

IMPACT SANITAIRE ET ENVIRONNEMENTAL DE LA 5G ?

Le Parlement européen présente aujourd'hui les conclusions de deux études bibliographiques sur l'impact environnemental et sanitaire de la 5G. Elles ont été demandées par le Panel pour l'avenir de la science et de la technologie (STOA) et gérées par l'Unité de prospective scientifique du Parlement européen. Michèle Rivasi, membre du Panel STOA et l'une des deux eurodéputés qui ont demandé ces études.

- Pourquoi le STOA du Parlement européen a-t-il décidé de produire ces deux études sur la 5G ?
- Quelles sont les fréquences 5G qui ont fait l'objet de ces études bibliographiques ?
- Quelle est la position de l'étude sur "l'impact de la 5G sur la santé" sur les risques cancérigènes et reproductifs/ développement liés à la 5G ?
- Qu'en est-il des risques d'exposition aux CEM-RF des animaux, des insectes, des champignons ou des plantes ?
- Et l'état actuel des connaissances sur l'impact des ondes millimétriques sur la faune et la flore ?
- Quelles sont les conclusions de l'étude STOA sur les impacts environnementaux de la 5G ?

Veuillez trouver ci-dessous l'ensemble des questions et réponses :

AU SUJET DES ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LA 5G DU PANEL STOA

: Qu'est-ce que le panel STOA du Parlement Européen ?

Le Panel pour l'avenir de la science et de la technologie du Parlement européen (STOA, «Science and Technology Options Assessment») a été créé en 1987, en tant qu'organe consultatif scientifique de l'institution dans son ensemble. Il a pour mission de fournir aux membres du Parlement européen (PE) des évaluations d'experts indépendants sur les développements scientifiques et technologiques et les options politiques qui s'y rapportent, afin de les aider à prendre des décisions politiques éclairées. Parallèlement, il joue un rôle de prospective scientifique au sein du PE afin de fournir aux membres une vision à plus long terme des développements techno-scientifiques et de leurs implications dans de nombreux domaines politiques touchant la société, l'économie et l'environnement au sens large.

Le comité STOA fait partie intégrante de la structure du Parlement. Il est composé of 27 Membres du Parlement Européen (MEPs) nommés par 11 commissions permanentes du Parlement: AGRI, CULT, EMPL, ENVI, IMCO, INTA, ITRE, JURI, LIBE, REGI and TRAN.

Avec pour objectifs l'évaluation et l'anticipation des choix technologiques, STOA réalise des études et organise des ateliers, des débats d'experts et des visites auprès d'institutions scientifiques et techniques. Les études STOA sont réalisées sous la forme d'analyses scientifiques menées dans un esprit d'ouverture et ne sont redevables vis-à-vis d'aucun intérêt susceptible de limiter leur objectivité. Indépendantes, de haute qualité et scientifiquement impartiales, ces études identifient, d'un point de vue technique, les options quant aux meilleures façons d'agir.

Tout député ou tout organe du Parlement peut soumettre au comité STOA une demande concernant des activités de l'unité STOA. Son administration relève de la responsabilité de la direction générale des services de recherche parlementaire (DG EPRS).

Les différents projets du STOA sont pour la plupart réalisés en collaboration avec des experts externes, tels que des instituts de recherche, des universités, des cabinets de conseil ou des chercheurs individuels, dans le cadre d'accords contractuels stricts. Cela permet une évaluation indépendante par des experts des aspects législatifs, techniques, économiques, environnementaux et sociétaux des développements techno-scientifiques. Les publications résultant de ces projets sont disponibles sur le site web du STOA pour toute personne intéressée par le sujet, ce qui permet de diffuser des informations au grand public et d'encourager un dialogue entre les citoyens et les législateurs.

: Pourquoi ces deux études du Parlement Européen sur la 5G ?

Depuis mars 2019, l'eurodéputée française Michele Rivasi demande à la Commission de produire une étude d'impact environnemental, biologique et sanitaire de la 5G, avant tout déploiement. La Commission a répondu qu'"une analyse d'impact n'est pas considérée comme nécessaire", étant donné que les réseaux 5G devraient avoir des niveaux d'émission similaires ou inférieurs à ceux des réseaux 4G et compte tenu des précédents avis rendus par le Comité scientifique des risques sanitaires, environnementaux et émergents (SCHEER) de la Commission.

L'accord interinstitutionnel "Mieux légiférer" signée en avril 2016 entre le Parlement européen, le Conseil et la Commission stipule en effet, à l'article 13, que la "Commission procèdera à une analyse d'impact de ses initiatives législatives et non législatives (...) susceptibles d'avoir une incidence économique, environnementale ou sociale importante."

Depuis 2013, la Commission européenne soutient le développement de la 5G avec le partenariat public privé baptisé 5G-PPP, qui constitue à ce jour la plus grande initiative de ce type à l'échelle mondiale, doté de 700 millions d'euros de financements de l'Union. Mais **la Commission européenne n'a pas produit l'analyse d'impact appropriée qu'elle devait publier**. C'est pourquoi, sur la base de la proposition des eurodéputés Michele Rivasi (France, Verts/ALE) et Ivo Hristov (Bulgarie, SD), des membres du panel STOA, le comité STOA du Parlement européen décide de produire ses propres études sur l'impact sanitaire de la 5G et l'impact environnemental de la 5G.

: En quoi consiste ces deux études bibliographique du Parlement Européen sur la 5G ?

L'étude "**Impact de la 5G sur la santé**" évalue l'état actuel des connaissances sur les risques cancérigènes et reproductifs/développement liés à la 5G, tels qu'ils ressortent des études épidémiologiques et des études expérimentales in vivo.

L'étude "**Impacts environnementaux de la 5G**" examine les effets de l'exposition aux champs électromagnétiques de radiofréquences (CEM-RF) sur les vertébrés non humains, les invertébrés et les plantes, en étudiant la littérature à toutes les fréquences considérées (0,4-300 GHz).

: Quelles sont les fréquences 5G qui ont fait l'objet de ces études bibliographiques ?

La télécommunication sans fil est une technologie très répandue qui utilise des champs électromagnétiques (CEM) de radiofréquence (RF) pour transmettre des informations entre utilisateurs, champs qui pénètrent partiellement dans les tissus biologiques. L'exposition aux CEM-RF et l'interaction entre les CEM et les organismes dépendent de la fréquence des ondes. Les réseaux de télécommunication sans fil de 5ème génération (5G) fonctionneront en partie selon de nouvelles fréquences peu fréquentes dans l'environnement. En plus de celles utilisées à ce jour, les bandes pionnières de la 5G identifiées au niveau de l'UE ont des fréquences de 700 MHz, 3,6 GHz (3,4 à 3,8 GHz) et 26 GHz (24,25 à 27,5 GHz).

Dans l'étude STOA "L'impact de la 5G sur la santé", les deux premières fréquences (FR1) sont similaires à celles utilisées pour les technologies 2G-4G et ont été étudiées dans des études épidémiologiques et expérimentales distinctes (incluant la cancérogénicité et les effets sur la reproduction et le développement), tandis que les fréquences 26 GHz (FR2) et au-delà n'ont pas été étudiées de manière adéquate pour les mêmes effets.

L'étude "Impacts environnementaux de la 5G" passe en revue la littérature existante sur les effets de l'exposition aux CEM-RF sur trois groupes différents (vertébrés non humains, invertébrés et plantes), subdivisée en une exposition à des fréquences plus basses (0,45 à 6 GHz) et à des fréquences plus élevées (6 à 300 GHz). La première gamme de fréquences comprend les fréquences dans lesquelles les réseaux de télécommunication actuels fonctionnent, tandis que la seconde est la gamme dans laquelle la 5G fonctionnera partiellement.

AU SUJET DE L'ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE « 5G et SANTE » DU PANEL STOA

: Que dit l'étude « 5G et Santé » en terme de risques cancérigènes ?

Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé les CEM de radiofréquences (RF) comme "peut-être cancérogènes pour l'homme" (groupe 2B) et a récemment recommandé la réévaluation de l'exposition aux RF "avec une priorité élevée" (CIRC, 2019).

Depuis 2011, un grand nombre d'études ont été réalisées, tant épidémiologiques qu'expérimentales. La présente revue aborde les connaissances actuelles sur les dangers cancérigènes et reproductifs / développementaux des RF telles qu'exploitées par la 5G. Il existe diverses études expérimentales et épidémiologiques in vivo sur les RF dans une gamme de fréquences inférieures (0,45 à 6 GHz), qui comprend également les fréquences utilisées dans les réseaux cellulaires à large bande des générations précédentes, mais très peu d'études (insuffisantes) sur la gamme de fréquences supérieures (24 à 100 GHz, ondes centimétriques/millimétriques).

L'examen montre que les plus basses fréquences de la 5G (0,7 et 3,6 GHz) présentent des preuves limitées de cancérogénicité dans les études épidémiologiques et des preuves suffisantes de cancérogénicité dans les essais biologiques expérimentaux.

Par conséquent, l'étude STOA conclut que les fréquences de la gamme FR1 des CEM (0,45 à 6 GHz) sont probablement cancérogènes pour l'homme, en particulier qu'elles provoquent des gliomes et des neurinomes acoustiques. Et qu'aucune étude adéquate n'a été réalisée sur les fréquences FR2 plus élevées (24 à 100 GHz).

: Que dit l'étude « 5G et Santé » sur la reproduction et le développement ?

L'étude STOA "L'impact de la 5G sur la santé" constate des preuves limitées d'effets négatifs sur la reproduction et le développement chez l'homme, et des preuves suffisantes d'effets négatifs sur la reproduction et le développement chez les animaux de laboratoire.

Elle conclut, en ce qui concerne les effets sur la reproduction et le développement, que les fréquences FR1 (de 0,45 à 6 GHz) affectent probablement la fertilité des hommes, et peut-être aussi celle des femmes. Elles peuvent avoir des effets indésirables sur le développement des embryons, des fœtus et des nouveau-nés. Aucune étude adéquate n'a été réalisée sur les effets non thermiques des fréquences supérieures FR2 (24 à 100 GHz).

: Que dit l'étude « 5G et Santé » au sujet des ondes millimétriques ?

L'examen systématique n'a révélé aucune étude adéquate sur les fréquences plus élevées de la 5G (24,25-27,5 GHz), que ce soit chez l'homme ou chez les animaux de laboratoire. Et aucune étude adéquate, ni dans les 24 à 100 GHz, réalisée chez l'homme et les animaux de laboratoire sur le cancer ou les effets sur la reproduction/le développement.

: Quelles sont les conclusions de l'étude « 5G et Santé » ?

Dans la gamme de fréquences FR1 (de 0,45 à 6 GHz), les preuves de la cancérogénicité des rayonnements de radiofréquence chez l'homme sont limitées. En actualisant les résultats de l'évaluation globale de 2011 à 2020, des associations positives ont de nouveau été observées entre l'exposition aux rayonnements de radiofréquence des téléphones sans fil et l'apparition de gliome (tumeur du cerveau) et de neurinome acoustique, mais les preuves ne sont pas encore suffisamment solides pour établir une relation directe. Il existe également des preuves suffisantes chez les animaux de laboratoire de la cancérogénicité des rayonnements de radiofréquence. De nouvelles études faisant suite à l'évaluation du CIRC de 2011 ont montré une association claire entre les CEM-RF et les tumeurs du cerveau et des cellules de Schwann du système nerveux périphérique, le même type de tumeurs également observé dans les études épidémiologiques.

En ce qui concerne les effets sur la reproduction et le développement, il existe des preuves limitées d'effets néfastes sur la fertilité des hommes, et des preuves limitées d'effets sur le développement de la progéniture des mères grandes utilisatrices de téléphones mobiles pendant la grossesse. Et des preuves suffisantes d'effets néfastes sur la fertilité des rats et des souris mâles ; des preuves limitées d'effets néfastes sur la fertilité des femelles chez les souris ; et des preuves limitées d'effets néfastes sur le développement dans la descendance des rats et des souris exposés pendant la vie embryonnaire.

Ces fréquences FR1 sont probablement cancérogènes pour l'homme et affectent probablement la fertilité des mâles et peut-être aussi celle des femelles. Elles peuvent avoir des effets néfastes sur le développement des embryons, des fœtus et des nouveau-nés.

Dans les fréquences plus élevées FR2 (24 à 100 GHz), aucune étude adéquate n'a été réalisée chez l'homme et les animaux de laboratoire sur le cancer ou les effets sur la reproduction et le développement.

Il faut **opter pour une nouvelle technologie pour les téléphones mobiles permettant de réduire les émissions énergétiques.** La source d'émissions RF qui semble actuellement constituer la plus grande menace est le téléphone mobile. Bien que les installations émettrices (mâts de radiobase) soient perçues par certains comme présentant le plus grand risque, en réalité, la plus grande charge d'exposition chez l'homme provient généralement de son propre téléphone portable, et des études épidémiologiques ont observé une augmentation statistiquement significative des tumeurs cérébrales et des tumeurs à cellules de Schwann des nerfs périphériques, surtout chez les gros utilisateurs de téléphones portables.

Nous devons **réviser les limites d'exposition aux antennes relais (exposition environnementale) dans les pays de l'UE.** Ces derniers temps, les politiques européennes ont fait grand cas de la durabilité d'un nouveau modèle de développement mettant en œuvre toutes les nouvelles technologies susceptibles d'assurer une surveillance constante de l'état de santé de la planète, du changement climatique, de la transition énergétique, de l'agroécologie et de la préservation de la biodiversité. Dans cette perspective, l'utilisation de la 5G pour les fréquences les plus basses et le

respect des limites d'exposition de précaution pourraient constituer une innovation de première importance pour la réalisation des objectifs européens.

Le niveau de sécurité actuellement autorisé en Europe est de 61 V/m (ICNIRP, 2020). La dose la plus faible à laquelle ces effets ont été observés expérimentalement pour l'exposition aux champs lointains est de 50 V/m. Les niveaux pourraient être réduits d'au moins 10 fois, c'est-à-dire jusqu'à environ 6 V/m, qui se trouve être un niveau d'exposition qui n'a provoqué aucun effet cancérigène chez les animaux de laboratoire, et pour lequel aucun effet négatif sur la fertilité n'est concerné.

La limite de 6 V/m, puisqu'il s'agit de la limite de précaution adoptée à Bruxelles, Paris et Rome, ne constitue pas un obstacle au développement de nouvelles technologies, du moins pour les fréquences 700 MHz et 3600 MHz, et il n'est pas nécessaire d'augmenter l'exposition comme le prétendent certains pour des raisons techniques. Si les pays européens adoptent les 6 V/m pour les zones où les gens restent plus de quatre heures par jour, ce sera une mesure de sécurité majeure qui nous permettrait de passer à la 5G sans plus de problèmes de santé qu'avec nos fréquences actuellement utilisées.

Il faut aussi **promouvoir la recherche scientifique multidisciplinaire pour évaluer l'effet sanitaire à long terme de la 5G et également trouver une méthode adéquate de contrôle de l'exposition une fois la 5G installée**. La littérature ne contient aucune étude adéquate permettant d'exclure le danger que des tumeurs et des effets néfastes sur la reproduction et le développement puissent suivre l'exposition aux ondes millimétriques de la 5G, ni la possibilité d'une certaine interaction en synergie avec les fréquences les plus basses utilisées par la 5G ou déjà utilisées. Tout cela rend l'introduction de la 5G pleine d'incertitudes, tant en ce qui concerne les questions de santé que la prévision et la surveillance de l'exposition réelle de la population. Les résultats de ces études serviront de base à l'élaboration de politiques fondées sur des preuves concernant l'exposition aux CEM-RF aux fréquences millimétriques de la 5G des organismes humains et non humains.

Les ondes millimétriques ne seront introduites qu'avec le protocole final de la 5G, c'est-à-dire pas avant 3 à 5 ans. Compte tenu du temps dont nous disposons, une option consiste à étudier leurs effets avant d'exposer l'ensemble de la population mondiale et de l'environnement. Mettre en œuvre la technologie 5G sans réaliser d'autres études préventives reviendrait à mener une "expérience" sur la population humaine dans l'incertitude totale quant aux conséquences. D'autres études sont nécessaires pour mieux explorer, de manière indépendante, les effets sur la santé des CEM-RF en général et des ondes millimétriques (MMW) en particulier.

Il faut **adopter des mesures incitant à réduire au minimum l'exposition aux CEM-RF**. Toutes les performances remarquables de la nouvelle technologie sans fil 5G peuvent également être obtenues par un câble en fibre optique. Cela permettrait de minimiser l'exposition, partout où des connexions sont nécessaires dans des sites fixes. Nous pourrions utiliser la fibre optique pour câbler les écoles, les bibliothèques, les lieux de travail, les maisons, les bâtiments publics, tous les nouveaux bâtiments, etc. De même, les lieux de rassemblement public pourraient réserver des zones "sans CEM-RF" (comme c'est le cas pour la cigarette) afin d'éviter l'exposition passive des personnes qui n'utilisent pas la téléphonie mobile ou la technologie de transmission à longue distance (c'est-à-dire de nombreuses personnes âgées et enfants) et de celles qui s'y opposent pour des raisons d'électrosensibilité.

Il faut **promouvoir des campagnes d'information sur la 5G**. Dans notre climat actuel d'incertitude où l'industrie et les institutions adoptent souvent des positions contradictoires, les citoyens prennent peur ; ils ne se sentent plus protégés par les institutions responsables et forment des comités pour demander le blocage de la 5G. Les gens ignorent souvent que le danger pour la santé ne vient pas des différentes fréquences, hautes ou basses, mais des champs électromagnétiques qu'elles génèrent, de sorte que la gestion des risques peut être réalisée en identifiant des limites d'exposition plus sûres.

Malheureusement, tout cela est dû au manque d'informations indépendantes sur les méfaits potentiels des CEM-RF. Le manque d'informations laisse le champ libre aux négationnistes comme aux alarmistes, ce qui donne lieu à un conflit social croissant dans de nombreux pays de l'UE.

Les programmes visant à informer les citoyens sont devenus une priorité. Des programmes d'information devraient être mis en place à tous les niveaux, en commençant par les écoles. Ils doivent montrer les risques potentiels pour la santé, mais aussi les opportunités du développement numérique, les alternatives infrastructurelles pour la transmission 5G, les mesures de sécurité (limites d'exposition) prises par l'UE et les pays membres, et l'utilisation correcte du téléphone portable. Seule une information précise nous permettra de regagner la confiance des citoyens et de parvenir à un accord partagé sur un choix technologique qui, s'il est bien géré, peut apporter de grandes améliorations sociales et économiques.

: Qui est l'auteur de l'étude sur « l'impact de la 5G sur la santé » ?

Cette étude a été rédigée par le Dr Fiorella Belpoggi, PhD, IATPF, Institut Ramazzini (RI), Bologne (Italie), à la demande du Panel pour l'avenir des sciences et des technologies (STOA) et gérée par l'Unité de prospective scientifique, au sein de la Direction générale des services de recherche parlementaire (EPRS) du Secrétariat du Parlement européen.

Le Dr Fiorella Belpoggi est responsable de la recherche à l'Institut Ramazzini et directrice du Centre de recherche sur le cancer Cesare Maltoni, où elle travaille depuis 1981. Elle a fondé le site d'essai du RI pour les bonnes pratiques de laboratoire (BPL), afin de mener des études réglementaires conformément aux règlements sur les produits chimiques de l'UE/REACH, en suivant les protocoles standard internationaux définis par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

Auteure de plus de 100 publications, elle a été chargée de cours sur la cancérogenèse industrielle et environnementale aux universités de Turin, Bologne et Urbino en Italie. Sous sa direction, l'Institut Ramazzini a lancé en 2005 un programme de recherche de dix ans sur les effets de l'exposition aux champs électromagnétiques sur les rats, publié en 2018 dans *Environmental Research*. Cette étude cancérogène sur toute la durée de vie des rats Sprague-Dawley évalue les effets cancérogènes des rayonnements RF dans la situation de champ lointain, et la plus grande étude à long terme jamais réalisée à ce jour sur des rats, incluant 2448 animaux.

La recherche de la revue de cadrage pour l'étude STOA a été effectuée par le Dr Daria Sgargi, docteur en biostatistique, et le Dr Andrea Vornoli, docteur en recherche sur le cancer, Institut Ramazzini, Bologne.

L'auteur remercie le Dr Daniele Mandrioli, MD, PhD, Institut Ramazzini, Bologne, qui l'a conseillée et a revu la méthodologie ; le Prof. Carlo Foresta, MD, et le Prof. Andrea Garolla, MD, Université de Padoue (Italie), qui ont revu de manière critique les résultats sur les effets indésirables sur la reproduction chez les humains ; le Prof. Fausto Bersani, physicien, Rimini (Italie), qui l'a aidée dans l'interprétation des articles concernant le scénario d'exposition.

AU SUJET DE L'ETUDE STOA « IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE LA 5G »

: Que dit l'étude « 5G et Environnement » en terme de risques sur la faune et la flore ?

La 5e génération de réseaux de télécommunication fonctionnera à des fréquences qui n'étaient pas fréquemment utilisées dans les générations précédentes. Cela modifiera l'exposition de la faune et de la flore à ces ondes.

La revue de la littérature sur les impacts environnementaux de la 5G indique que l'échauffement diélectrique dû à l'exposition aux CEM-RF est démontré dans toutes les catégories étudiées. La revue montre que plusieurs études portant sur les effets de l'exposition aux CEM-RF sur les invertébrés et les plantes dans les bandes de fréquences considérées sont confrontées à des lacunes expérimentales.

Cet échauffement provoque une augmentation de la température interne des organismes ou des cellules, qui a à son tour des effets biologiques tels qu'une réponse thermorégulatrice. Cela implique qu'il existe toujours un niveau de densité de puissance des CEM-RF qui provoquera des effets biologiques, appelés effets thermiques. Le découplage des effets causés par des températures élevées et la présence de CEM-RF dans les tissus biologiques est un problème majeur dans ce domaine d'étude.

De nombreuses études s'attachent à démontrer (l'absence) d'effets dits non thermiques. Ces effets sont causés par l'exposition aux CEM-RF et ne sont pas associés à des changements de température. Une grande variété d'autres effets de l'exposition aux CEM-RF sont étudiés. Cependant, aucun effet, à part l'échauffement diélectrique, n'est étudié dans les 6 catégories.

Dans la gamme des basses fréquences (0,45 - 6 GHz), la majorité de la littérature existante se concentre sur les vertébrés, pour lesquels une série d'effets potentiels sont étudiés. Les études qui portent sur l'exposition des invertébrés aux CEM-RF dans la gamme des basses fréquences se concentrent sur l'échauffement diélectrique et les effets sur le développement, la génétique ou le comportement. **Les études in vitro sur des cellules vertébrées non humaines ont donné des résultats mitigés sur la génotoxicité cellulaire et la transformation cellulaire sous exposition aux CEM-RF.** Les analyses précédentes sur ces sujets concluent soit que les preuves de ces effets sont faibles, soit que la littérature n'est pas concluante.

En ce qui concerne les effets non génotoxiques de l'exposition aux CEM-RF, certains rapports indiquent que l'activité neuronale peut être modifiée in vitro par l'exposition aux CEM-RF. D'autres effets cellulaires ne sont pas prouvés, contestés ou il n'y a pas assez d'études pour tirer des conclusions sur ces effets. Les études in vivo sur la génotoxicité des CEM-RF ont donné des résultats contradictoires. La question de savoir si l'exposition aux CEM-RF peut induire des modifications (transitoires) de la perméabilité de la barrière hémato-encéphalique fait l'objet d'un débat dans la littérature.

La littérature sur les invertébrés non-insectes est très limitée. Les études sur l'exposition des plantes dans la gamme des basses fréquences, qui ciblent les résultats de l'exposition au niveau de la plante, sont confrontées à des lacunes expérimentales. Le nombre d'études dans cette catégorie est limité par rapport aux études qui se concentrent sur les animaux.

Dans la gamme des hautes fréquences (6 à 300 GHz), le nombre de publications évaluées par des pairs est en général plus faible que dans la gamme des basses fréquences. Pour les vertébrés, il existe

une série de résultats d'exposition potentiels étudiés, alors que la littérature sur les invertébrés et les plantes au-dessus de 6 GHz est très limitée. Des recherches supplémentaires dans ce domaine sont nécessaires.

: Que dit l'étude « 5G et Environnement » au sujet des ondes millimétriques ?

Dans la gamme des hautes fréquences (6 à 300 GHz), des études in vitro sur des neurones de vertébrés et d'invertébrés ont montré les effets de l'exposition aux CEM-RF sur l'activité neuronale.

Des études in vivo sur des vertébrés ont montré que l'exposition de l'œil aux CEM-RF peut provoquer des lésions cornéennes et une cataracte. Des effets sur la fertilité masculine ont également été démontrés chez les rongeurs. Les résultats de l'exposition aux CEM-RF sur le comportement et la prévalence des vertébrés sont mitigés. Un groupe de recherche a démontré que l'exposition aux CEM-RF peut avoir un effet hypoalgésique chez les souris. Ces effets devraient être reproduits par d'autres groupes de recherche. Il existe des preuves que les CEM-RF à haute fréquence peuvent être utilisés pour induire une réponse anti-inflammatoire, jusqu'à un certain dosage. Un nombre limité d'études in vivo ont montré que les CEM-RF à haute fréquence peuvent réduire la croissance tumorale.

Dans la même gamme de fréquences, il y a eu des démonstrations in vitro de neurostimulation et des démonstrations in vivo d'effets développementaux et tératogènes sur des invertébrés à des densités de puissance relativement élevées. Ces effets doivent être étudiés plus avant à des densités de puissance plus faibles. La littérature sur l'exposition des invertébrés aux CEM-RF dans cette gamme de fréquences est limitée et mérite d'être approfondie.

Les publications sur les champignons et les plantes dans les hautes fréquences sont très limitées et aucune conclusion autre que l'existence d'un échauffement diélectrique ne peut être tirée pour le moment. Il est nécessaire d'effectuer des recherches supplémentaires dans ce domaine.

: Quelles sont les conclusions de l'étude « 5G et Environnement » ?

Les lignes directrices de l'ICNIRP ne mettent pas l'accent sur la prévention des effets biologiques indésirables de l'exposition des animaux, des champignons ou des plantes aux CEM-RF. Les études de conformité actuelles qui sont réalisées en se concentrant sur les humains ne sont pas suffisantes pour prévenir les effets thermiques dans les organismes non humains. L'élaboration de politiques et de législations visant à prévenir les effets environnementaux de l'exposition aux CEM-RF doit se fonder sur la littérature scientifique consacrée à l'exposition aux CEM-RF des vertébrés, invertébrés, plantes, champignons et autres organismes non humains.

Un premier problème est la disparité entre le nombre de publications qui portent sur les vertébrés et le nombre d'études qui portent sur d'autres espèces. La littérature sur les invertébrés dans la même gamme de fréquences est moins importante (environ 100 publications), la grande majorité de ces articles étant consacrée aux insectes. Dans cette catégorie, le nombre d'articles portant sur l'exposition aux CEM-RF des invertébrés autres que les insectes est très limité (< 10 articles évalués par des pairs). La quantité de publications sur les plantes et les champignons dans la gamme de fréquences inférieure à 6 GHz est également faible par rapport à la littérature sur les vertébrés. De plus, de nombreux articles sur les invertébrés, les plantes et les champignons sont confrontés à des lacunes expérimentales.

Compte tenu des résultats de l'examen, **une première option politique peut consister à financer la recherche sur l'exposition des plantes, des champignons et des invertébrés aux CEM-RF à des fréquences inférieures à 6 GHz, et à financer la recherche sur les vertébrés non humains, les plantes, les champignons et les invertébrés à des fréquences comprises entre 6 et 300 GHz.** L'examen montre que plusieurs études portant sur les effets de l'exposition aux CEM-RF sur les invertébrés et les

plantes dans les bandes de fréquences considérées sont confrontées à des lacunes expérimentales. En outre, la littérature sur l'exposition des invertébrés et des plantes aux CEM-RF au-dessus de 6 GHz est très limitée. Des recherches supplémentaires dans ce domaine sont nécessaires. Ces études pourraient servir de base à des politiques fondées sur des preuves concernant l'exposition des organismes non humains aux CEM-RF.

Une deuxième option politique pourrait consister à demander des mesures et une surveillance systématiques de l'exposition aux CEM-RF dans l'environnement, étant donné qu'il s'agit de la principale source d'exposition des organismes non humains et que cette exposition devrait évoluer avec le temps. Ces mesures pourraient être effectuées à l'aide d'un réseau de surveillance composé de nœuds de mesure déployés sur une zone donnée. Une alternative à l'exécution de mesures de l'exposition aux CEM-RF dans l'environnement consiste à surveiller les puissances de sortie de la source dominante de CEM-RF dans l'environnement : les antennes des stations de base.

Une troisième option politique consiste à demander aux décideurs de rendre publiques les informations sur les aspects opérationnels des CEM-RF des réseaux de télécommunications, c'est-à-dire que les opérateurs doivent divulguer les antennes qu'ils utilisent, les fréquences de fonctionnement, le précodage utilisé au fil du temps, les puissances de sortie au fil du temps et les spécifications de l'installation des antennes. Il s'agirait là encore de quantifier l'exposition environnementale aux CEM-RF au fil du temps.

Une quatrième option politique est d'exiger des études de conformité pour d'autres organismes que les humains lorsque des antennes de stations de base sont installées dans le réseau de télécommunication. Cette option appelle à des améliorations techniques de la conformité des antennes de stations de base. Les études quantifient l'exposition d'un sujet à proximité d'une antenne et aboutissent à une puissance de sortie maximale et à une distance de séparation minimale pour ces antennes, en fonction de l'exposition potentielle et des effets de cette exposition qui pourraient se produire. Puisque l'échauffement diélectrique a été démontré dans toutes les catégories étudiées dans cette revue, cet effet devrait être évité pour tous les organismes. Ces études de conformité doivent être réalisées pour tous les organismes susceptibles de se trouver à proximité d'une telle antenne et les puissances émises par ces antennes doivent être conformes aux résultats de ces études. Cela permettrait d'éviter une exposition excessive aux CEM-RF des organismes non humains à proximité de ces antennes. Typiquement les chauves-souris, les oiseaux, les insectes et les plantes à proximité.

: Qui est l'auteur de l'étude « 5G et Environnement » ?

Cette étude a été rédigée par le professeur Arno Thielens, de l'Université de Gand, en Belgique, à la demande du Panel pour l'avenir des sciences et des technologies (STOA) et gérée par l'Unité de prospective scientifique, au sein de la Direction générale des services de recherche parlementaires (EPRS) du Secrétariat du Parlement européen.

En mars 2018, dans Scientific Reports, Arno Thielens a publié, en tant qu'auteur principal, le premier article sur l'exposition des insectes aux champs électromagnétiques de radiofréquences qui rapporte la puissance électromagnétique RF absorbée par quatre types d'insectes différents en fonction de la fréquence, de 2 GHz à 120 GHz. Les simulations ont montré qu'un déplacement de 10 % de la densité de puissance incidente vers des fréquences supérieures à 6 GHz entraînerait une augmentation de la puissance absorbée comprise entre 3 et 370 %. Ce projet a reçu un financement du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne dans le cadre d'une subvention Marie Skłodowska-Curie avec la Fondation pour la recherche en Flandre (FWO).

L'étude du document STOA 2021 a été revue par le professeur Martin Vacha, Département de biologie expérimentale, Section de physiologie animale et d'immunologie, Faculté des sciences, Université Masaryk, République tchèque, et le professeur Alain Vian, IRHS, Université d'Angers, Beaucauzé, France.

Arno Thielens a reçu le diplôme de doctorat en physique appliquée de l'Université de Gand, en 2015. Ses recherches ont porté sur l'évaluation de l'exposition individuelle aux champs électromagnétiques de radiofréquences et la dosimétrie numérique. En 2017, il a rejoint le Berkeley Wireless Research Center de l'Université de Californie à Berkeley, où il participe au développement de l'intranet humain. Il est professeur associé à l'université de Gand depuis 2018.

Arno Thielens a été en 2013 lauréat du Joseph James Morrissey Memorial Award décerné par la Bioelectromagnetics Society et l'European Bio Electromagnetics Association. Il a reçu en 2015 le prix du jeune scientifique de l'Union radio-scientifique internationale (URSI). M. Thielens a également remporté le prix Alessandro Chiabrera d'excellence en bioélectromagnétique lors du BioEM 2019 à Montpellier, en France, où il a donné une conférence intitulée : "Personal RF Exposure Assessment in Current and Future Telecommunication Networks" lors de la réunion annuelle conjointe de l'American Bioelectromagnetics Society et de l'European Bioelectromagnetics Association.