. L'objectif était de vérifier que l'exposition aux ondes était inférieure aux normes ICNIRP. L'étude n'a révélé aucun risque, et a établi la conformité aux normes internationales. Les mesures ont été réalisées sur 22 sites dans 10 villes, y compris Belfast, Cardiff, Edinbourgh et Londres (zones de forte utilisation de téléphones mobiles). Les niveaux mesurés ne représentent qu'une faible fraction des valeurs limites édictées par les lignes directrices de l'ICNIRP, le niveau le plus élevé enregistré étant environ 1,5 % du niveau pertinent. Sur les mesures réalisées, la 5G contribue à une faible part du niveau d'ondes. Le niveau le plus élevé d'ondes dans les bandes de fréquences utilisées pour la 5 G représentait 0,039 % de la valeur limite. La contribution la plus importante aux niveaux mesurés provient des générations précédentes de la technologie mobile (2G, 3G, 4G).	OUI	En avril 2020, l'OFOCOM a modélisé les champs électromagnétiques aux abords des antennes 5G dans le cadre de ses mesures d'exposition.

Annexe I

Pays	Existe-t-il une surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences ?		Existe-t-il un processus de suivi pour des populations / zones spécifiquement exposées aux antennes ?		Existence de modélisations du champ électromagnétique d'antennes ?	
Suède	OUI	L'Agence suédoise de radioprotection effectue des relevés de contrôle. Les mesures montrent que les niveaux d'exposition en Suède sont 1 000 fois inférieurs aux normes maximales suédoises. Dans certains lieux exceptionnellement exposés, les relevés sont 100 fois plus faibles que la valeur limite d'exposition.	OUI	L'Agence suédoise de radioprotection effectue des relevés de contrôle de l'exposition des populations. Les relevés effectués à proximité des premières antennes 5G montrent que le niveau d'exposition n'est pas plus important avec la 5G qu'avec les précédentes technologies. En vertu du Code suédois pour l'Environnement (chapitre 26), les opérateurs d'antennes sont tenus de contrôler eux-mêmes que les antennes fonctionnent correctement, selon le principe suédois d'autocontrôle « *Egenkontroll* ». Les valeurs maximales d'exposition de la population doivent être respectées et le positionnement des antennes doit permettre de limiter l'exposition. Les communes suédoises sont responsables du suivi du « principe d'autocontrôle ». Elles doivent vérifier que les antennes installées ne sont pas défectueuses, et que les opérateurs respectent les règles d'installation. L'installation d'antennes ne nécessite pas de permis de construire auprès de la commune lorsque l'antenne ne modifie pas fortement l'environnement ou l'aspect du bâtiment (dans le cas d'antennes placées sur le toit de bâtiments existants).	OUI	Les opérateurs des antennes 5G disposent de modélisations des champs électromagnétiques des antennes 5G installées. Ces modélisations ne sont toutefois pas accessibles au grand public.
Suisse	OUI	Concernant l'exposition au rayonnement non ionisant (RNI) de haute fréquence, il existe peu de mesures sur des sujets humains en Suisse à ce jour. Les données les plus récentes datent de 2015-2016. Les mesures ont été effectuées sur 115 sujets du canton de Zurich. L'exposition personnelle moyenne au RNI de haute fréquence mesurée pour les sujets participant à cette étude était de 0,18 V/m. L'étude s'est intéressée aux diverses sources de rayonnement. Les conclusions de l'étude soulignent une exposition au RNI de haute fréquence un peu plus importante pour les jeunes adultes (0,22 V/m) que pour les jeunes et leurs parents (0,16 V/m dans les deux cas). La valeur moyenne maximale mesurée s'élevait à 0,42 V/m. En plus des moyennes journalières, l'étude a déterminé les valeurs moyennes par activité pour chaque participant. En moyenne, l'exposition la plus importante au RNI de haute fréquence a été mesurée dans les transports publics. L'exposition au RNI de haute fréquence pour	OUI	Les opérateurs de réseau ont mis en place des systèmes d'assurance de la qualité (système AQ) dans leurs centrales, qui sont périodiquement vérifiés et authentifiés par des instances indépendantes. Ces systèmes AQ sont des bases de données dans lesquelles les valeurs d'émission et la puissance émettrice maximale de chaque installation sont saisies et comparées quotidiennement avec les valeurs autorisées. Les services chargés de la protection contre le RNI n'ont pas d'accès direct aux bases de données AQ internes des opérateurs, mais sont informés par écrit, deux fois par mois, de toutes les divergences et de leurs corrections. Ce suivi du respect des valeurs reste imparfait. En effet, certaines caractéristiques (taille de l'installation, données relatives à la géographie de l'installation) sont rentrées manuellement dans la base de données du système AQ. L'erreur involontaire, ou volontaire, est donc possible par les opérateurs, et peut fausser les résultats. Un canton a récemment rencontré des problèmes de ce type sur son territoire. En conséquence, l'Office fédéral de l'environnement étudie actuellement de nouvelles solutions pour remédier à ces défauts du système AQ.	OUI	Une étude comprenant la modélisation de l'exposition aux stations de base et terminaux 5G a été mandatée par l'OFEV dans le cadre du rapport « Téléphonie mobile et rayonnement ». L'étude a été menée par la fondation IT'IS Foundation associée à l'École Polytechnique fédérale de Zurich (ETHZ). L'exposition calculée dans l'étude correspond à la combinaison de l'exposition aux stations de base pour la téléphonie mobile, au terminal personnel et aux terminaux des utilisateurs alentour. Le calcul a porté sur la valeur DAS maximale sur le corps. Les données ont été extrapolées à partir du réseau LTE (4G). Les conditions de l'étude sont les suivantes : une bande de fréquences de 3,5 GHz, un débit de transmission de 100Mbit/s avec une valeur de pointe atteignant 3Gbit/s. Dans la première partie de l'étude, l'exposition du cerveau au téléphone mobile personnel a été analysée avec des fréquences comprises entre 700 MHz et 3,6 GHz. Il en est ressorti que : - plus la fréquence est élevée, moins les champs pénètrent en profondeur dans la tête ; - avec des fréquences de 3,6GHz, le cerveau est environ six fois moins exposé qu'avec des fréquences inférieures à 1GHz et environ deux fois moins qu'avec des fréquences comprises entre 1,8 et 2 GHz ;

Pays	Existe-t-il une surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences ?		Existe-t-il un processus de suivi pour des populations / zones spécifiquement exposées aux antennes ?		Existence de modélisations du champ électromagnétique d'antennes ?	
		les stations de base de téléphonie mobile était d'autant plus importante que la zone était urbanisée. Afin de permettre un suivi régulier, le Conseil fédéral a adopté, en décembre 2015, un concept de surveillance des champs électromagnétiques. Ce concept s'articule autour de quatre modules. - Mesures des immissions résultant des champs basse fréquence (des installations électriques) et du rayonnement haute fréquence (émis par les applications de téléphonie mobile et d'autres applications de radiocommunication) à l'aide d'appareils de mesure portatifs (exposimètres). - Calcul des immissions causées par les installations d'infrastructures situées dans l'espace extérieur (lignes à haute tension, installations de téléphonie mobile, stations émettrices pour la radiodiffusion, etc.). - Regroupement des résultats des mesures stationnaires des immissions réalisées par les cantons et les communes sur une plateforme centrale : certains cantons et communes réalisent déjà des mesures stationnaires. - Études de cas relatives à l'exposition due à l'utilisation d'appareils émettant près du corps. La révision de l'ORNI du 17 avril 2019 confie expressément à l'OFEV, en tant qu'organe fédéral compétent en matière d'environnement, la tâche de mettre sur pied un tel suivi de l'exposition aux RNI. Les mesures réalisées dans le cadre du monitoring débuteront en 2021. Un premier rapport rendant compte des résultats pourra donc vraisemblablement être publié en 2022.				- toutefois avec des fréquences de 3,6GHz, les tissus qui se trouvent à proximité des surfaces corporelles exposées (peau, yeux, etc.) peuvent être légèrement plus exposés ; - la valeur de pointe locale sur la surface extérieure de la matière grise du système nerveux central demeure constante sur toutes les fréquences. La seconde partie de l'étude a porté sur l'analyse de l'influence de la structure du réseau et du comportement d'utilisation sur l'exposition globale de la population à la téléphonie mobile. Il en est ressorti que : - chez tous les utilisateurs de téléphonie mobile, l'exposition au terminal personnel est dominante (comme c'est déjà le cas avec les fréquences de téléphonie mobile actuelles) ; - par rapport aux non-utilisateurs, l'exposition est : o 4 à 10 fois supérieure chez les personnes qui utilisent peu leur terminal (100Mo de données téléchargées par jour) ; o 20 à 300 fois supérieure chez les personnes qui utilisent modérément leur terminal (1Go de données téléchargées par jour) ; o 300 à 10 000 fois supérieure chez les personnes qui utilisent intensivement leur terminal (10Go de données téléchargées par jour). - en moyenne, l'exposition des non-utilisateurs est inférieure d'un facteur 1 000 à celle des utilisateurs ; - dans le scénario urbain, l'influence des utilisateurs environnants est quatre fois plus importante que celle exercée par la station de base. Mais s'agissant de la dose cumulée corps entier par 24heures, les immissions des stations de base sont dominantes ; - la réduction du rayon des cellules diminue l'exposition globale des utilisateurs d'un facteur allant de 2 à 10 ; - l'amélioration de la desserte des espaces intérieurs par des microcellules se traduit, pour tous les utilisateurs, par une exposition réduite d'un facteur 10. Chez les utilisateurs intensifs, ce facteur est même de 600 si les espaces intérieurs sont uniquement couverts par des microcellules ; - en présence de microcellules supplémentaires, l'exposition des non-utilisateurs augmente d'un facteur allant de 2 à 10, tout en restant inférieure d'un facteur allant de 10 à 1 000 à celle des utilisateurs. Les aspects suivants n'ont pas été pris en considération dans l'étude :

Annexe I

Pays	Existe-t-il une surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences ?		Existe-t-il un processus de suivi pour des populations / zones spécifiquement exposées aux antennes ?		Existence de modélisations du champ électromagnétique d'antennes ?	
						- l'effet des antennes adaptatives pour les stations de base (MIMO massif) et des systèmes MIMO multi-utilisateurs pour les appareils de téléphonie mobile ; - les autres voies de transmission des données (p.ex. utilisation du WLAN) ; - les ondes millimétriques (car celles-ci ne seront pas utilisées dans un avenir proche en Suisse pour la téléphonie mobile) ; - la réduction de l'exposition des non-utilisateurs grâce au positionnement stratégique des antennes micro cellulaires dans l'espace ou à leur désactivation en cas de non-utilisation ; - la présence de trois opérateurs (la modélisation n'a porté que sur un seul opérateur).
MOYEN-ORIENT						
Israël	OUI	Surveillance constante des radiofréquences avec publication en ligne des résultats.	OUI	Mesure du pouvoir d'émission de chaque antenne et enregistrement par l'OCC de chaque opérateur	OUI	Pas de commentaire
OCÉANIE						
Australie	OUI	L'ACMA est chargée de réglementer les équipements et les appareils de communication qui émettent des EME (énergie électromagnétique des radiofréquences), afin de s'assurer que les émissions respectent les normes de sécurité de l'ARPANSA. Pour vérifier la conformité EME, elle réalise des audits sur les documents que le fournisseur doit conserver comme les résultats des tests de laboratoire, ainsi que sur les appareils et équipements spécifiques tels que les stations de base, les compteurs intelligents, les téléphones mobiles, les appareils Wi-Fi. Elle fait également des inspections de site, et enquête en cas de plainte du public. L'opérateur Telcos est chargé de l'installation et de l'entretien des petites cellules sur des systèmes de poteaux lumineux « intelligents » qui combinent éclairage, Wi-Fi et couverture mobile. Ces petites cellules figurent également sur les arrêts de bus, les gares et les panneaux publicitaires.	NON	Les résultats des audits de l'ACMA ont révélé un niveau élevé de conformité avec des niveaux de sécurité EME. Les cas individuels de non-conformité restent rares. Il s'agit généralement d'un fournisseur qui ne conserve pas les bons documents, et non un problème avec les niveaux EME. Début 2020, une inspection de l'ACMA a mesuré le niveau d'énergie électromagnétique radiofréquence (RF EME) auquel le public est exposé dans 59 sites de petites cellules à travers l'Australie. Selon les conclusions du rapport, i/pour tous les sites de petites cellules mesurés, les niveaux d'exposition étaient des centaines de fois inférieurs aux limites décrites dans la norme, ii/ toutes les mesures ont été enregistrées bien en dessous de 1 % des limites de la norme, iii/ toutes les mesures ont été prises dans des zones accessibles au public, démontrant que le public est exposé à des RF EME extrêmement faibles provenant de petites cellules.	NON	Pas de commentaire

Annexe I

Pays	Existe-t-il une surveillance de l'exposition des populations aux radiofréquences ?		Existe-t-il un processus de suivi pour des populations / zones spécifiquement exposées aux antennes ?		Existence de modélisations du champ électromagnétique d'antennes ?	
		Généralement, ils n'ont pas besoin de l'approbation d'une structure locale ou étatique. Cependant, ils doivent se conformer au code de déploiement de la station de base de téléphone mobile, et informer les conseils locaux, les propriétaires et les occupants des installations prévues dans les lieux communautaires.				
Nouvelle-Zélande	OUI	Le Resource Management Act oblige les opérateurs de réseaux de téléphonie mobile à obtenir des mesures indépendantes d'exposition des sites cellulaires s'ils prévoient que les expositions dépasseront le quart de la limite publique contenue dans la norme néo-zélandaise. De plus, les opérateurs de réseau commandent une surveillance indépendante aléatoire des sites à travers le pays. Les deux principaux opérateurs du pays, Spark et Vodafone, commandent ainsi une surveillance indépendante des expositions aux champs de radiofréquences autour de leurs sites cellulaires. Elles ne sont pas informées du moment où la surveillance aura lieu, et ne décident pas des sites sélectionnés pour la surveillance (bien que Spark puisse demander la surveillance de sites spécifiques).	OUI	Le but des tests est d'évaluer les expositions aux champs de radiofréquences près des sites cellulaires, afin de déterminer l'exposition maximale au moment où les mesures ont été effectuées, et l'exposition maximale possible si tout l'équipement sur le site (et tout autre émetteur à proximité) fonctionnait à pleine puissance. Les expositions sont comparées aux limites appropriées de la norme « *New Zealand Standard 2772.1:1999 Radiofrequency Fields Part 1: Maximum exposure levels 3 kHz – 300 GHz* », comme l'exige le règlement de 2016 sur la gestion des ressources (*National Environmental Standards for Telecommunications Facilities*). La norme prescrit des limites d'exposition au rayonnement radiofréquence produit par tous les types d'émetteurs radio, pour les personnes exposées au travail et pour le grand public. Les mesures sont normalement prises dans les zones publiques autour d'un site (par exemple, sur les sentiers et les parcs). Les résultats disponibles à ce jour montrent que les expositions des émetteurs 5G sont très similaires à celles des émetteurs 3G et 4G. Le dernier rapport de Spark présente les résultats des mesures de 48 sites menées entre mi-mai 2018 et mi-mai 2019. Sur 85 % des sites testés (41 sur 48), les expositions au moment des mesures étaient inférieures à 1 % de la limite publique. L'exposition la plus élevée mesurée au moment de l'enquête équivalait à 3,1 % de la limite publique. S'agissant de Vodafone, le dernier rapport présente les résultats des mesures de 10 sites menées entre janvier et septembre 2019. Pour six sites sur 10, les expositions au moment des mesures étaient inférieures à 1 % de la limite publique. L'exposition la plus élevée mesurée au moment de l'enquête équivalait à 2,5 % de la limite publique.	NON	A notre connaissance, il n'y a pas de modélisations de champ électromagnétique des antennes 5G déployées.

Source : Mission.

2.4. Réglementation de l'exposition aux ondes

Cette partie présente les valeurs limites d'exposition et les débits d'absorption spécifique (DAS) ainsi que les dispositifs visant à limiter l'exposition du public, les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes et les voies de recours du public.

Tableau 6 :

Continent	Pays	Observation
Amérique	Canada	
	États-Unis	
	Brésil	
Asie	Chine	
	Corée du Sud	
	Japon	
	Singapour	
Europe	Allemagne	Pays membre de l'Union européenne
	Belgique	Pays membre de l'Union européenne
	Espagne	Pays membre de l'Union européenne
	Estonie	Pays membre de l'Union européenne
	Danemark	Pays membre de l'Union européenne
	Finlande	Pays membre de l'Union européenne
	Hongrie	Pays membre de l'Union européenne
	Irlande	Pays membre de l'Union européenne
	Italie	Pays membre de l'Union européenne
	Lettonie	Pays membre de l'Union européenne
	Norvège	
	Pays-Bas	Pays membre de l'Union européenne
	Roumanie	Pays membre de l'Union européenne
	Royaume-Uni	
	Suède	Pays membre de l'Union européenne
	Suisse	Pays membre de l'Union européenne
Moyen-Orient	Israël	
Océanie	Australie	
	Nouvelle-Zélande	

Source : Mission.

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
AMÉRIQUE									
Canada	61	Non renseigné	1,6	1,6	4	L'exposition de la population aux champs électromagnétiques générés par les équipements de radiocommunication est régulée par Innovation, Sciences et Développement Canada qui impose le respect des seuils déterminés par Santé-Canada dans le Code de sécurité 6. Il convient de noter que les limitations canadiennes sont très similaires aux lignes directrices de l'ICNIRP. États-Unis, Canada et Corée du Sud appliquent des règles plus strictes que l'UE pour le DAS tête et tronc.	En dehors du code 6 qui limite l'exposition aux ondes électromagnétiques, il n'existe pas de réglementation au niveau fédéral sur l'emplacement des antennes de radiocommunication afin de préserver la santé des habitants. Toutefois, le ministère Innovation, Sciences et Développement Canada et les municipalités peuvent s'opposer à l'implantation d'un projet d'antenne. Ainsi, certains projets d'antennes ont déjà été abandonnés à cause des inquiétudes générées par la proximité avec des écoles, notamment dans la municipalité de Vancouver.	Les interactions entre les exploitants d'antennes téléphoniques et la population se font au travers de consultations publiques. En effet, les promoteurs sont tenus de tenir une consultation publique locale (les modalités détaillées de cette consultation sont développées ici) pour chaque nouveau projet d'antenne.	Si un litige découle de cette consultation, c'est au ministère Innovation, Sciences et Développement Canada de trancher sur le sujet. Sur demande d'intervention écrite provenant d'une partie autre qu'un membre du public, en général à propos d'une préoccupation raisonnable et pertinente, le Ministère exigera que les parties concernées fournissent et partagent toute information reliée au litige. Le Ministère peut également recueillir ou obtenir d'autres renseignements utiles, et demander aux parties de fournir une nouvelle présentation, le cas échéant. Cette information permettra au Ministère : - de rendre une décision finale sur la ou les questions en litige, puis d'en informer les parties ; - de suggérer aux parties qu'elles recourent à un autre processus de résolution des litiges, afin d'en arriver à un accord final. Si les parties ne parviennent pas à trouver une solution mutuellement acceptable, l'une ou l'autre peut demander au Ministère de trancher la question.

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
États-Unis	Non renseigné	Non renseigné	1,6	1,6	Non	Il n'existe pas, au niveau fédéral, de limite d'exposition de la population aux champs électromagnétiques générés par les antennes de téléphonie mobile. Il n'existe pas non plus de limite pour le DAS « membre ». États-Unis, Canada et Corée du Sud appliquent des règles plus strictes que l'UE pour le DAS tête et tronc.	Il n'existe pas, au niveau fédéral, de dispositions pour diminuer l'exposition du public. Les autorités fédérales renvoient, en application du « *Middle Class Tax Relief and Job Creation Act* » de 2012 (ou « *Spectrum Act* »), aux États fédérés ou aux collectivités locales. Toutefois, la compétence des autorités locales tend à être progressivement préemptée par l'administration fédérale. Ainsi, la section 6409(a) du « *Spectrum Act* », adopté en 2012, limite le pouvoir d'agrément des autorités, qui ne peuvent plus refuser l'installation « [d']*équipements, dès lors que ces derniers ne modifient pas de manière « substantielle* » les sites existants. Le texte a été précisé : - en septembre 2018, la FCC a publié deux documents visant à simplifier les procédures d'agrément relatives au déploiement des petites cellules (« *small cells* ») et des infrastructures 5G, en réduisant considérablement les délais (60 jours pour les mutualisations d'antennes et 90 jours pour les nouveaux sites) ; - de la même manière, le 19 mai 2020, la FCC a publié un « draft Declaratory Ruling », qui vise à restreindre davantage les compétences des autorités locales et propose de supprimer le recours à une étude environnementale préalable (étude environnementale qui était imposée, en application du « National Environmental Policy Act », du « National Histo*ric Preservation Act* » et de « [l']*Endangered Species Act* »).	L'ensemble des décisions de la FCC, publiées, dans un premier temps, sous la forme d'un « *draft* », sont généralement soumises à consultation publique. Le cas échéant, elles sont modifiées pour prendre en compte le retour des parties prenantes, avant leur publication finale. Au niveau local, nous ne disposons pas d'éléments suffisants pour établir une systématicité de la concertation. Toutefois, il semble qu'une consultation, si elle intervient, ne concerne pas l'aspect environnemental, dans la mesure où cette compétence a été préemptée par la FCC (« *The statute also preempts local decisions premised directly or indirectly on the environmental effects of radio frequency (RF) emissions, assuming that the provider is in compliance with the Commission's RF rules* »).	Non renseigné
Brésil	61	0,08	2	2	4	Adhère aux lignes directrices ICNIRP	Non	Application de la loi d'accès à l'information (N° 12527/2011) mais pas de consultation en cas d'implantation d'antennes.	Non renseigné

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
ASIE									
Chine	Non renseigné	Non renseigné				Le cadre juridique applicable est le standard obligatoire sur les « limites de contrôle de l'environnement électromagnétique » (GB8702—2014). Un texte rédigé par le bureau de l'environnement de la « *General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine* » (AQSIQ), applicable depuis le 1er janvier 2015 et qui limite l'intensité des ondes électromagnétiques émises par les infrastructures télécoms à 40 microwatts/cm^2 (soit 0,4 W/m^2), exposant les opérateurs à d'éventuelles poursuites en cas de manquement. Ce texte s'inscrit dans le cadre de la loi pour la protection de l'environnement ; il s'agit de la synthèse mise à jour de deux standards existants (GB 8702-88 et GB 9175-88) depuis 1988. Le cadre juridique actuel prend en compte les lignes directrices de l'ICNIRP pour l'exposition aux fréquences inférieures à 300 GHz, ainsi que le standard de l'IEEE sur la sécurité de l'exposition humaine au champ électromagnétique entre 0 et 3 KHz.	Par rapport au cadre juridique existant, les trois principaux opérateurs appliqueraient des critères encore plus stricts, limitant ce seuil à 8 microwatts/cm^2. Pour réduire l'intensité des ondes électromagnétiques, les opérateurs placent les stations de base à des endroits surélevés afin d'optimiser la diffusion des ondes par-delà les obstacles. Une forte densité de stations relais tend, théoriquement, à réduire l'intensité du champ électromagnétique induit par la distance entre le terminal et la station de base (à cause de la puissance requise pour compenser la distance à la station de base). Le passage de la 4G à la 5G, qui s'accompagne du déploiement plus dense en zone urbaine (généralement une station tous les 200 mètres plutôt que tous les 500 mètres) tendrait donc en réalité à réduire l'exposition aux radiations.	Absence de modalités de concertation malgré les inquiétudes de la population. Selon une étude, 42,4 % de la population chinoise refuserait qu'une station de base soit installée à proximité, 45,5 % craignant l'existence de « radiations ». Selon des articles issus de la presse chinoise, les « standards de radiations » pour les stations mobiles en Chine seraient les plus stricts du monde, « entre 11,25 et 26,25 plus hauts » qu'en Europe. Malgré les multiples déclarations des agences officielles, certains médias expriment des inquiétudes, en soulignant qu'en l'état actuel, aucune étude holistique des effets de la 5G sur la santé n'a été réellement menée (ou rendue publique). Des mesures de précaution sont donc réclamées : limiter l'exposition des enfants, placer les stations de base loin des écoles et des femmes enceintes.	Non

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
Corée du Sud	61 V/M pour le grand public 137 vV/M pour les travailleurs	0,08	1,6	1,6	4	États-Unis, Canada et Corée du Sud appliquent des règles plus strictes que l'UE pour le DAS tête et tronc.	Le MSIT (ministère des sciences et de l'IT) peut appliquer des mesures de restriction en termes d'installation et de gestion des stations de base au cas où les résultats rapportés ne respectent pas les normes, toutefois, aucun cas de non-conformité n'aurait été détecté à ce stade. Le suivi et le contrôle des stations de base sont effectués par la *Korea Communications Agency* (KCA) au niveau opérationnel.	Sous le pilotage du MSIT, les institutions responsables comme la KCA et la NRRA déploient plusieurs modalités d'interaction avec le public pour atténuer les préoccupations sur l'exposition aux ondes électromagnétiques. Dans un premier temps, les résultats de mesure sur l'exposition des ondes électromagnétique provenant des stations de base et sur le DAS, débit d'absorption spécifique (norme SAR) des terminaux sont révélés au public sur les sites officiels des institutions concernées. La KCA est en charge de mesurer et rendre public les résultats de mesure de l'exposition des ondes électromagnétiques dans les structures d'accueil pour les enfants (telles que les crèches, les jardins d'enfant, et les écoles maternelles) et dans les endroits publics (aéroports, métros, et parcs). La NRRA est responsable par ailleurs du contrôle de produits de consommation courante et du niveau d'exposition aux ondes électromagnétiques. Des réclamations en la matière sont principalement gérées par le NRRA, *via* son site officiel. Des évènements et des conférences sont également tenus, via la coopération entre le MSIT, la NRRA, la KCA, et la KIEES.	Si les normes relatives à l'exposition aux ondes électromagnétiques sont établies par le « Radio Wave Act », une partie de la population coréenne estime que cette législation n'est pas assez stricte. Aussi, plus de 12 projets de lois pour renforcer les contraintes lors de la construction d'antenne ont été soumis à l'Assemblée nationale depuis 20 ans, mais aucun n'a été approuvé jusqu'ici. De ce fait, la province environnante de Séoul, le Gyeonggi, a voulu interdire en 2016 la construction de stations de base (3G, 4G etc..) près des écoles maternelles et primaires de la région, mais cette décision a été rejetée par la Cour Suprême de Corée au motif qu'elle constituait une restriction de la liberté de commerce. Depuis lors, de nombreuses associations d'habitants de cette province se sont opposés à l'installation de ces stations, entraînant par exemple l'annulation de la construction d'un « *data center* » du géant coréen du numérique, Naver, dans la ville de Yongin.
Japon	61	0,08	2	2	4	Source chiffres DAS (OMS)	Il n'y a pas de restriction géographique à l'implantation des antennes. Ainsi, Rakuten propose des offres internet gratuites aux écoles qui autorisent l'installation d'antennes dans leurs	Aucune concertation n'est menée avant l'installation d'une antenne mais des réunions d'information peuvent être organisées à la	Très peu d'actions juridiques ont été engagées contre l'installation d'antennes. Il y a eu néanmoins quelques procès,

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
							locaux. En revanche, il est obligatoire d'installer des dispositifs de sécurité pour limiter et contrôler l'accès aux installations lorsque l'intensité des champs dans les radiofréquences est supérieure aux seuils fixés par les lignes directrices.	demande des habitants. Pour répondre aux inquiétudes sur les effets sanitaires des radiofréquences, un service de consultation gouvernemental a été mis en place et des sessions d'information sont organisées à destination du public.	et certains d'entre eux ont abouti au retrait d'une antenne pour raison sanitaire. L'ONG *Denjiha Mondai Shimin Kenkyuukai* accompagne les citoyens dans leurs actions contre les antennes.
Singapour	NR	NR	NR	NR	NR	Singapour s'appuie sur les lignes directrices de l'ICNIRP.	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
EUROPE									
Allemagne	61	0,08	2	2	4	Source : bureau fédéral pour la protection de la radiation.	Il n'existe pas, au niveau fédéral, de dispositions pour diminuer l'exposition du public. La construction et l'exploitation d'antennes sont soumises aux dispositions de la loi sur le contrôle des émissions, de la loi sur l'aménagement du territoire et des règlements de construction des Länder. Avec l'amendement de l'ordonnance sur les champs électromagnétiques (26e *Verordnung zur Durchführung des BundesImmissionsschutzgesetzes – BimSchV*) en août 2013, la participation des municipalités a été juridiquement ancrée dans le droit allemand ; la municipalité doit donc participer au choix du site de construction d'une nouvelle installation à haute fréquence (émetteur radio mobile). Nombre de municipalités ont ainsi choisi de limiter les zones d'expansion mobile à proximité de lieux dits « sensibles » comme les jardins d'enfants ou les écoles à Munich.	Dans la stratégie gouvernementale en matière de téléphonie mobile de novembre 2019, le lancement d'une campagne d'information sur les modalités d'expansion des antennes est prévu. Autre élément de la stratégie : les mâts relais seront à l'avenir considérés comme des biens publics, et seront systématiquement enregistrés dans une base de données rendant leur gestion plus transparente. Des organisations citoyennes peuvent également organiser une assemblée des résidents, sur le modèle de « Fribourg sans 5G » en novembre 2019.	En principe, les antennes, en tant qu'installations structurelles, sont soumises aux règlements de construction des Länder et de la loi sur le contrôle des émissions. Dans la grande majorité des réglementations des Länder, un permis de construire n'est nécessaire que pour les installations d'une hauteur supérieure à 10 mètres. Les communes sont informées de la construction d'un système d'antennes par l'exploitant du réseau. La municipalité a également le droit de commenter et de discuter des nouveaux émetteurs. L'opérateur de réseau doit tenir compte des résultats de cette participation. Les opérateurs de réseau sont censés informer les citoyens et

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
									rechercher un dialogue constructif.
Belgique	Cf. commentaires	0,02	NR	NR	NR	En Belgique, ce sont les Régions, en raison de leur compétence en matière de protection de la santé publique et de protection de l'environnement, qui fixent les normes pour les antennes émettrices, tant sur le plan de l'aménagement du territoire que sur celui des normes d'exposition. Des marges de sécurité supplémentaires sont appliquées par rapport aux limites d'exposition européennes. Voir brochure. **Région de Bruxelles-Capitale** : Depuis 2014, la valeur limite de la norme est de 0,096 W/m², ce qui correspond à 6 Volts/mètre à une fréquence de référence de 900 MHz. La Région de Bruxelles-Capitale effectue tous les contrôles *a priori* et *a posteriori* elle-même, et tient elle-même à jour un cadastre des antennes d'émission sur son territoire. Les opérateurs doivent obtenir un permis d'environnement pour pouvoir mettre en service et exploiter une antenne émettrice, accordé uniquement si les zones accessibles au public alentour sont effectivement préservées.	A ce stade, aucune des trois régions n'a modifié les limites existantes pour prendre en compte les spécificités de la 5G. Les limites existantes pour la 4G s'appliquent donc également aux déploiements 5G. L'installation des antennes étant liée à une décision des communes, celles-ci peuvent décider de prévoir des distances de sécurité entre l'antenne, les habitations et les lieux dits de séjour. Il n'y a aucune interdiction de poser des antennes autour des écoles. Selon le Service public fédéral Santé publique, la distance par rapport à l'antenne n'est pas le seul indicateur de l'exposition : les antennes ont des puissances différentes, et elles émettent des ondes radio en un faisceau quasi-horizontal. Dans l'environnement direct de l'antenne – au niveau du sol – le champ électromagnétique est très faible. En outre, il peut y avoir d'autres sources – beaucoup plus puissantes – dans les alentours (émetteurs radio et TV) qui, bien qu'étant plus éloignées, peuvent augmenter l'exposition sur place. Les normes actuelles, qui limitent le rayonnement localement, et en outre recourent à un facteur de sécurité supplémentaire, offrent de ce fait une meilleure protection.	**A Bruxelles-Capitale**, la demande d'installation d'une antenne par un opérateur est soumise à une enquête publique d'une durée de 15 jours Cette enquête publique est signalée à proximité du lieu d'emplacement de l'antenne. Tout citoyen peut se rendre aux services communaux concernés pour prendre connaissance du dossier. Une fois l'enquête publique clôturée, la commune émet un avis. **En Wallonie**. Les antennes émettrices fixes sont considérées comme des établissements incommodants de classe 3. Par conséquent, le futur exploitant est tenu de remettre une déclaration environnementale à la commune et aux instances environnementales compétentes. Cette notification doit obligatoirement être accompagnée d'un dossier de conformité. Si le dossier est en ordre, l'administration ne peut pas s'opposer à l'installation de l'antenne émettrice, contrairement à un établissement pour lequel un permis est obligatoire. En Région wallonne, seules les antennes d'une puissance	**A Bruxelles-Capitale,** concernant des contrôles du respect de la norme d'émission, les citoyens peuvent s'adresser par écrit à Bruxelles Environnement. Par ailleurs, les opérateurs de téléphonie mobile doivent, sur demande de Bruxelles Environnement, transmettre au minimum quatre fois par an les informations concernant leur configuration réseau et la puissance de leurs antennes. **En Wallonie,** les riverains d'antennes peuvent demander à l'Institut scientifique de service public (ISSeP) d'effectuer des mesures d'intensité du rayonnement électromagnétique. Les contestations citoyennes à l'égard de l'implantation d'une antenne ou de son déplacement peuvent intervenir via différents canaux d'expression : pétitions transmises aux pouvoirs publics compétents (bourgmestre de leur commune ; ministre régional) ;

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
						Région wallonne : la valeur limite du champ électromagnétique est fixée à 3 Volts/mètre par antenne (la norme est identique pour toutes les radiofréquences). Le champ électromagnétique total n'est cependant pas limité. La norme ne vaut que pour les lieux de séjour : logements, écoles, crèches, hôpitaux, maisons de repos, lieux de travail, terrains de sport et de loisir ... La norme ne vaut donc pas pour les voies de circulation, trottoirs, parkings, garages, parcs, jardins, balcons, terrasses et autres lieux où l'on ne séjourne que sporadiquement. **Région flamande** : en Flandre, un arrêté est d'application depuis le 23 janvier 2011 pour les antennes émettrices installées de manière fixe et temporaire qui émettent des ondes électromagnétiques d'une fréquence comprise entre 10 MHz et 10 GHz. Cet arrêté limite l'exposition au rayonnement de deux manières. D'une part, une norme est imposée sur le champ rayonné total de toutes les antennes émettrices fixes d'une fréquence située entre 10 MHz et 10 GHz, comme en Région de Bruxelles-Capitale. Cependant, la valeur limite est supérieure : 20,6 Volts/mètre à la fréquence de 900 MHz. D'autre part, une norme complémentaire sera introduite : une valeur limite par antenne, comme en Wallonie. La valeur limite, de 3 V/m (à une fréquence de 900 MHz), ne vaut que pour les lieux de séjour (habitations, écoles y compris les		supérieure à 500 kW sont soumises à un permis d'environnement. Pour les antennes d'une puissance située entre 4 W et 500 kW, il existe une obligation de déclaration. Les communes ont la possibilité de faire réaliser, par un organisme agréé par la Région et au frais de l'exploitant, des mesures in situ afin de contrôler qu'une installation située sur leur territoire respecte la législation en matière d'émission de rayonnements électromagnétiques. **En région Flamande**, les antennes émettrices fixes sont considérées comme des établissements non classés. Aucun permis n'est donc nécessaire pour pouvoir utiliser une antenne émettrice. Par contre, une attestation de conformité est exigée.	collectifs citoyens ; voire vandalisme (à Pelt, dans le Limbourg, des individus ont incendié en avril un mât de téléphonie mobile abritant des antennes 5G).

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
						aires de jeu, hôpitaux, maisons de repos...).			
Espagne	61	0,08	2	2	4	Le décret RD-1066/2001 définit les limites électromagnétiques générales. Le chapitre III et l'annexe II détaillent « les limites d'exposition pour la protection de la santé et l'évaluation des risques par les émissions radio ». Ce décret espagnol est en ligne avec les directives européennes, notamment la directive 1999/519 EC. Le Ministère des Affaires Économiques et Transformation Digitale indique que les lignes directrices de l'ICNIRP sont appliquées.	Le décret 1066/2001 transpose la recommandation européenne 1999/519/EC, ainsi que des mesures supplémentaires concernant la protection « des zones sensibles ». L'article 8 dudit décret et l'arrêté ministériel CTE/23/2002 (qui précise le décret) déterminent l'obligation de justifier la minimisation de l'exposition aux stations radioélectriques placées au sein des terrains urbains 100 m autour des jardins d'enfants, écoles maternelles ou primaires, écoles d'enseignement obligatoire, hôpitaux, parcs publics et résidences ou centres pour le troisième âge. Le décret 123/2017 indique également l'obligation de signalisation de l'exposition radioélectrique notamment dans ces espaces, les niveaux d'exposition y étant suivis plus exhaustivement. En outre, les antennes espagnoles sont cartographiées par le ministère de l'Industrie, du commerce et du tourisme et leur implantation est publique. Il est possible de croiser cette information avec les écoles et crèches et de trouver celles qui ne respectent pas les mesures décrites par l'arrêté ministériel. La mutualisation des infrastructures dépend des accords entre les opérateurs, mais elle est toujours conditionnée par les limites d'exposition établies dans chaque zone.	Il n'y a pas de circuit formel de concertation et d'interaction avec les associations locales ou de consommateurs. Les consultations locales ne sont pas systématiques.	Il est possible en principe de déposer des réclamations au Ministère, ou bien à l'équivalent du défenseur des droits, ou de s'adresser au Secrétariat d'État des Télécommunications et Infrastructures Digitales pour obtenir des informations sur les antennes installées ou les projets d'installation. De façon générale, les risques environnementaux et sanitaires liés au déploiement des infrastructures télécom ne provoquent pas le même niveau d'inquiétude et de résistance en Espagne qu'en France. La seule déclinaison locale du mouvement de résistance à la 5G est la plate-forme nationale contre la pollution électromagnétique (PECCEM), organisation composée de groupes et d'associations sensibles aux effets sur la santé de la pollution électromagnétique croissante.

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
Estonie	61	0,08	2	2	4	Source	Dans ce domaine, l'Estonie suit les réglementations de l'UE en matière de petites cellules (« *small cells* »), sans législation séparée.	La possibilité d'une concertation pour l'implantation d'une antenne n'est pas considérée pour le moment, d'autant plus que le ministère des Affaires économiques n'entend pas réguler les antennes.	Pas de dispositifs spécifiques contre les antennes.
Danemark	61	0,08	2	2	4	Référence à la recommandation 1999/519 de la Commission européenne « Sans modification ou avec modifications mineures des valeurs limites d'exposition » par rapport aux normes ICNIRP (note radiofréquence)	L'agence de l'énergie danoise peut fixer des obligations relatives à l'utilisation de certains équipements radio, dans un objectif de santé publique.	L'autorité de santé danoise et l'agence de l'énergie fournissent des informations sur leur site. Elles répondent aux questions du public et des ONG par courriel. Des réunions sont organisées sur demande.	Non renseigné
Finlande	61	0,08	2	2	4	Le décret 1045/2018 relatif à la limitation de l'exposition du grand public aux rayonnements non ionisants, entré en vigueur le 15 décembre 2018, définit des valeurs limites d'exposition qui couvrent les fréquences déjà utilisées ainsi que les fréquences 5G déjà adoptées. Les valeurs limites sont en conformité avec les recommandations du Conseil de l'UE (1999/519/EC).	Les antennes, placées sur un toit ou sur la partie extérieure du mur d'un bâtiment, doivent être orientées de façon que l'exposition aux radiations dans les bâtiments attenants reste en-dessous des limites d'exposition. Dans certains cas, pour des antennes de faible puissance, une évaluation de sécurité n'est pas nécessaire. Les antennes doivent également être pourvues de panneaux d'avertissement, sur lesquels figure une distance de sécurité à respecter. L'autorité de sûreté publie un guide qui répertorie l'ensemble des lois et normes à respecter pour l'installation des antennes (disponible uniquement en finnois). La plus récente évaluation de l'exposition de la population aux champs de radiofréquences émis par les stations émettrices est détaillée dans un document (en finnois également) datant de 2014, et faisait état d'une très faible exposition de la population, excluant tout risque nocif sur la santé.	Les interactions avec la population se limitent aux consultations publiques précitées (débat national au sujet de la 5G).	Il n'est pas possible de déposer une réclamation sur le site web dédié.

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
Hongrie	61	0,08	2	2	4	D'après la note radiofréquence la Hongrie s'est alignée sur les règles de l'ICNIRP.	Non	Quelques rares forums citoyens ont été créés, principalement vers la fin 2019 et en début d'année 2020. Ils faisaient principalement suite à une série d'articles parus lors de l'été 2019 dans un hebdomadaire par des professeurs émérites, ainsi que des ex-personnalités politiques, soulignant la corrélation entre la 5G et des phénomènes néfastes tels que la disparition massive des abeilles, ou que des maladies incurables dont le cancer. Une série de manifestations a été organisée courant janvier 2020 dans des grandes villes du pays avec un faible nombre de participants (60 à 100 personnes). En parallèle, une pétition en ligne a été lancée pour presser le Gouvernement de ne pas autoriser la mise en place de la 5G dans le pays ; tout comme les manifestations, celle-ci non plus n'a connu qu'un succès très modeste avec 3 182 signatures sur les cinq derniers mois. Au total, ces quelques mouvements n'ont aucun impact sur le déploiement de la 5G, qui a un haut degré d'acceptation par la population et les entreprises.	Non renseigné

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
Irlande	61	0,08	2	2	4	ComReg régule les limites d'exposition de la population aux champs électromagnétiques générés par les antennes de téléphonie mobile sur la base des lignes directrices de l'ICNIRP (note radiofréquence).	Les dispositions en vigueur sur l'implantation des antennes datent de 1996, Telecommunications Antennae and Support Structures 1996. Il s'agit de lignes directrices pour les autorités chargées de la délivrance des permis de construire. L'implantation des antennes est ainsi soumise au respect de critères liés à la pollution visuelle, à la sécurité des installations, à leur taille et à leur localisation. Dans les zones urbaines, les antennes doivent être installées en priorité sur des bâtiments hauts et sur les toits. Dans les zones suburbaines et rurales, la tolérance est plus grande pour l'installation de structures de support ou de mâts. La mutualisation des installations entre opérateurs est encouragée. Les installations doivent en outre justifier de leur durabilité environnementale. Elles doivent répondre à un besoin socio-économique (nécessité des communications par téléphone mobile, utilité de l'installation au sein du réseau de l'opérateur) tout en préservant les ressources naturelles dont dépend le développement économique. Les autorisations d'implantations des antennes sont attribuées, en premier ressort par les collectivités locales. Un appel peut être formulé devant l'autorité chargée des permis de construire et des autorisations d'implantations, An Bord Planeala. Il n'existe aucune préconisation spécifique à la 5G.	Non renseigné mais l'opinion publique irlandaise ne s'est, pour l'instant, préoccupée que très marginalement des effets de la 5G sur la santé ou l'environnement. Les études mises en avant sont anciennes, et souvent de source internationale ou étrangère. On observe un début de fronde de certains élus locaux du nord-ouest de l'Irlande, membres du parti nationaliste de gauche, partisans de l'unité de l'Irlande (Sinn Fein) qui se sont opposés à l'installation de la 5G dans leurs comtés en l'absence d'étude d'impact.	En vertu de la réglementation actuelle, un opérateur n'a pas besoin d'un permis de construire pour installer une antenne sur un mât existant ou si la structure ne dépasse pas 1,5 m de haut. Comme la plupart de ces installations sont fixées à des structures existantes, ou sont en dessous de la hauteur requise, elles ne nécessitent pas de permis de construire. An Bord Planeala, l'autorité chargée des permis de construire et des autorisations d'implantations, constitue une instance devant laquelle les citoyens peuvent se pourvoir, sans qu'une procédure spécifique n'ait été mise en place.

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
Italie	Valeur optimale : 6 (moyenne 24h) sur le 3.6-3.8 Valeur d'attention : 6 (moyenne 24h) sur le 3.6-3.8 Valeur limite d'exposition : 40 (moyenne 6min) sur le 3.6-3.8	0,08	2	2	4	Les autorités italiennes ont fixé des valeurs limites généralement inférieures à celles recommandées par le Conseil européen (1999/519/CE). Les valeurs italiennes sont fixées par le décret du président du conseil des ministres du 8 juillet 2003 et par le décret-loi n°179 du 18 octobre 2012. Pour les DAS (source OMS).	L'implantation des antennes est définie par les plans d'aménagement du territoire (de compétence municipale et régionale) ou par des éventuels plans spécifiques. La région Émilie-Romagne a rédigé en 2000 un plan d'aménagement du territoire spécifique pour l'installation d'antennes, qui a été ensuite décliné au niveau provincial et municipal (exemple de la ville de Bologne). Dans le cas de l'Émilie-Romagne, l'installation d'antennes est interdite sur les immeubles historiques, scolaires, sanitaires, sportifs, ainsi que dans les aires naturelles protégées. La distance des antennes de ces lieux est définie au cas par cas, en fonction des valeurs d'exposition aux ondes électromagnétiques. Les règles varient selon les régions.	En Émilie-Romagne, les projets d'installation d'antennes soumis pour approbation aux municipalités doivent également faire objet de publicité dans la presse locale et une consultation publique doit être organisée par la commune. Tout projet d'antenne est soumis à un permis de construire de compétence municipale et à une évaluation d'impact environnemental effectuée par l'agence environnementale régionale compétente. Seules les antennes d'une puissance inférieure à 10 W et d'une taille inférieure à 0,5 m^2 peuvent être installées sans demander d'autorisations, en signant une attestation sur l'honneur de respect des valeurs limites.	A partir de la fin de l'année dernière, plusieurs maires ont pris des arrêtés qui interdisent l'installation d'antennes 5G sur le territoire municipal. Environ 500 communes (sur un total d'environ 8 000), pour la plupart des villes de petite taille, ainsi que certains chefs-lieux de départements tels que Messine (240 000 hab.) et Foggia (150 000 hab.) ont adopté une telle interdiction. Au total, environ 10 % des chefs-lieux de départements ont introduit une interdiction totale de l'installation d'antennes pour la 5G. Ces interdictions seront probablement invalidées par la justice administrative. Toutefois, ces polémiques et contentieux entre collectivités et opérateurs téléphoniques risquent d'engendrer des retards importants. Le gouvernement a décidé d'intervenir en préparant un décret-loi limitant le pouvoir des maires, qui ne pourront plus interdire l'installation d'antennes sur le territoire municipal, sauf près de zones sensibles.

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
Lettonie	61	0,08	2	2	4	La Lettonie indique qu'elle veille à respecter les « Lignes directrices pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques et magnétiques variables (jusqu'à 300GHz) » émises par l'ICNIRP. Les principales recommandations de la Commission européenne et de l'ICNIRP sont transposées sous forme du règlement n° 637 sur l'évaluation et l'établissement de limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques.	Pas de disposition géographique.	En l'absence de loi spécifique sur l`installation de la 5G en Lettonie, la loi qui fait référence est celle concernant les communications électroniques. Le sujet de la 5G n'a pas fait l'objet en Lettonie d'un débat particulier, et notamment pas en matière de santé.	Le protocole de dépôt de réclamation doit être possible comme dans tout État de droit, mais les citoyens lettons ne disposent pas à ce stade d'une adresse *ad hoc* dont il est fait expressément la publicité.
Norvège	61	0,08	2	2	4	Les lignes directrices de l'ICNIPR font l'objet d'une revue par DSA qui peut recommander de les appliquer ou proposer des normes alternatives. La Norvège applique l'intégralité des recommandations ICNIRP. C'est en particulier le cas des valeurs plafonds définies par l'ICNIRP et variables en fonction de la fréquence.	Nkom n'impose pas aux opérateurs des normes de localisation ou de positionnement des antennes ou des stations relais (base stations) qu'ils installent. La seule mesure obligatoire concerne la distance minimale à respecter face à une antenne (dans le cas entre autres du déneigement ou des réparations des toits). Chaque antenne doit donc comporter une mention interdisant de se placer devant l'antenne. Cependant, des règles existent au niveau municipal. Les antennes de plus de deux mètres de hauteur sont soumises à autorisation d'urbanisme. Chacune des 422 municipalités norvégiennes peut ainsi intégrer dans ses plans d'urbanisme ou prescrire par arrêté municipal, des normes concernant la distance minimale à respecter. Certaines municipalités ont ainsi interdit le positionnement de stations relais et/ou d'antennes à proximité immédiate des écoles. Ces pratiques conduisent cependant à une exposition accrue des usagers mobile aux ondes émises par leurs récepteurs, en raison de la dégradation de la qualité de la couverture.	Il n'existe pas de dispositif formalisé national de concertation avec les communautés locales.	Les riverains peuvent saisir Nkom afin de faire procéder gratuitement à des mesures de contrôle. Dans la grande majorité des cas, Nkom rassure les demandeurs en leur fournissant des informations chiffrées (sur la base de leur localisation par rapport à l'antenne/station relais) sans procéder effectivement a,ux mesures. A ce jour, aucune mesure de contrôle n'a révélé de dépassement des normes ICNIRP. La gestion des éventuelles plaintes des riverains est donc en pratique décentralisée à l'échelon municipal. Des riverains peuvent faire usage de la gamme des recours, gracieux et, le cas échéant juridictionnels, contre les actes administratifs des communes.

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
Pays-Bas	À partir de 2 GHz et plus, la limite est de 61 V/m.	NR	NR	NR	NR	D'après la note radiofréquence, « sans modification ou avec modifications mineures des valeurs limites d'exposition » par rapport à l'ICNIRP et aux recommandations européennes.	Les questions d'exposition du public aux champs électromagnétiques font l'objet d'une concertation coordonnée par l'Agence néerlandaise des Télécommunications (*Agentschap Telecom*). Cette concertation rassemble : - Le ministère des affaires économiques et du climat (EZK) : ▪ est chargé de délivrer les permis de constitution des réseaux de communication mobile, en prenant en compte les aspects de santé, d'environnement et de sécurité ; ▪ supervise la sécurité des équipements utilisés pour ces réseaux ; ▪ au travers de sa tutelle sur l'Agence de Télécommunications, coordonne l'implantation des antennes via le « bureau d'information du gouvernement néerlandais sur les antennes pour la communication sans fil et mobile », Antenne Bureau. - L'échelon municipal, chargé de l'implantation des antennes, au travers de l'Association des municipalités néerlandaises (VNG) ; - Le ministère de l'infrastructure et de la gestion de l'eau (IenW) est responsable des questions d'aménagement du territoire en lien avec le déploiement des réseaux de télécommunication. Ce ministère est également responsable de la politique en matière de champs électromagnétiques et de santé ; ▪ Le ministère des affaires sociales et de l'emploi (SZW) est responsable des conditions de travail des employés travaillant auprès des antennes ; ▪ Le ministère de la justice et de la sécurité (JenV) est responsable du réseau C2000 de communication des services d'urgence néerlandais.	Les modalités d'installation d'antennes varient entre les antennes de plus de cinq mètres (soumises à autorisation) et les antennes à moins de 5cinq mètres (systématiquement exonérées d'autorisation). L'implantation des antennes est régie par le document cadre intitulé « politique nationale en matière d'antennes », et complété depuis 2010 par un « pacte » ou « Convention » sur les antennes (Antenneconvenant). À partir de 2021, un nouveau pacte (*Nieuw Antenneconvenant*) devrait prendre sa place. Ce pacte détermine les cas où l'installation d'antennes est exemptée « d'autorisation environnementale ». Il prévoit que chaque année, les municipalités reçoivent un programme de déploiement de la part des opérateurs, contenant l'emplacement des antennes existantes et les endroits où les fournisseurs souhaitent installer de nouvelles antennes. Une entreprise qui souhaite installer une nouvelle antenne dans une municipalité doit établir un plan d'installation (commun) pour l'ensemble de la municipalité. Cela s'applique aux installations d'antennes soumises ou non à autorisation.	Dans tous les cas, les citoyens peuvent demander à la municipalité une vérification de l'application des règles d'urbanisme locales. Contre les projets faisant l'objet d'une autorisation environnementale, un recours peut être déposé. Contre les projets exonérés d'autorisation, il n'est pas possible de le faire. Les associations de défense du consommateur et de l'environnement sont notamment représentées au sein du groupe consultatif de la plateforme sur les champs électromagnétiques (voir *supra*). Il est intéressant de noter que le Bureau des antennes met à disposition des collectivités des kits de communication (modèles de courrier, modèles de présentations pour réunions publiques d'information, etc.) pour informer les citoyens de l'installation future d'antennes et limiter les risques juridiques. Le Bureau fournit également des outils visant à aider les collectivités à formuler des règles d'urbanisme s'appliquant aux antennes soumises à autorisation qui soient compatibles avec le droit en vigueur.

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
Roumanie	61	0,08	2	2	4	Les normes nationales en vigueur (Arrêté du Ministre de la santé n°1193/2006) suivent les recommandations européennes et internationales (Recommandation 1999/519/CE du Conseil du 12 juillet 1999 et de l'ICNIRP).	Les autorités roumaines indiquent appliquer les mesures établies par le règlement de la Commission européenne du 30 juin 2020. Selon ces normes, les limites de l'exposition doivent être respectées impérativement et l'impact visuel des antennes doit être minimum.	Selon la législation en vigueur, tout projet ayant un impact majeur doit être rendu public avant l'adoption. Les parties intéressées peuvent déposer des observations ou des recommandations auprès des autorités qui ont initié le projet, ou participer aux réunions de consultation publique. L'association roumaine pour la protection des consommateurs (Asociatia Pro Consumatori) est très impliquée dans les débats sur la technologie 5G, notamment par rapport à la santé et à l'environnement.	Cf. case gauche
Royaume-Uni	61	0,08	2	2	4	Les autorités britanniques s'alignent entièrement sur les lignes directrices et les valeurs limites de l'ICNIRP.	L'OFCOM peut réaliser sur demande des écoles, hôpitaux et de groupes de population des mesures localisées autour d'antennes téléphoniques. Néanmoins, il n'y a pas de dispositions spéciales pour des endroits vus comme sensibles, les mêmes règles et valeurs limites s'appliquent sur tout le territoire.	Les consultations menées étaient ouvertures au grand public. Même si des entreprises et *think tank* y ont principalement participé, des associations de consommateurs y ont également pris part. En ce qui concerne les implantations des antennes, l'OFCOM estime que le choix de la localisation est du ressort des opérateurs (il n'y a donc pas d'obligation de concertation). L'OFCOM impose néanmoins deux règles pour l'implantation des antennes : - L'absence d'interférence avec les antennes voisines ; - Une puissance d'émission inférieure aux critères de l'ICNIRP.	Depuis 2012, des mesures sont réalisées sur demande par l'OFCOM. Elles sont gratuites pour les hôpitaux et écoles, payantes pour les personnes physiques et morales (entre £425.20 and £1,103.20 hors TVA). Aucune des installations testées n'a émis des ondes supérieures à 0,2 % des valeurs limite.

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
Suède	61	0,08	2	2	4	L'Agence suédoise de Radioprotection SSM fixe les valeurs limites nationales. Celles-ci se fondent sur les recommandations européennes et les lignes directrices de l'ICNIRP. La Suède n'impose pas de règles plus strictes que celles de l'Union européenne (2 W/m^2 pour les ondes radio, 2 W/m^2 pour les ondes TV, 4 W/m^2 pour les ondes des téléphones portables et 10 W/m^2 pour les ondes WIFI). Source : note radiofréquence	Il n'existe pas de dispositions majeures pour diminuer l'exposition du public en Suède. Dans le cadre du principe d'autocontrôle cité *supra*, les opérateurs doivent toutefois choisir des emplacements pour les antennes qui visent à limiter l'exposition de la population, mais il n'existe pas de distance minimale à respecter entre les antennes et les établissements sensibles en Suède (écoles, centres de soins, etc.). Comme les fréquences de la 5G sont proches de celles de la 4G, il n'y a pas de préconisations spécifiques pour la 5G en Suède.	Dans le cas d'antennes ne nécessitant pas de permis de construire (par exemple, celles disposées sur des toits de certains bâtiments existants, comme la plupart des antennes 4G en Suède), il n'y a pas de concertation préalable avec les habitants et les ONG.	Dans le cas de grandes antennes, un permis de construire auprès de la commune est nécessaire. Dans ce cadre, il est possible de s'exprimer contre le projet (en particulier pour les personnes habitant à proximité de l'antenne). Si la commune décide tout de même d'accorder le permis de construire, il reste toujours possible de déposer une réclamation auprès de la Préfecture.
Suisse	Entre 41 et 61 V/m (valeurs limites d'immission, VLI) pour les lieux à utilisation sensible et les lieux à utilisation sensible Entre 4 et 6 V/m pour les « lieux à utilisation sensibles » (ce sont les valeurs limites d'installation, VLInst)	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné	Le rayonnement des stations émettrices est limité en vertu de l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI). L'ORNI contient des valeurs limites d'immissions (VLI) qui correspondent aux valeurs indicatives recommandées en 1998 par la Commission internationale pour la protection contre le rayonnement non ionisant (ICNIRP). Ces valeurs protègent contre les effets thermiques. Dans le domaine des fréquences de téléphonie mobile, elles se situent entre 41 et 61 volts par mètre (V/m). Elles s'appliquent partout où des personnes peuvent séjourner. En plus des VLI, l'ORNI fixe des valeurs limites de l'installation (VLInst), qui traduisent le principe de précaution. Dans les lieux où des personnes séjournent régulièrement pendant une période prolongée, la valeur efficace de l'intensité du champ électrique d'une installation de téléphonie mobile ne peut dépasser un	La réponse précédente apporte des précisions sur les valeurs limites de l'installation (VLInst), qui traduisent le principe de précaution. Les écoles et les autres établissements considérés comme sensibles sont concernés par ces valeurs. Il convient de noter que le Conseil fédéral entend maintenir les valeurs limites de l'installation visant à protéger la population du RNI. Le groupe de travail « téléphonie mobile et rayonnement » n'a pas réussi à se mettre d'accord sur une recommandation en la matière, et le Parlement a récemment refusé par deux fois d'assouplir ces valeurs.	Dans le cas des installations commerciales de téléphonie mobile, ce sont les cantons et les communes qui sont responsables de l'exécution de l'ORNI. Les services communaux ou cantonaux concernés étudient les demandes de permis de construire. Cette procédure comprend une enquête publique qui octroie, aux personnes concernées par l'installation, un droit d'opposition. Le groupe de travail « téléphonie mobile et rayonnement » encourage l'institution d'une plateforme d'échange entre les autorités fédérales et cantonales, l'industrie des télécommunications, les organisations du monde médical, les associations de protection et les associations d'utilisateurs. Les objectifs d'une telle plateforme sont de proposer un échange mutuel et	Non renseigné

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
						dixième de la VLI, soit entre 4 et 6 V/m. Au sein des « lieux à utilisation sensible » (LUS), on trouve les habitations, les écoles, les hôpitaux, les postes de travail permanents ou les places de jeux définies dans un plan d'aménagement. Il convient de noter que ces VLInst prennent en compte l'état de la technique et les conditions d'exploitation économiquement supportable. Les VLInst résultent donc d'un arbitrage entre précaution sanitaire et besoins économiques. Une révision de l'ORNI a adapté les valeurs limites au développement du réseau 5G. La révision comprenait la fixation d'une valeur limite de l'installation (VLInst) pour les fréquences comprises entre 900 MHz et 1,8 GHz. En effet, seule une valeur limite d'immission était fixée dans l'ORNI pour cette gamme de fréquences, sans précision de la valeur limite de l'installation.		de mettre à disposition des informations sur les nouvelles technologies et les développements.	
MOYEN-ORIENT									
Israël	NR	NR	NR	NR	NR	Pas de commentaires.	Oui, une valeur limite par antenne est établie, en ALARA (« *as low as reasonnably achievable* »), et continuellement contrôlée (+ *pooling* d'antennes).	Transparence complète	Oui, à partir du permis de construire

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
Australie	61 (général) 137 (professionnel)	0,08	2	2	4	L'ARPANSA a mis en place des valeurs limites d'exposition en ligne avec les directions de l'ICNIRP. L'ensemble des valeurs limite d'exposition peuvent être trouvés dans le document sur les standards applicables en Australie.	Les règles d'installation des antennes ou autres infrastructures de diffusion des ondes sont largement locales, avec des différences entre les États australiens, voire les villes. La régulation nationale est donc légère, mais préconise tout de même que des études d'impact doivent être effectuées pour l'installation d'antenne dans des « zones sensibles » (quartiers résidentiels, écoles, maisons de retraite, hôpitaux ou lieux touristiques). Le code C564, qui constitue la principale référence nationale, spécifie ainsi que dans tous les cas les opérateurs doivent justifier du besoin d'installer une antenne en zone sensible, et prouver que d'autres alternatives ne sont pas viables d'un point de vue pratique ou économique. A noter que ces règles s'appliquent uniquement pour la création de nouveaux sites, ce qui signifie que la transformation d'une antenne 4G en 5G ou l'installation d'une cellule de transmission sur une antenne déjà existante sont exemptes de ces études d'impact.	La concertation publique n'est pas systématiquement nécessaire, et dépend des caractéristiques de l'antenne (plus d'informations) : - Les antennes considérées comme « faible impact » ne font pas l'objet d'une consultation, ni même d'une approbation par les autorités locales. Sont considérées comme faible impact les antennes de moins de 1,2 m de diamètre (et 0,03 m^3 de volume) dans les zones commerciales et résidentielles, et de moins de 1,8 m de diamètre dans les zones industrielles et rurales - Les antennes ne rentrant pas dans la première catégorie sont soumises aux lois régionales, qui peuvent inclure une consultation publique avec intervention des citoyens. Ce procédé n'est cependant pas systématique et dépend des règles établies par les États et les conseils régionaux.	Possibilité de porter plainte devant l'ACMA.
Nouvelle-Zélande	61	0,08	2	2	4	Source (OMS)	Toute installation d'antenne dont la puissance excède 25 % des standards néo-zélandais doit faire l'objet d'un rapport, puis d'une enquête par les autorités locales pour déterminer si les niveaux d'exposition restent satisfaisants (cf. Resource Management - National Environmental Standards for Telecommunication Facilities - Regulations 2016. Part 3. Subpart 5. Clause 55) Pour l'heure les préconisations varient uniquement en fonction de la puissance des antennes, pas des fréquences ou de la technologie utilisée. Une revue de la loi est en cours pour les antennes 5G.	L'installation d'antennes ne requérant pas de rapport préalable (puissance en dessous de 25 % des standards, ce qui inclurait la majorité des antennes 5G) ne fait pas l'objet de consultations locales. L'installation d'antennes plus puissantes nécessite l'approbation des propriétaires terrestres, ainsi qu'un processus de consultation locale menée par le district, et ouvert à tous les habitants. Pour l'heure aucune antenne 5G n'a fait l'objet d'une consultation.	Si les possibilités de recours légaux face à l'installation d'antennes sont faibles, une partie de la population a plusieurs fois exprimé son désaccord avec les plans du Gouvernement. La Nouvelle-Zélande a été victime depuis le début du confinement d'une série d'actes de vandalisme consistant à incendier des tours 5G. Ce sont au total 17 tours qui ont été embrasées (dont 10 à

Annexe I

Pays	Valeurs limites d'exposition en V/m (bande 3,4-3,8 GHz)	Débit d'absorption spécifique en W/kg (DAS)				Commentaires	Existe-t-il des dispositions pour limiter l'exposition du public ?	Quelles sont les modalités de concertation pour l'implantation d'antennes ?	Quels sont les recours du public en matière de mesure ou de suivi de l'exposition ?
		Corps entier	Tête	Tronc	Membre				
							Par ailleurs, les opérateurs doivent prendre toute mesure non-couteuse ou de faible coût permettant de réduire les émissions.	Il existe cependant un code de conduite des opérateurs détaillant des modalités de consultation facultatives de résidents proches (source tableau OMS). L'obligation de consultation dépend de la caractéristique du site d'implantation.	Auckland), alors que la police a annoncé sa fermeté face à ces actes. Ces incidents sont la manifestation de la méfiance générale du public face à cette nouvelle technologie : en décembre, 46 % des néo-zélandais étaient inquiets des effets de la 5G sur la santé humaine. Par ailleurs, un mouvement activiste est fortement engagé contre le déploiement de la 5G dans le pays.

Source : Mission.

3. Recensement non exhaustif des bonnes pratiques identifiées à l'étranger

Au **Pays-Bas**, le Bureau des antennes met à disposition des collectivités des kits de communication (modèles de courrier, modèles de présentations pour réunions publiques d'information, etc.) pour informer les citoyens de l'installation future d'antennes et limiter les risques juridiques. Le Bureau fournit également des outils visant à aider les collectivités à formuler des règles d'urbanisme s'appliquant aux antennes soumises à autorisation qui soient compatibles avec le droit en vigueur.

En **Allemagne**, la stratégie gouvernementale en matière de téléphonie mobile de novembre 2019 prévoit le lancement d'une campagne d'information sur les modalités d'expansion des antennes. Parmi les mesures envisagées figure le fait que les mâts-relais seront à l'avenir considérés comme des biens publics et seront systématiquement enregistrés dans une base de données rendant leur gestion plus transparente.

Par ailleurs, un « Centre de compétence champs électromagnétiques » a été créé au sein du BfS (agence de protection contre les radiations) en février 2020. Il est destiné à servir de point de contact central pour toutes les questions de radioprotection et de santé concernant les champs électriques, magnétiques et électromagnétiques.

Le BfS recommande que les valeurs limites soient complétées par des mesures de précaution pour tenir compte des incertitudes scientifiques concernant les effets sur la santé dans ces domaines. Dans certains lieux de travail, l'exposition aux champs électromagnétiques de radiofréquence peut s'avérer significativement plus élevée que ce qui est courant et permis pour la population générale. Il existe donc des règles spéciales en matière de santé et de sécurité au travail.

Dans le cadre des plans de recherche en cours du ministère fédéral de l'environnement, le BfS supervise le projet de recherche « Prise en compte de la technologie actuelle des antennes radio mobiles dans la détermination de l'exposition aux RF-EMF », dont les conclusions sont attendues fin mars 2021. Une partie du projet consiste à effectuer des mesures à proximité et au loin de sites équipés de stations de base de radio mobile, en utilisant des systèmes d'antennes avec une mise en forme et un guidage adaptatifs du faisceau. Comme les sites à examiner sont soumis à la procédure de certification des sites, on peut supposer que les valeurs limites seront respectées. L'objectif du projet est d'obtenir une image détaillée des contributions maximales possibles et réelles à l'exposition, au-delà de la vérification de cette détermination.

L'Agence fédérale des réseaux inspecte les systèmes radio nécessitant une certification sur le lieu d'installation, et contrôle le respect de l'ordonnance pour la limitation des champs électromagnétiques (*Begrenzung elektromagnetischer Felder* – BEMFV). Ces procédures de contrôle sont effectuées de manière aléatoire et sans préavis. En moyenne, 2 200 sites d'équipement radio sont contrôlés chaque année par l'Agence. Si la marge de sécurité n'est pas respectée, l'équipement est immédiatement mis hors service par les agents en charge de l'inspection. Il s'agit d'une infraction administrative, le système concerné ne peut être remis en service qu'après que l'Agence a constaté le respect des valeurs limites. Les irrégularités identifiées jusqu'à présent étaient exclusivement des écarts par rapport aux paramètres d'application qui ne mettaient pas en danger la sécurité des personnes.

En outre, l'Agence fédérale des réseaux (BNetzA) mène des séries de mesures annuelles des champs électromagnétiques, en coopération avec les ministères de l'environnement des Länder depuis 1996. Les lieux de mesure sont choisis en fonction de la sensibilité des lieux (écoles, jardins d'enfants ou les voies et lieux publics très fréquentés). Les ministères de l'environnement des Länder peuvent également désigner au prorata jusqu'à 1 000 sites de mesure dans le cadre de ces séries de mesures des champs électromagnétiques, les mesures étant ensuite réalisées par la BNetzA. Les séries de mesures montrent que les limites légalement définies pour la protection des personnes dans les champs électromagnétiques ne sont utilisées qu'à une fraction de leur potentiel.

Enfin, il est prévu que des organisations citoyennes puissent désormais organiser une « assemblée des résidents », sur le modèle de « Fribourg sans 5G » en novembre 2019.

En **Autriche**, « afin de développer le réseau rapidement et faciliter le dialogue entre autorités et entreprises, Telekom Austria a conclu un partenariat avec Asfinag (société de gestion du réseau routier à haut débit), l'opérateur ferroviaire historique ÖBB et la société de la gestion des biens immobiliers de l'Etat BIG. Cette alliance doit accélérer le déploiement de la 5G et des nouveaux usages dans les trains, mais aussi pour le développement de la conduite autonome sur les autoroutes ainsi que les bâtiments intelligents. Des premières zones sont équipées et des tests sont en cours y compris sur le véhicule autonome sur certaines autoroutes. Une loi en ce sens a été adoptée l'an dernier pour permettre des tests. Valeo est partenaire de certains tests avec des constructeurs allemands.

En **Hongrie**, un comité constitué par cinq chercheurs au sein de l'Académie hongroise des Sciences a publié une étude préliminaire synthétisant les informations scientifiques actuellement disponibles au sujet de la 5G. Le résumé de ces travaux attire l'attention sur la nécessité d'un suivi continu des effets de la technologie 5G, ainsi que du besoin d'une subvention d'État pour soutenir ces recherches. D'après le planning de l'Académie, un débat scientifique public autour des effets sanitaires de la 5G pourrait intervenir à l'automne 2020 ; le résumé et la prise de position formulée en conséquence devraient être rendus publics probablement en octobre prochain.

En **Espagne**, l'arrivée de la 5G avec de nouvelles infrastructures nécessitera des nombreuses antennes supplémentaires sur de nouveaux emplacements, notamment sur le mobilier urbain ou sur les nouveaux hotspots wifi. Les antennes profiteraient de la technologie MIMO massive (antennes intelligentes) de façon à être capables de diriger la radiation pour trouver la route la plus efficace dans le cadre de la transmission des données. En conséquence, le choix du type d'antennes déployées (directionnelle ou non) n'a pas encore été établi et serait fait, en Espagne, en fonction de la technologie disponible.

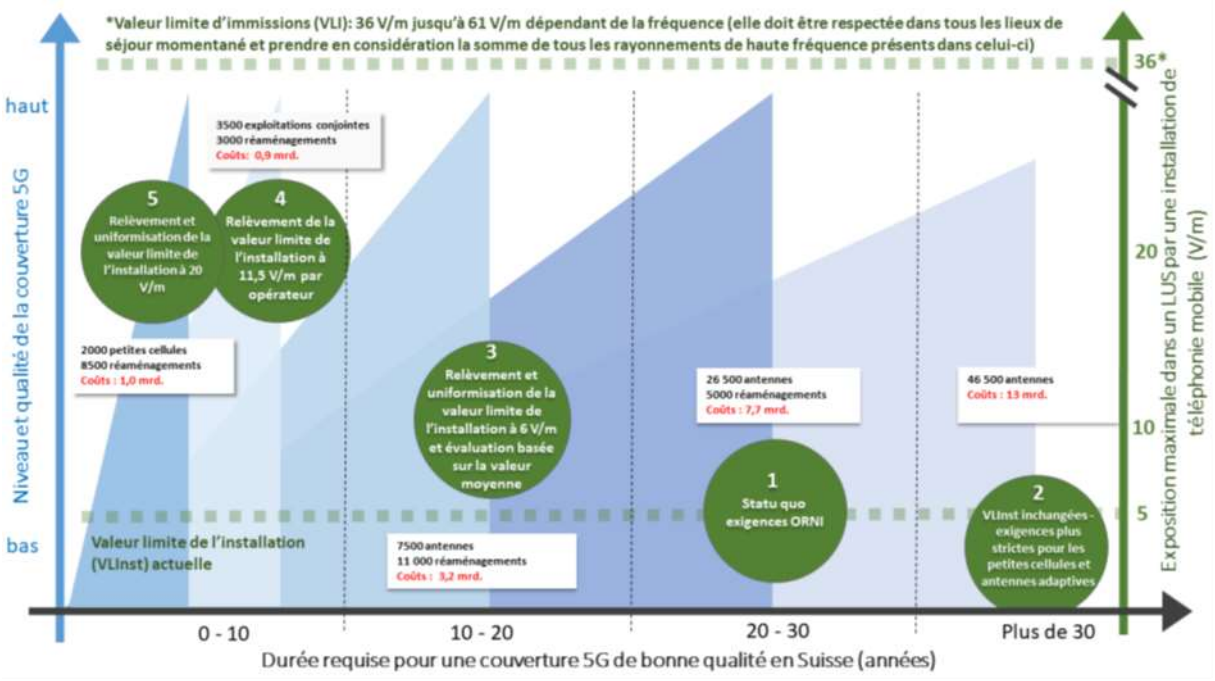
En **Suède**, en vertu du Code suédois pour l'Environnement (chapitre 26), les opérateurs d'antennes sont tenus de contrôler eux-mêmes que les antennes fonctionnent correctement, selon le principe suédois d'autocontrôle « *Egenkontroll* ». Les valeurs maximales d'exposition de la population doivent être respectées et le positionnement des antennes doit permettre de limiter l'exposition.

Les communes suédoises sont responsables du suivi du « principe d'autocontrôle ». Elles doivent vérifier que les antennes installées ne sont pas défectueuses, et que les opérateurs respectent les règles d'installation.

En **Corée du Sud**, le gouvernement souhaite assurer une totale transparence de ses mesures de l'exposition aux ondes. Ainsi, les résultats des mesures de l'exposition des ondes électromagnétique provenant des stations de base et du débit d'absorption spécifique (norme SAR) des terminaux sont révélés au public sur les sites officiels des institutions concernées. Les résultats de mesure de l'exposition des ondes électromagnétiques dans les structures d'accueil pour les enfants (telles que les crèches, les jardins d'enfant, et les écoles maternelles) et dans les endroits publics (aéroports, métros, et parcs) sont aussi systématiquement rendus publics.

La **Suisse** a institué un groupe de travail « Téléphonie mobile et rayonnement » en septembre 2018 chargé « de rédiger un rapport présentant des recommandations quant aux étapes futures de la téléphonie mobile, à court et à long terme, en tenant compte des intérêts de protection et d'utilisation »[3]. Si les rapporteurs n'ont pas réussi à se mettre d'accord sur une modification des valeurs limites d'immission suisses, ils proposent toutefois des mesures d'accompagnement intéressantes :

- le groupe de travail recommande la création d'un service de consultation de médecine environnementale sur le rayonnement non-ionisant (RNI) indépendant. Ce service spécialisé interdisciplinaire serait dirigé par des médecins et chargé de mener des investigations de médecine environnementale auprès des personnes qui attribuent des troubles de leur santé au RNI ou à d'autres facteurs environnementaux ;
- le groupe de travail encourage l'institution d'une plateforme d'échange entre les autorités fédérales et cantonales, l'industrie des télécommunications, les organisations du monde médical, les associations de protection et les associations d'utilisateurs. Les objectifs d'une telle plateforme sont de proposer un échange mutuel et de mettre à disposition des informations sur les nouvelles technologies et les développements. » Une telle plateforme a récemment été lancée par 45 personnalités publiques suisses et 19 associations[4].
- le groupe de travail a explicité clairement l'arbitrage entre couverture et exposition :



Source : Rapport « téléphonie mobile et rayonnement », Publié par le groupe de travail Téléphonie mobile et rayonnement sur mandat du DETEC, 18 novembre 2019, https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/59385.pdf

[3] https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/59385.pdf

[4] https://www.swissinfo.ch/eng/initiative-aims-to-overcome-swiss-public-s-5g-technology-misconceptions/45894726

ANNEXE II

Méthodologie des expertises en matière sanitaire

SOMMAIRE

1. MÉTHODOLOGIE DES EXPERTISES 1

2. LES RAPPORTS ET AVIS DE L'ANSES DEPUIS 2009 3

2.1. AFSSET 3

2.2. ANSES 3

3. RAPPORT TÉLÉPHONIE MOBILE ET RAYONNEMENT (SUISSE, 2019) 4

1. Méthodologie des expertises

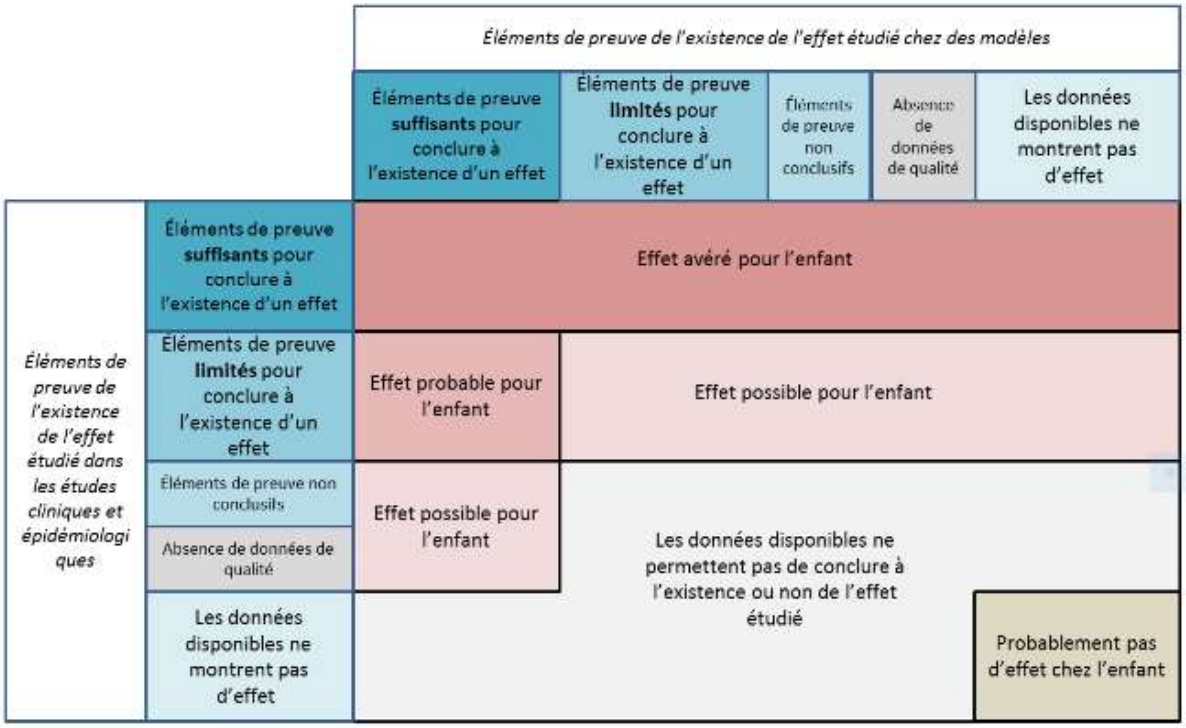
La méthodologie des expertises a pour objet de fonder rigoureusement les positions des pouvoirs publics sur les controverses inhérentes à toute production scientifique.

Toute politique de sécurité sanitaire, et celle relative aux ondes électromagnétiques n'y fait pas exception, repose sur une séquence :

- identification du ou des dangers ;
- détermination de l'exposition du public ;
- évaluation des risques qui va fonder les mesures de gestion prises par les autorités publiques.

Les travaux expertisés sont des études expérimentales *in vitro* (cellules, tissus) ou *in vivo* (animal). Chez l'homme, les connaissances reposent sur des études cliniques et épidémiologiques observationnelles, mais surtout rétrospectives (cas-témoins) ou, plus récemment, prospectives (cohortes). Les collectifs d'experts sont confrontés à un nombre élevé d'études de qualité jugée insuffisante, et qui sont écartées de leurs analyses. Les équipes effectuant les expertises de la littérature ont développé une méthodologie d'identification et d'analyse de la qualité des travaux publiés afin de s'appuyer sur les données les plus probantes. Il existe de nombreuses publications internationales méthodologiques générales sur la manière de procéder comme celle proposée en 2012 par la Commission européenne[1] ou celle publiée par l'ANSES en 2016 d'où est tiré le schéma suivant.

Schéma 1 : Évaluation du niveau de preuve pour un effet donné en fonction des éléments de preuve en faveur de l'existence de l'effet chez l'Homme et chez l'animal



Source : ANSES, Exposition aux radiofréquences et santé des enfants – Anses – Juin 2016.

[1] *Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCHENIR) - Memorandum on the use of the scientific literature for human health risk assessment purposes – Weighing of evidence and expression of uncertainty. 2012.*

Annexe II

Le caractère possible, probable ou certain du rôle d'un facteur dans la survenue d'un effet dommageable pour l'homme repose sur une démarche formalisée il y a 50 ans qui reste la référence en épidémiologie[2-3]. La mise en évidence de l'existence d'un lien causal fonde les politiques de prévention sanitaire. Lorsque la nature causale apparaît trop incertaine, mais que les dommages potentiels sont irréversibles, le principe de précaution est invoqué, qui fonde les mesures de réduction des risques proportionnées pouvant aller jusqu'à l'éviction de l'exposition au facteur de risque.

L'essentiel des controverses scientifiques et sociales en matière de radiofréquences se situe dans cette zone d'incertitude où les appréciations finales peuvent diverger, avec en corollaire des appréciations différentes sur la « bonne proportionnalité » des mesures recommandées.

- Le calcul des facteurs de réduction des effets néfastes chez l'homme

Source : Zmirou, D et al. Les téléphones mobiles, leurs stations de base et la santé - État des connaissances et recommandations, Rapport au Directeur Général de la Santé, État des connaissances et recommandations, janvier 2001.

« *L'avis général des comités est que l'effet néfaste trouvé chez l'animal au plus faible niveau d'exposition était une altération du comportement chez le macaque et des rongeurs. Une telle altération consiste le plus souvent en une difficulté ou une inhibition complète de la réalisation d'une tâche complexe d'apprentissage sous exposition à une quantité suffisante d'énergie RF. Les résultats expérimentaux indiquent qu'il s'agit clairement d'un effet thermique : cette altération se produit lorsque la puissance absorbée dans le corps, à la suite d'une exposition du corps entier, quantifiée par le débit d'absorption spécifique (DAS), atteint ou dépasse un seuil de 4 W/kg de poids corporel. Prenant en compte un facteur 10 'de réduction', la valeur de 0,4 W/kg a été proposée comme limite recommandée pour les expositions professionnelles, pour une exposition 'corps-entier'. Ce paramètre qui conditionne l'existence d'un effet biologique pouvant être jugé comme néfaste pour la santé constitue dans le langage des recommandations une « restriction de base ». Un facteur d'abattement de 5 supplémentaire a été introduit pour la population générale, afin de tenir compte de l'absence de contrôle que des personnes non informées ont sur leur environnement, de la possibilité de sensibilités variables en fonction de l'état physiologique ou pathologique des individus. La valeur ainsi déterminée pour l'exposition du corps soumis en entier dans le champ d'exposition est de 0,08 W/kg.*

Des considérations dosimétriques ont montré que lors d'une telle exposition, certaines zones restreintes de l'organisme pouvaient absorber localement une puissance jusqu'à 25 fois supérieure. Il en a été conclu que le débit local d'absorption spécifique DAS local ne devait pas dépasser 2 W/kg pour la tête et le tronc, dans lesquels se trouvent des organes fonctionnels vitaux (cœur, poumons, intestins), et 4 W/kg pour les tissus plus périphériques que sont les membres. La limite d'exposition 'locale' n'est donc pas fixée directement en fonction d'effets biologiques constatés, mais indirectement à partir d'effets observés à la suite d'une exposition 'corps entier', selon une extrapolation dosimétrique.

---

[2] Hill, A.B., *The environment and disease: association or causation?* Proc. R. Soc. Med, 1965. **58**: p. 295-300 (C).

[3] Relation temporelle (l'exposition précède l'apparition de la maladie) ; Force de l'association (plus l'ampleur des effets liés à l'association sont larges, plus un lien causal est probable) ; Reproductibilité des résultats (stabilité de l'association lors d'études réalisées à différentes périodes, dans des lieux distincts, auprès de populations différentes) ; Spécificité (une cause produit un effet particulier dans une population particulière en l'absence d'autres explications) ; Existence d'une relation dose-effet (une dose supérieure amplifie l'effet); Plausibilité (plausibilité et cohérence biologique, possibilité d'expliquer les mécanismes impliqués) ; Preuve expérimentale (chez l'animal ou chez l'homme, l'arrêt de l'exposition conduit à la disparition de la maladie) ; Analogie (possibilité d'explications alternatives).

Le DAS n'est pas une valeur facilement accessible à la mesure ; il a donc été nécessaire d'établir à l'aide « d'équations de transfert » les valeurs de champ électrique ou magnétique susceptibles de produire dans le pire cas les DAS précédemment définis lorsqu'un individu est soumis à ce champ. Ces valeurs de champ qui peuvent être mesurées sont appelées dans le langage des recommandations des « niveaux de référence ». Comme l'absorption dépend fortement de la fréquence, les valeurs de référence varient en fonction de la fréquence. En ce qui concerne la téléphonie mobile, les valeurs de champ électrique susceptible de produire un DAS de 0,08 W/kg chez un individu entièrement plongé dans le rayonnement sont de 41 et 58 V/m respectivement aux fréquences de 900 et 1800 MHz, ce qui correspond à des valeurs de densité de puissance, respectivement de 4,5 et 9 W/m². Par rapport aux 'restrictions de base', les 'niveaux de référence' incorporent donc une marge de sécurité supplémentaire du fait de leur procédure de calcul qui adoptent des hypothèses pénalisantes assurant que les restrictions de base sont respectées, même dans les situations les plus péjoratives, lorsque le champ émis est inférieur ou égal aux niveaux de référence.

L'OMS a repris ces recommandations de l'ICNIRP, ainsi que le Conseil de l'Union européenne, qui les a exprimées dans la recommandation 1999/519/CE du 12 juillet 1999.

En résumé, les normes actuelles comportent trois systèmes 'de sécurité' : (1) le fait de prendre, comme base de calcul, le type d'effet biologique jugé le plus sensible ; (2) l'ampleur des coefficients d'abattement retenus ; (3), la conversion des restrictions de base en niveaux de référence ».

2. Les rapports et avis de l'ANSES depuis 2009

2.1. AFSSET

- 2009a. « Évaluation des impacts sanitaires des systèmes d'identification par radiofréquences (RFID). » ;
- 2009b. « Mise à jour de l'expertise relative aux radiofréquences. » ;
- 2010. « Évaluation des risques sanitaires liés à l'utilisation du scanner corporel à ondes « millimétriques » ProVision 100. » : Afsset. 1-62. ;
- 2010. « Effets sanitaires des champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences », Maisons-Alfort, Afsset. 170 pages.

2.2. ANSES

- 2013. « Radiofréquences et santé : mise à jour de l'expertise. » Avis et rapport de l'Anses. Maisons-Alfort: Anses. 428 pages ;
- 2015. « Conséquences des champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences sur la santé animale et les performances zootechniques. » Avis et rapport de l'Anses. Maisons-Alfort: Anses. 153 pages ;
- 2015. « Compatibilité électromagnétique des dispositifs médicaux exposés à des sources radiofréquences ». Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) ;
- 2016 « Compatibilité électromagnétique des dispositifs médicaux exposés à des sources radiofréquences » Avis et rapport de l'Anses. Maisons-Alfort: Anses. 132 pages ;
- 2016 "Exposition aux radiofréquences et santé des enfants." Avis et rapport de l'Anses. Maisons-Alfort: Anses. 298 p. Anses ;

- 2017 « Exposition de la population aux champs électromagnétiques émis par les compteurs communicants ». Avis et rapport de l'Anses Maisons-Alfort: Anses. 146 pages ;
- 2018. « Hypersensibilité électromagnétique ou intolérance environnementale idiopathique attribuée aux champs électromagnétiques » Avis et rapport de l'Anses. Maisons-Alfort: Anses. 382 pages ;
- 2018 « Avis relatif à une analyse des rapports provisoires de l'étude du *National Toxicology Program* américain sur l'exposition animale à des radiofréquences ». Anses. 16 pages ;
- 2019 « Effets sanitaires liés à l'exposition aux champs électromagnétiques basses fréquences » Avis et rapport de l'Anses. Maisons-Alfort: Anses. 298 pages ;
- 2019 « Téléphones mobiles portés près du corps et santé » Avis et rapport de l'Anses Maisons-Alfort: Anses. 104 pages ;
- 2019 « Exposition de la population aux champs électromagnétiques liée au déploiement de la technologie de communication « 5G » et effets sanitaires associés » - Rapport préliminaire. Maisons-Alfort : Anses. 74 pages.

3. Rapport Téléphonie mobile et rayonnement (Suisse, 2019)[4]

Tableau 1 : Principales évolutions entre rapport 2014[5] et rapport 2019

Points évalués	Exposition	Évaluation des éléments de preuve en 2014	Évaluation des éléments de preuve en 2019
Tumeurs (surtout glioblastomes et neurilemomes)	Utilisation intensive ou de longue durée du téléphone mobile	Limités	Limités
	Stations émettrices	Insuffisants	Insuffisants
Cocancérogenèse dans l'expérimentation animale	2014 : ≥ 0,9 W/kg 2019 : ≥ 0,04 W/kg	Limités	Limités
État de santé et symptômes	Exposition quotidienne au téléphone mobile et aux stations émettrices	Insuffisants	Suggérant une absence d'effets / insuffisants
	Exposition de courte durée au téléphone mobile et aux stations émettrices (< 1 h)	Suggérant une absence d'effets	Suggérant une absence d'effets
Effets sur le comportement des enfants et des adolescents	Diverse : exposition prénatale (utilisation du téléphone mobile par la mère), utilisation du téléphone mobile par l'enfant, stations émettrices fixes	Insuffisants	Insuffisants
Fonctions cognitives	Utilisation intensive du téléphone mobile	Non évalué	Insuffisants

[4] Téléphonie mobile et rayonnement, Groupe de travail Téléphonie mobile et rayonnement sur mandat du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC), 18 novembre 2019.

[5] Évaluation des éléments de preuve pour les effets biologiques du faible rayonnement de haute fréquence, 2014.

Annexe II

Points évalués	Exposition	Évaluation des éléments de preuve en 2014	Évaluation des éléments de preuve en 2019
Développement, grossesse	Utilisation intensive du téléphone mo- bile par la mère	Non évalué	Insuffisants
Fertilité (qualité du sperme)	Utilisation quotidienne du téléphone mobile	Limités	Insuffisants
Ondes cérébrales	**≤ 8 h exposition au téléphone mobile**	**Suffisants**	**Suffisants**
Circulation sanguine et métabolisme cérébral	≥ 0,9 W/kg*	Limités	Non évalué
Barrière hémato-encéphalique	< 0,1 W/kg*	Insuffisants	Non évalué
Dommage direct sur l'ADN	≥ 2 W/kg*	Insuffisants	Non évalué
Dommage indirect sur l'ADN	≥ 2 W/kg* resp. ≥ 0,1 W/kg*	Limités	Non évalué
Prolifération cellulaire	≥ 1 W/kg*	Insuffisants	Non évalué
Apoptose (mort cellulaire programmée)	≥ 1,6 W/kg*	Limités	Non évalué
Stress oxydatif – dérivés réactifs de l'oxygène (DRO)	≥ 2 W/kg*	Limités	Non évalué
Expression des gènes et des protéines	Pas clair	Limités	Non évalué

ANNEXE III

Valeurs ICNIRP

Annexe III

En 1998, l'ICNIRP[1] a proposé, au vu de l'état des connaissances scientifiques disponibles, des valeurs limites d'exposition aux ondes électromagnétiques.

L'ICNIRP a ensuite publié en mars 2020 ses « ICNIRP *guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 KHZ to 300 GHZ)* », révision de lignes directrices antérieures.

La démarche est en substance la suivante : on considère que l'énergie du rayonnement est convertie en chaleur dans les tissus. Une puissance rayonnée conduisant à une élévation de 1°C de la température corporelle est considérée comme néfaste. On tolère donc une puissance 50 fois inférieure pour définir le seuil d'exposition maximal.

Pour quantifier la part de l'énergie transportée par les ondes électromagnétiques émises par un appareil radioélectrique (téléphone portable, tablettes, montre connectée par exemple) qui est absorbée par le corps humain, l'ICNIRP utilise une grandeur de référence : le débit d'absorption spécifique (DAS), lorsque cet appareil fonctionne à pleine puissance et dans les pires conditions d'utilisation. Le DAS[2] s'exprime en Watt par kilogramme (W/kg) pour les ondes pénétrantes (l'avènement du 26 GHz, restant en surface des tissus, amène des DAS exprimés en W/m^2). Des compléments méthodologiques sont exposés en annexe II.

L'ICNIRP distingue les scénarios d'exposition des professionnels et du grand public. Des tableaux clés, relatifs aux DAS, débits d'absorption spécifique (en Watt/kg de tissu corporel), qui sont la quantité d'énergie électromagnétique absorbée par seconde et par unité de masse de tissu (en anglais SAR, *specific energy absorption rate*), sont présentés *infra*.

Tableau 1 : Restrictions de base pour l'exposition aux champs électromagnétiques de 100 kHz à 300 GHz, pour des intervalles de prise de moyenne de plus de 6 minutes

Scénario d'exposition	Intervalle de fréquence	DAS moyen corps entier (W/kg)	DAS local tête/torse (W/kg)	DAS local membre (W/kg)	Densité de puissance absorbée (W/m^2)
Professionnel	100 kHz-6 GHz	0,4 W/kg	10 W/kg	20 W/kg	Non applicable
	> 6 GHz-300 GHz	0,4 W/kg	Non applicable		100 W/m^2
Grand public	100 kHz-6 GHz	0,08 W/kg	2 W/kg	4 W/kg	Non applicable
	> 6 GHz-300 GHz	0,08 W/kg	Non applicable		20 W/m^2

Source : ICNIRP.

Transposé aux champs électromagnétiques acceptables[3], les deux tableaux suivants présentent les moyennes effectuées sur respectivement trente minutes et six minutes.

[1] L'*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (en français, Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants), est une organisation scientifique sans but lucratif, localisée en Allemagne, fondée en 1992, qui déclare ne pas recevoir de financement d'entités commerciales.

[2] Dénomination anglaise SAR pour *Specific Absorption Rate.*

[3] La relation entre les DAS, qui sont difficiles à mesurer *in situ* et *in vivo* mais décrivent le mieux l'effet sanitaire étudié, et les champs électromagnétiques, qui sont faciles à mesurer, est complexe, notamment en raison de la diversité des tissus, de leurs propriétés thermiques et diélectriques, de leur géométrie, des mécanismes d'évacuation de la chaleur par le corps humain, etc. Par contre, la puissance rayonnée surfacique P d'un champ électromagnétique (en $Watt/m^2$) est facile à calculer, c'est $P = E^2/(c\,\mu_0)$ où E est l'intensité du champ électrique (en V/m), c'est la vitesse de la lumière soit environ $2{,}998\ 10^8$ m/s, et μ_0 la perméabilité du vide soit $4\,\pi\ 10^{-7}$ H/m (unité système international). En insérant les valeurs cela donne $P = E^2/377$, avec P en W/m^2 et E en V/m. Par exemple, un champ de 6V/m donne une puissance rayonnée surfacique de 0,1 W/m^2 environ.

Tableau 2 : Niveaux de référence de l'exposition aux champs électromagnétiques de 100 kHz à 300 GHz, moyennée sur 30 minutes et le corps entier

Scénario d'exposition	Intervalle de fréquence f	Intensité du champ électrique incident E (V/m)	Intensité de l'excitation magnétique incidente H (A/m)	Densité de puissance incidente S (W/m^2)
Professionnel	0,1-30 MHz	$660/f^{0,7}$	4,9/f	Non applicable
	> 30 MHz-400 MHz	61	0,16	10
	> 400 MHz-2000 MHz	$3\ f^{0,5}$	$0,008\ f^{0,5}$	f/40
	> 2 GHz-300 GHz	Non applicable		50
Grand public	0,1-30 MHz	$300/f^{0,7}$	2,2/f	Non applicable
	> 30 MHz-400 MHz	27,7	0,073	2
	> 400 MHz-2000 MHz	$1,375\ f^{0,5}$	$0,0037\ f^{0,5}$	f/200
	> 2 GHz-300 GHz	Non applicable		10

Source : ICNIRP.

Tableau 3 : Niveaux de référence pour une exposition locale aux champs électromagnétiques de 100 kHz à 300 GHz moyennée sur 6 minutes

Scénario d'exposition	Intervalle de fréquence f (en MHz) ou fG (en GHz)	Intensité du champ électrique incident E (V/m)	Intensité de l'excitation magnétique H (A/m)	Densité de puissance incidente S (W/m^2)
Professionnel	0,1 MHz-300 MHz	$1504/f^{0,7}$	10,8/f	Non applicable
	> 30 MHz-400 MHz	139	0,36	50
	> 400 MHz-2000 MHz	$10,58\ f^{0,43}$	$0,0274\ f^{0,43}$	$0,29\ f^{0,86}$
	> 2 GHz-6 GHz	Non applicable		200
	> 6 GHz-300 GHz			$275/f_G^{0,177}$
	300 GHz			100
Grand public	0,1 MHz-300 MHz	$671/f^{0,7}$	4,9/f	Non applicable
	> 30 MHz-400 MHz	62	0,163	10
	> 400 MHz-2000 MHz	$4,72\ f^{0,43}$	$0,0123\ f^{0,43}$	$0,058\ f^{0,86}$
	> 2 GHz-6 GHz	Non applicable		40
	> 6 GHz-300 GHz			$55/f_G^{0,177}$
	300 GHz			20

Source : ICNIRP.

Ainsi, pour un champ électrique de 6 V/m (point atypique en France), la puissance rayonnée reçue est d'environ 0,1 W/m^2, ce qui est 100 fois moins que la valeur de référence 10 W/m^2 de l'ICNIRP dans la zone de fréquence de la 5G et pour le grand public (valeur qui est elle-même affectée d'un coefficient de sécurité). Pour un champ électrique moyen typique ambiant, de 0,6 V/m, la puissance rayonnée reçue est 1 mW/m^2, 10 000 fois moindre que la valeur de référence de l'ICNIRP. Pour un champ électrique ambiant élevé de 30 V/m, donc exceptionnellement élevé, la puissance rayonnée reçue est 2,5 W/m^2, 4 fois moins que la valeur de référence de l'ICNIRP.

L'existence d'un risque professionnel spécifique lié aux ondes électromagnétiques est connue depuis longtemps : la première recommandation de valeur limite d'exposition date de 1953 et concernait les micro-ondes. L'exposition professionnelle, potentiellement beaucoup plus importante dans certains secteurs, est générée par des sources variées, telles que les activités de soudure par résistance, de chauffage et soudage par induction ou par perte diélectrique, d'électrolyse, d'imagerie par résonnance magnétique ou les travaux sur les antennes relais.

Toutes ces activités exposent à des champs basse fréquence ou de haute fréquence dont les électro fréquences. Mais les deux types d'exposition diffèrent : pour les basses fréquences (inférieures à 10 kHz environ), les professionnels peuvent être exposés à des niveaux de champ électromagnétique très supérieurs à la population générale. Pour les radiofréquences (au-dessus de 10 kHz environ), hormis quelques situations assez rares[4], l'essentiel de l'exposition des professionnels provient des réseaux 2G à 4G, et la différence d'exposition est beaucoup moins marquée que dans le domaine des basses fréquences.

Pour ces raisons, l'ANSES signale que « *dans son expertise sur les radiofréquences en 2009, [elle] avait distingué expositions grand public et professionnels, mais que l'agence a depuis associé les études réalisées en population générale et professionnelle pour construire les niveaux de preuve d'effets, de manière à augmenter la matière disponible pour chaque effet étudié* ».

Pour des expositions plus courtes (entre 0 et 6 minutes), les valeurs sont les suivantes.

Tableau 4 : Restrictions de base pour les expositions à un champ électromagnétique de 100 kHz à 300 GHz pour des intervalles d'intégration t (en secondes) compris entre > 0 et < 6 minutes

Scénario d'exposition	Intervalle de fréquence	Absorption spécifique locale tête/torse (kJ/kg)	Absorption spécifique locale membre (kJ/kg)	Densité d'énergie absorbée (kJ/m^2)
Professionnel	100 kHz-400 MHz	Non applicable		
	> 400 MHz-6 GHz	$3{,}6[0{,}05+0{,}95(t/360)^{0{,}5}]$	$7{,}2[0{,}025+0{,}975(t/360)^{0{,}5}]$	Non applicable
	> 6 GHz-300 GHz	Non applicable		$36[0{,}05+0{,}95(t/360)^{0{,}5}]$
Grand public	100 kHz-400 MHz	Non applicable		
	> 400 MHz-6 GHz	$0{,}72[0{,}05+0{,}95(t/360)^{0{,}5}]$	$1{,}44[0{,}025+0{,}975(t/360)^{0{,}5}]$	Non applicable
	> 6 GHz-300 GHz	Non applicable		$7{,}2[0{,}05+0{,}95(t/360)^{0{,}5}]$

Source : ICNIRP, mars 2020.

L'ICNIRP n'a retenu, pour déterminer les valeurs limites d'exposition, que les effets avérés de l'exposition aux ondes, à savoir les effets thermiques sur les tissus.

[4] Réseaux mobiles professionnels qui communiquent dans des bandes de fréquences entre 30 et 500 MHz (pompiers, police, SAMU, SNCF, EDF…)

ANNEXE IV

Enjeux économiques

SOMMAIRE

1. ACCROISSEMENT DU VOLUME DE DONNÉES ET NOUVEAUX USAGES 1

2. DONNÉES FINANCIÈRES LIÉES À LA 4G ET À LA 5G 2

3. TRAJECTOIRE DE DÉPLOIEMENT DE LA 5G 3

1. Accroissement du volume de données et nouveaux usages

Comme dans les autres pays européens, le réseau mobile français fait face à une augmentation très forte de la consommation de données, essentiellement portée par le marché grand public, comme l'indique le tableau *infra*.

Tableau 1 : Données consommées sur les réseaux mobiles français, en milliards de gigaoctets[1]

Année	2015	2016	2017	2018	2019
Données consommées	0,532	1,008	2,203	3,646	5,266

Source : ARCEP (Observatoire des marchés des communications électroniques - 16 juin 2020).

Ainsi, la consommation de données a été multipliée par 10 entre 2015 et 2019. Le rythme annuel d'accroissement de consommation reste rapide, avec +44 % entre 2018 et 2019, même s'il est moins intense depuis deux ans (il atteignait +120 % en 2017). Les opérateurs prévoient une saturation du réseau 4G en 2022 dans les métropoles. Un déploiement massif de nouvelles grandes antennes 4G pour faire face à cette croissance se heurterait probablement à des difficultés d'acceptation sociale et à la pénurie de foncier utilisable. Le cahier des charges de la 5G prévoit des débits jusqu'à 10 fois supérieurs à ceux de la 4G notamment pour les applications très haut débit, ce qui permet de répondre à la croissance actuelle du marché de la consommation mobile de données.

Par ailleurs, la 5G ouvre de nouvelles perspectives pour les entreprises, grâce aux débits accrus, et une latence (temps de réponse) de l'ordre de la milliseconde, soit 10 fois meilleure que pour la 4G.

Ainsi, selon l'ANFR, outre la désaturation de la 4G, de nouveaux usages devraient se développer dans l'e-santé (télémédecine, surveillance à distance, téléchirurgie), les médias, et les divertissements (vidéo ultra HD, réalité virtuelle, médias immersifs intégrés, contenus de l'utilisateur), les transports (voiture autonome, système de transport intelligent, liaison voiture-voiture), la ville intelligente (maîtrise énergétique, sécurité publique, territoires connectés), l'industrie du futur (robotique, pilotage à distance, automatisation).

L'agence allemande[2], par exemple, vend des fréquences dans la gamme de 3,7 GHz à 3,8 GHz et de 26 GHz depuis novembre 2019 à des réseaux locaux de télécommunication mobile non publics (« réseaux de campus ») dans les secteurs de l'agriculture, la sylviculture, le commerce et l'industrie.

La France a, elle, choisi d'attribuer les fréquences 5G à des opérateurs de télécommunications exploitant déjà un réseau mobile, avec un objectif de compétitivité de toutes les entreprises françaises. Cette attribution commence par les fréquences à 3,5 GHz, qui sont indispensables pour augmenter d'ici 2022 la capacité des réseaux mobiles « grand public » dans les zones urbaines denses. Dans un second temps, les fréquences à 26 GHz, caractérisées par une faible propagation et de hauts débits, seront attribuées. Elles permettront le déploiement de réseaux « locaux » très performants sur des emprises géographiques limitées à destination des entreprises notamment industrielles et des sites « *hot spot* » à forte concentration d'utilisateurs (stades, terminaux de transports …) avec des performances et une qualité de service sans commune mesure avec les réseaux locaux Wi-Fi exploités aujourd'hui.

[1] Ou exaoctets ou exabytes.

[2] *Bundesnetzagentur*, agence fédérale du réseau.

Des initiatives publiques cherchent à tirer le meilleur parti de la 5G pour améliorer la performance des entreprises françaises et européennes. Ainsi, la Commission européenne a lancé, lors du Mobile World Congress 2015 à Barcelone, un partenariat public privé sur la 5G (5G PPP), avec un budget total allant jusqu'à 1,4 milliards d'euros à l'horizon 2020, associant des acteurs du secteur des technologies de l'information et des communications et de l'industrie.

En France, deux outils principaux sont déployés :

- la création et l'ouverture de guichets d'expérimentations dans la bande 3,4–3,8 GHz pour permettre le lancement à court terme de « pilotes 5G » et en bande 26 GHz pour favoriser à moyen et long termes des expérimentations de la technologie 5G ;
- l'inclusion d'un chantier 5G[3] dans le contrat stratégique de la filière « Infrastructures numériques » signé le 18 décembre 2019.

Le marché « entreprises » de la 5G est aujourd'hui difficile à prévoir. Cependant, la part du marché « entreprises » dans le mobile est aujourd'hui minoritaire, et est d'environ 18 % en 2018[4] : la croissance du volume des données consommées devrait rester portée par le marché des particuliers dans les quelques années à venir.

2. Données financières liées à la 4G et à la 5G

Malgré la forte croissance des flux de données sur les réseaux mobiles, les revenus des services de communication électroniques mobiles stagnent en France à environ 13 Mds€ en 2019[5], après avoir atteint 19,4 Mds€ en 2010).

Les investissements des opérateurs français de télécommunications ont augmenté entre 2014 (7 Mds€) et 2019 (10,4 Mds€, dont 2,6 Mds€ dans les réseaux mobiles, hors achat de fréquences mobiles)[6].

A titre de comparaison, le prix de réserve pour les enchères des licences 5G a été fixé à 2,17 Mds€ ; les opérateurs devront aussi consentir des investissements importants dans les équipements 5G, qui se substitueront progressivement aux investissements dans la 4G.

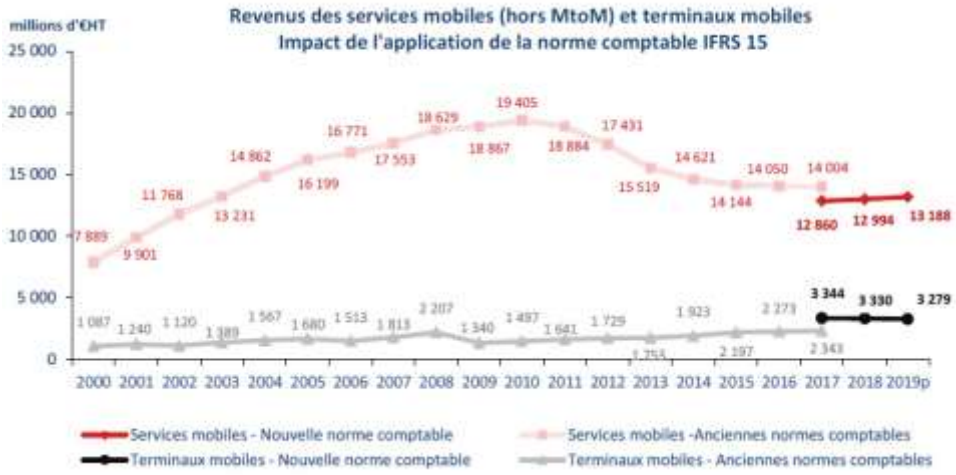
[3] « Rendre accessible à toutes et tous les enjeux de la 5G et mettre en œuvre un réseau de plateformes 5G multi-sites pour favoriser l'innovation technologique, conformément aux objectifs de la feuille de route 5G du Gouvernement ».

[4] Source ARCEP, décembre 2019 : les services des télécommunications mobiles représentent en France des chiffres d'affaires d'environ 10,8 Mds€ pour les particuliers et de 2,3 Mds€ pour les entreprises (chiffres 2018).

[5] De fait, le mobile serait peu profitable en France, selon par exemple « la controverse de la 5G », juillet 2020, http://gauthierroussilhe.com/fr/projects/controverse-de-la-5g, page 7.

[6] Source ARCEP 16 juin 2020, Marché des communications électroniques en France.

Graphique 1 : Revenus des services mobiles (hors « machine to machine – MtoM ») et terminaux mobiles (en M€ HT)



Source : ARCEP 16 juin 2020, Marché des communications électroniques en France.

3. Trajectoire de déploiement de la 5G

L'ARCEP a fixé dans le cahier des charges des enchères 3,49-3,8 GHz la trajectoire de déploiement d'antennes 5G suivante[7]: 3 000 en 2022, 8 000 en 2024 et 10 500 en 2025, pour chaque lauréat. A titre de comparaison, au 1er juillet 2020, 52 895 sites 4G sont autorisés, dont 47 052 en service, tous opérateurs confondus[8]. Les opérateurs ont dans un premier temps l'intention d'équiper les sites 3G et 4G existants d'antennes 5G pour le dépoiement de la bande 3,5 GHz. Dès 2022, au moins 75 % des sites devront bénéficier d'un débit au moins égal à 240 Mbit/s ; cette obligation sera progressivement généralisée à tous les sites jusqu'à 2030.

L'ARCEP exige dans le cahier des charges[9] que 25 % des sites en bande 3,49-3,8 GHz des deux derniers jalons (2024 et 2025) soient déployés dans les territoires à faible densité de population et les zones d'activité économique situées dans les territoires de moyenne densité de population, en dehors des principales agglomérations ; le débit peut être atteint dans ces zones au moyen d'une mutualisation de fréquences entre tous les lauréats.

Les axes autoroutiers (mais à ce stade pas les axes ferroviaires, à la différence d'autres pays) devront être couverts fin 2025 (ou fin 2027 selon les obligations déjà existantes), puis les routes principales fin 2027, avec des débits d'au moins 100 Mbit/s au niveau de chaque site à l'extérieur des véhicules.

Les autorisations d'utilisation de fréquences en bande 3,49-3,8 GHz qui seront délivrées à l'issue de cette procédure auront une durée initiale de 15 ans à compter de la date de leur délivrance. Chaque autorisation sera prolongée pour une durée de cinq ans, sous réserve de l'accord de son titulaire, à la suite d'un bilan préalablement effectué par l'ARCEP trois ans au moins avant la date d'expiration de l'autorisation.

---

[7] Source ARCEP 17 décembre 2019.

[8] Source ANFR « L'observatoire 2G, 3G, 4G », 3 juillet 2020.

[9] JORF n°0303 du 31 décembre 2019 - Décision n° 2019-1386 du 21 novembre 2019 de l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse proposant au ministre chargé des communications électroniques les modalités et les conditions d'attribution d'autorisations d'utilisation de fréquences dans la bande 3,4-3,8 GHz en France métropolitaine pour établir et exploiter un réseau radioélectrique mobile ouvert au public.

Annexe IV

Selon les opérateurs de téléphonie mobile, au cours des premières années du déploiement de la 5G, les stations 4G serviront de support aux antennes 5G, grâce à des évolutions largement logicielles.

Les règles d'implantation ou de modification substantielle des antennes sont définies par la note interministérielle du 9 mai 2017[10] (cf. rapport).

[10] http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2017/05/cir_42246.pdf

PIÈCE JOINTE N°1

Lettre de mission

Pièce jointe n° 1

GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

La ministre de la Transition écologique et solidaire

Paris, le 2 JUIL. 2020

Le ministre des Solidarités et de la Santé

Le ministre de l'Économie et des finances

La secrétaire d'Etat auprès du ministre de l'Économie et des finances

Réf : D20008334

à

Madame la vice-présidente du Conseil général de l'environnement et du développement durable

Monsieur le vice-président du Conseil général de l'économie

Madame la cheffe de service de l'Inspection générale des affaires sociales

Madame la cheffe de service de l'Inspection générale des finances

Le Gouvernement a présenté, le 16 juillet 2018, la feuille de route nationale relative au déploiement de la technologie de communication « 5G » (5ème génération de réseau mobile). Cette nouvelle technologie offre une augmentation des débits et ouvre également des perspectives sur de nouveaux usages, en particulier dans les secteurs des transports, de la logistique, de la santé ou de l'industrie. La 5G s'appuie sur de nouvelles fréquences, en particulier les fréquences entre 3.4 et 3.8 GHz, mais aussi les bandes millimétriques (au-dessus de 24 GHz qui n'ont vocation à être utilisées que dans un second temps) pour répondre à des besoins croissants de capacité.

Depuis plusieurs années, la France a mis en place un dispositif national de surveillance de l'exposition aux ondes électromagnétiques, renforcé dans le cadre de la loi Abeille du 9 février 2015. Dans le cadre de cette réflexion générale sur l'évaluation de l'exposition du public aux ondes électromagnétiques des réseaux 5G, l'agence nationale des fréquences (ANFR) a publié deux rapports. L'un, datant de juillet 2019, concerne une présentation générale de la 5G abordée sous l'angle de l'exposition. L'autre, datant d'avril 2020, porte sur les déploiements pilotes menés en France pour tester en grandeur nature les modalités d'un déploiement d'antennes 5G à faisceaux orientables dans la bande 3,4-3,8 GHz.

S'agissant des effets sanitaires spécifiques à la 5G, le Gouvernement a également saisi le 9 février 2019 l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) afin qu'elle s'associe avec l'ANFR pour évaluer l'impact sanitaire éventuel de ces nouveaux développements technologiques. En janvier 2020, l'ANSES a publié un rapport préliminaire qui explicite sa méthodologie d'expertise. Elle y présente notamment un recensement des études scientifiques disponibles et identifie les axes principaux d'évaluation des risques. Les conclusions de cette expertise de l'ANSES sur la 5G sont attendues à la fin du premier trimestre 2021, sans que l'on puisse espérer qu'il s'agisse d'une réponse définitive sur les risques liés aux ondes électromagnétiques, qui font l'objet de travaux scientifiques de long terme.

.../...

Vos inspections veilleront dans un premier temps à faire un bilan du déploiement de la 5G dans le monde, en particulier dans les premières économies mondiales qui ont d'ores et déjà une expérience en la matière (rythme de déploiement, population couverte, nouveaux usages BtoC et BtoB, difficultés rencontrées...).

Vos travaux feront ensuite la synthèse et l'analyse d'éléments existants mobilisables à travers :

- les expériences d'autres pays dans le déploiement de la 5G, notamment les conclusions de leurs autorités sanitaires et de contrôle (à l'instar de l'Angleterre, l'Allemagne, la Chine, l'Espagne, l'Italie, les États-Unis, la Suède ou encore la Suisse qui ont déjà procédé au lancement commercial de cette technologie). Pour réaliser ce parangonnage, le réseau international de la Direction Générale du Trésor et/ou celui des ministères sociaux pourront être sollicités sur la base du questionnaire proposé en annexe ;

- les éléments techniques actuellement disponibles qui permettent d'estimer l'augmentation à venir des niveaux d'exposition. À ce titre, vous pourrez vous appuyer sur l'ANFR, qui a mené depuis 2017 un travail de recensement et de traitement des points dits atypiques (points dans lesquels le niveau d'exposition aux champs électromagnétiques dépasse substantiellement celui généralement observé à l'échelle nationale) afin de répondre à l'objectif de sobriété de l'exposition aux ondes électromagnétiques produites par les stations radioélectriques inscrit dans la loi ;

- les travaux de la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants, notamment ses lignes directrices relatives à l'exposition aux champs électromagnétiques actualisées en mars 2020.

Enfin, afin de garantir un déploiement de la 5G conforme aux meilleures pratiques internationales en France à partir de la fin 2020, nous souhaitons que vos inspections émettent des recommandations sur les bonnes pratiques de déploiement à retenir. Vous vous intéresserez notamment à :

- la mise en œuvre de mesures raisonnables et proportionnées susceptibles d'assurer la sobriété de l'exposition de la population aux champs électromagnétiques, en comparant notamment la 4G et la 5G et en veillant à aborder la question des populations dites sensibles comme dans les crèches ou les écoles ;

- les modalités de surveillance des impacts sur la santé du déploiement des nouveaux réseaux mobiles, en veillant notamment à distinguer la 4G et la 5G.

Nous vous remercions de nous adresser votre rapport d'ici le 7 septembre 2020.

Elisabeth BORNE

Olivier VERAN

Bruno LE MAIRE

Agnès PANNIER-RUNACHER

2

PIÈCE JOINTE N° 2

Liste des personnes rencontrées

SOMMAIRE

1. ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ 1

2. UNION EUROPÉENNE – DIRECTION GÉNÉRALE « SANTÉ CONSOMMATION » (SANCO) 1

3. ENTITÉS FRANÇAISES 1

3.1. Elus locaux 1

3.2. Cabinets ministériels 1

3.2.1. Ministère de la transition écologique 1

3.2.2. Ministère de la santé et des solidarités 1

3.2.3. Ministère de l'économie, des finances et de la relance 1

3.3. Services de l'administration 2

3.3.1. Direction générale de la prévention des risques (DGPR) 2

3.3.2. Direction générale de la santé (DGS) 2

3.3.3. Direction générale des entreprises (DGE) 2

3.4. Agences de l'État et autorités administratives indépendantes 2

3.4.1. Secteur sanitaire 2

3.4.2. Secteur des télécommunications et des fréquences 3

3.5. Entreprises et fédérations professionnelles 3

3.5.1. Fédération française des télécommunications 3

3.5.2. Opérateurs de télécommunications 3

3.5.3. Équipementier 4

3.6. Autres experts et associations 4

3.6.1. Associations 4

3.6.2. Autres experts 4

1. Organisation mondiale de la santé

- Dr Emilie VAN DEVENTER, responsable de l'unité radiations et santé.

2. Union européenne – Direction générale « santé consommation » (SANCO)

- M. Stefan SCHRECK, *Head of Unit Health Programme and chronic diseases* ;
- M. Franz KARCHER, *senior policy officer in charge of EMF issue*.

3. Entités françaises

3.1. Elus locaux

- M. Michel SAUVADE, maire de Marsac-en-Livradois (63), président du comité de dialogue de l'ANFR.

3.2. Cabinets ministériels

3.2.1. Ministère de la transition écologique

- M. Cédric HERMENT, conseiller santé, environnement et risques.

3.2.2. Ministère de la santé et des solidarités

- M. Grégory EMERY, conseiller.

3.2.3. Ministère de l'économie, des finances et de la relance

3.2.3.1. Ministère délégué auprès du ministre de l'Économie, des Finances et de la Relance, en charge de l'Industrie

- M. Pierre-Etienne GIRARDOT, conseiller.

3.2.3.2. Secrétariat d'Etat auprès du ministre de l'Économie, des finances et de la relance et de la ministre de la cohésion des territoires et des relations avec les collectivités territoriales, chargé de la Transition numérique et des Communications

- M. Antoine DARODES, directeur de cabinet ;
- M^me^ Aude COSTA DE BEAUREGARD, conseillère.

3.3. Services de l'administration

3.3.1. Direction générale de la prévention des risques (DGPR)

- Mme Marie-Laure METAYER, adjointe au chef du Service des risques sanitaires liés à l'environnement des déchets et des pollutions diffuses (SRSEDPD).

3.3.2. Direction générale de la santé (DGS)

- M. Jérôme SALOMON, directeur général de la santé ;
- Mme Joëlle CARMES, sous-directrice, Sous-direction Prévention des risques liés à l'environnement et à l'alimentation ;
- Mme Caroline PAUL, cheffe du bureau environnement extérieur et produits chimiques (EA1) à la sous-direction prévention des risques liés à l'environnement et à l'alimentation ;
- Mme Alice KOPEL, chargée de mission.

3.3.3. Direction générale des entreprises (DGE)

- M. Olivier COROLLEUR, sous-directeur « communications électroniques et postes » ;
- M. Thomas HOARAU, directeur de projet « couverture numérique du territoire » ;
- M. Jean-Pierre LABE, Chef de mission pôle règlementation.

3.4. Agences de l'État et autorités administratives indépendantes

3.4.1. Secteur sanitaire

3.4.1.1. Agence nationale Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)

- M. Matthieu SCHULER, directeur de l'évaluation et risques ;
- M. Gérard LASFARGUES, directeur général délégué « Pôle Sciences pour l'expertise » ;
- M. Olivier MERCKEL, chef de l'unité d'évaluation des risques liés aux agents physiques (direction de l'évaluation des risques) ;
- Mme Aurélie NIAUDET, adjointe au chef de l'unité d'évaluation risques et agents physiques, travaux d'expertise sur RNI ;
- M. Dominique MARBOUTY, président du comité de dialogue « radiofréquences et santé »" de l'ANSES.

3.4.1.2. Haut Conseil de la santé publique

- M. Denis ZMIROU-NAVIER, président de la commission spécialisée risques liés à l'environnement ;
- Mme Francelyne MARANO, vice-présidente de la commission spécialisée risques liés à l'environnement.

3.4.1.3. Santé publique France (agence nationale de santé publique)

- M. Sébastien DENYS, directeur « Santé-Environnement-Travail ».

3.4.2. Secteur des télécommunications et des fréquences

3.4.2.1. Agence nationale des fréquences radio (ANFR)

- M. Gilles BREGANT, directeur général.

3.4.2.2. Autorité de régulation des communications électroniques et des Postes (ARCEP)

- M. Sébastien SORIANO, président ;
- Mme Cécile DUBARRY, directrice générale ;
- M. Maxime FOREST, directeur adjoint « mobile et innovation ».

3.5. Entreprises et fédérations professionnelles

3.5.1. Fédération française des télécommunications

- M. Michel COMBOT, directeur général.

3.5.2. Opérateurs de télécommunications

3.5.2.1. Société Orange

- M. Nicolas GUERIN, secrétaire général ;
- M. Nicolas DEMASSIEUX, directeur d'Orange Labs Recherche.

3.5.2.2. Société SFR

- Mme Marie-Georges BOULAY, secrétaire générale adjointe ;
- Mme Carmen ALVAREZ, responsable radiofréquence et santé ;
- M. François VINCENT, directeur de l'ingénierie radio.

3.5.2.3. Société Bouygues Télécom

- M. Didier CASAS, directeur général adjoint ;
- M. Hervé de TOURNADRE, directeur fréquences et protection.

3.5.2.4. Société Free

- M. Bertrand FIEVET, directeur des opérations Free Mobile ;
- M. Pascal MAYEUX, directeur des obligations légales ;

3.5.3. Équipementier

- M. Viktor ARVIDSSON, responsable des relations institutionnelles pour Ericsson France.

3.6. Autres experts et associations

3.6.1. Associations

- Mme Sophie PELLETIER, présidente de l'association P.R.I.A.R.T.E.M./Electrosensibles de France ;
- M. Stéphen KERCKHOVE, délégué général d'Agir pour l'environnement.

3.6.2. Autres experts

- M. Joe WIART, titulaire de la Chaire C2M (« Caractérisation, modélisation et maitrise ») de l'Institut Mines Telecom, président du groupe de travail du Comité européen de normalisation électrotechnique (CENELEC) en charge des normes de la station de base et mobiles.