

Évaluation des revues systématiques commandées par l'OMS concernant les effets sanitaires des CEM-RF

Contexte et motifs

Une série coordonnée de revues systématiques (RS) menées entre 2023 et 2025 concernant les effets sanitaires des champs électromagnétiques de radiofréquence (CEM-RF ; fréquences comprises entre 100 kHz et 300 GHz) a été publiée dans une édition spéciale d'« Environment International » (<https://www.sciencedirect.com/special-issue/1092DR596MG>). Réalisées par plus de 80 scientifiques internationaux et assorties de procès-verbaux détaillés, ces RS fournissent des données probantes transparentes pour guider les évaluations des risques sanitaires et l'évolution de la réglementation au niveau mondial. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) les a commandées et supervisées dans le cadre de son évaluation des risques sanitaires liés à l'exposition des êtres humains aux champs électromagnétiques (CEM). Ces travaux s'appuient sur la série de monographies Environmental Health Criteria (EHC) de l'OMS, publiée en 1993, qui comprend la dernière mise à jour détaillée sur les principaux CEM-RF pour les systèmes de communication mobiles ([WHO EHC Monograph n° 137](#)). Ce projet de RS a été lancé pour actualiser les données probantes après la mise en place de l'« International EMF Project » (<https://www.who.int/initiatives/the-international-emf-project>) et la réinscription des CEM-RF dans le programme de recherche de l'OMS en 2010 ([WHO research agenda for radiofrequency fields, 2010](#)). Exécutées conformément au *Handbook for Guideline Development* de l'OMS, ces RS respectent des normes élevées en matière d'indépendance, de transparence et de rigueur méthodologique.

La méthode retenue pour étoffer la base scientifique de la monographie EHC actualisée et l'élaboration de ces RS ont suivi une approche structurée en trois étapes, qui visait à garantir une synthèse ciblée et détaillée des preuves ([Verbeek et al., 2025](#)). Une enquête de l'OMS menée en 2018 auprès de 300 chercheurs pour connaître les futures préoccupations du public a permis, grâce au feedback recueilli, d'identifier et de prioriser les sujets sanitaires les plus importants pour une évaluation basée sur des RS ([Verbeek et al., 2021](#)). Les thématiques de santé les plus pertinentes pour une évaluation par des revues systématiques (RS) ont été identifiées : les experts en CEM-RF ont considéré le cancer, les effets liés à la chaleur, la fertilité masculine et les issues reproductive, les effets indésirables à la naissance, l'hypersensibilité électromagnétique, les troubles cognitifs, les effets indésirables de la grossesse ainsi que le stress oxydatif sont les issues les plus critiques en lien avec l'exposition aux CEM-RF (tab. 1). Cette priorisation a servi de base aux dix thèmes des RS que l'OMS a publiés en tant qu'appel d'offres ouvert. Ceux-ci englobaient l'évaluation d'études observationnelles et expérimentales sur l'être humain ainsi que d'études animales et cellulaires expérimentales. Des équipes de recherche internationales ont pu se porter candidates pour exécuter ces thématiques. En conséquence, douze RS ont ainsi été publiées et sont à présent disponibles dans l'édition spéciale d'« Environment International » et s'accompagnent d'une vue d'ensemble des réflexions stratégiques, des méthodologies et des enseignements des organisateurs et de l'équipe de rédaction ([Verbeek et al., 2025](#)). Ces RS fournissent une synthèse actuelle des preuves des effets des CEM-RF sur la santé et servent de base scientifique à l'évaluation des risques que mène l'OMS et à la future mise à jour de la monographie EHC.

Tableau 1 : Vue d'ensemble des thèmes sanitaires des RS commandées par l'OMS

Thèmes de l'enquête de l'OMS	RS commandées par l'OMS	RS dans « Environmental International »
Cancer	RS1 – Cancer (études d'observation sur l'être humain)	Karipidis et al., 2024 Karipidis et al., 2025
	RS2 – Cancer (études animales)	Mevissen et al., 2025
Effets indésirables de la grossesse et à la naissance	RS3 – Effets indésirables sur la reproduction (études d'observation sur l'être humain)	Johnson et al., 2024 Kenny et al., 2024
	RS4 – Effets indésirables sur la reproduction (études animales et <i>in vitro</i>)	Cordelli et al., 2023 Cordelli et al., 2024
Troubles cognitifs	RS5 – Troubles cognitifs (études d'observation sur l'être humain)	Benke et al., 2024
	RS6 – Troubles cognitifs (études expérimentales sur l'être humain)	Pophof et al., 2024
Hypersensibilité électromagnétique	RS7 – Symptômes (études d'observation sur l'être humain)	Röösli et al., 2024
	RS8 – Symptômes (études expérimentales sur l'être humain)	Bosch-Capblanch et al., 2024
Stress oxydatif	RS9 – Effets de l'exposition aux RF sur les biomarqueurs du stress oxydatif	Meyer et al., 2024
Effets liés à la chaleur	RS10 – Effets de l'exposition à la chaleur, quelle qu'en soit la source, sur la douleur, les brûlures, la cataracte et les affections liées à la chaleur	Commandée, mais pas terminée

Résumé, conclusions et importance pour la santé humaine

Les douze RS ont évalué les preuves scientifiques de différents paramètres liés aux préoccupations sur la santé humaine (tab. 1). Le nombre d'études incluses dans chaque RS variait sensiblement, allant de cinq sur la fonction cognitive dans la recherche observationnelle sur l'être humain à 215 sur la fertilité dans la recherche animale. Deux RS concernant des études d'observation sur l'être humain ([Karipidis et al., 2024](#), [Karipidis et al., 2025](#)) et une sur des animaux de laboratoire ([Mevissen et al., 2025](#)) portaient sur la cancérogénicité de l'exposition aux CEM-RF. Quatre RS ont examiné la fertilité et la reproduction en évaluant soit des études d'observation sur l'être humain du point de vue des femmes ([Johnson et al., 2024](#)) ou des hommes ([Kenny et al., 2024](#)), soit des données expérimentales sur des animaux et du sperme humain *ex vivo* ([Cordelli et al., 2023](#), [Cordelli et al., 2024](#)). Deux RS ont analysé l'impact d'une exposition aux CEM-RF sur les capacités cognitives de l'être humain, l'accent étant mis sur des études d'observation ([Benke et al., 2024](#)) et des études expérimentales ([Pophof et al., 2024](#)). Deux autres RS se sont penchées sur les symptômes subjectifs liés au bien-être humain en se basant sur des études d'observation ([Röösli et al., 2024](#)) et des études expérimentales ([Bosch-Capblanch et al., 2024](#)) sur l'être humain. Les marqueurs du stress oxydatif ont été évalués de manière systématique au moins pour les données expérimentales *in vivo* et *in vitro* en relation avec le cancer ou avec d'autres thèmes sanitaires ([Meyer et al., 2024](#)).

Les principaux résultats et conclusions de ces RS sont récapitulés ailleurs ([OFEV, BfS](#)). En résumé, les RS des études d'observation sur l'être humain qui sont disponibles (cancer, fonction cognitive, reproduction et symptômes) n'ont révélé aucun signe d'effets sanitaires potentiellement indésirables de l'exposition. Les données à disposition pour la plupart des paramètres sont cependant restreintes, et la fiabilité des preuves est généralement faible ([Karipidis et al., 2024](#), [Karipidis et al., 2025](#), [Benke et al., 2024](#), [Johnson et al., 2024](#), [Kenny et al., 2024](#), [Röösli et al., 2024](#)). Cependant, pour les tumeurs du cerveau et de la région de la tête associées à une exposition en champ proche, les données probantes ont été jugées comme apportant une confiance modérée quant à l'absence d'effet. Ainsi, les effets

néfastes des champs électromagnétiques de radiofréquence (CEM-RF) ne sont pas facilement mis en évidence dans les études épidémiologiques, lesquelles reflètent les expositions réelles des populations générales et professionnelles.

Les conclusions des RS sur les observations découlant d'études expérimentales sur l'être humain et d'études animales étaient plus ambivalentes ce qui pourrait être dû à des niveaux d'exposition prolongés et plus élevés que ceux auxquels est généralement exposée la population dans les études observationnelles. L'exposition des êtres humains aux CEM-RF n'a pas eu d'incidence sur les symptômes des volontaires (p. ex. maux de tête et la plupart des paramètres cognitifs), les preuves présentant une fiabilité modérée ou élevée ([Bosch-Capblanch et al., 2024](#), [Pophof et al., 2024](#)). Il existe néanmoins certains signes d'effets sur des tâches cognitives spécifiques, mais la fiabilité des preuves est faible ou très faible. De même, l'exposition *ex vivo* de sperme humain a donné des résultats incohérents quant à un impact négatif sur la qualité du sperme, la fiabilité des preuves étant dès lors considérée comme faible ([Cordelli et al., 2024](#)). Les résultats des expérimentations animales concernant la reproduction ont fourni quelques indications moyennement fiables sur le risque que les mâles ne puissent plus se reproduire et sur une réduction du poids du fœtus à la naissance après l'exposition des femelles. Pour ce qui est des autres paramètres reproductifs, dont la fertilité et le développement du cerveau de la progéniture, aucun effet indésirable n'est prouvé avec une fiabilité élevée ou modérée ([Cordelli et al., 2023](#), [Cordelli et al., 2024](#)). Toutefois, les données disponibles sont restreintes pour un grand nombre de paramètres analysés, et la fiabilité des preuves est faible. Il est dès lors difficile de tirer une conclusion solide concernant les effets des CEM-RF sur la reproduction animale, ce qui entrave la transposition des résultats à la reproduction humaine, pour laquelle aucun effet indésirable n'a été mis en évidence dans les études d'observation de la population générale et de la population active ([Johnson et al., 2024](#), [Kenny et al., 2024](#)).

Les résultats et conclusions des RS relatives au cancer divergent entre les études d'observation sur l'être humain et les études animales expérimentales, soulevant dès lors quelques incertitudes quant au potentiel cancérogène des CEM-RF. Comme l'ont montré des études menées sur des animaux de laboratoire, une incidence élevée de schwannomes et de gliomes cardiaques a été constatée, en plus de tumeurs sur d'autres organes. La fiabilité de la preuve étant ces résultats est réputée élevée ou modérée, comme le souligne l'étude de [Mevissen et al. \(2025\)](#). Il est important de noter que ces conclusions se fondent sur les résultats de deux *bioassays* chroniques d'envergure menés par l'*U.S. National Toxicology Program* (NTP) et l'*Institut Ramazzini* (cf. [l'édition spéciale de la newsletter BERENIS de novembre 2018](#)). Ce sujet devrait être examiné de manière plus approfondie pour évaluer un potentiel impact sur la santé humaine, compte tenu de la transposition directe des cancers observés chez l'animal à l'homme et de l'utilisation habituelle de doses expérimentales de CEM-RF dans les approches toxicologiques. Il n'existe pas de preuve irréfutable suggérant que ces modèles ne constituent pas une base rationnelle pour les effets éventuels sur l'être humain, mais il faut absolument considérer la nature de l'exposition (localisée ou corps entier) ainsi que sa durée et son intensité lorsque l'on convertit l'étendue des effets en risque de cancer chez l'être humain. En l'espèce, une compréhension mécanique du mode d'action des CEM-RF serait bénéfique pour évaluer son impact sur la santé humaine, celui-ci étant généralement examiné dans les études cellulaires. Réalisée indépendamment de l'initiative de l'OMS, une RS récente semble cependant indiquer avec une fiabilité modérée que l'exposition aux CEM-RF n'aurait pas d'effet sur la génotoxicité, qui est un facteur bien établi de mutagenèse et donc la cause de la carcinogenèse ([Romeo et al., 2024](#)). Concernant cette dernière, la RS relative aux marqueurs du stress oxydatif dans les études animales et cellulaires fournit des preuves sur lesquelles il est difficile de s'appuyer, car leur fiabilité est généralement faible ou très faible à la fois pour la tendance à un stress oxydatif, par exemple dans le sang, les testicules et le thymus des rongeurs, et pour l'absence de changements cohérents dans d'autres tissus et types de

cellules ([Meyer et al., 2024](#)). Il est cependant important de reconnaître les éventuelles limitations des études examinées, qui peuvent contribuer à la fiabilité réduite des preuves. Ces limitations englobent la présence d'études comprenant de nombreuses restrictions et la vaste gamme de modèles et protocoles expérimentaux. Ces études ont été regroupées et associées conformément au protocole des RS et de la méta-analyse pour des résultats expérimentaux. Les niveaux des marqueurs du stress oxydatif peuvent être altérés par différentes pathologies en réponse à des stimuli externes et à l'action des principaux mécanismes cellulaires. La base conceptuelle de l'approche était axée sur les dommages moléculaires en cas de cancer (altération de l'ADN), mais elle ne prenait pas en considération des éléments tels que le but expérimental, la persistance du stress oxydatif et les conséquences fonctionnelles même si ces dernières ont été évaluées dans plusieurs études. Il est impératif d'admettre l'importance de ces points pour déterminer la pertinence biologique. Il est néanmoins également essentiel de reconnaître les difficultés liées à leur intégration dans une RS.

La qualité des données et des études permet-elle de tirer des conclusions solides sur les effets sanitaires ?

Bien que le projet de RS ait démontré sa qualité scientifique et sa transparence, la fiabilité des preuves de plusieurs résultats clés est demeurée faible ou très faible en raison des limitations des études primaires existantes. De manière générale, la qualité de la méthode et l'exhaustivité des données disponibles n'ont pas permis de tirer des conclusions solides sur les effets sanitaires de l'exposition aux CEM-RF pour les différents paramètres examinés. Les douze RS ont fait état de contraintes liées soit au nombre insuffisant d'études, soit à des faiblesses méthodologiques dans la recherche existante, ces deux points limitant la pertinence des conclusions qui peuvent être formulées. Le groupe d'experts BERENIS partage les observations des auteurs : les fréquentes limitations méthodologiques rapportées dans les études examinées, qui impliquaient souvent des manquements concernant deux ou plusieurs critères qualitatifs, remettent en question la certitude de l'évaluation et la formulation de conclusions solides sur les effets sanitaires potentiels d'une exposition aux CEM-RF. Par conséquent et malgré leur nombre élevé, beaucoup d'études sur les effets des CEM-RF manquent de rigueur scientifique. Loin de se restreindre aux publications évaluées lors de ces RS, ces limitations sont omniprésentes dans la recherche, particulièrement pour les sujets liés aux CEM, où la distinction entre les effets thermiques et non thermiques et la définition de mesures d'exposition appropriées sont primordiales. La fiabilité des études d'observation pourrait être compromise par un classement erroné découlant d'une évaluation rétrospective de l'exposition par des indicateurs approximatifs indirects. À l'inverse, les manquements dans la conception des études et la caractérisation de l'exposition constituent une limitation courante des études expérimentales, qui entraîne la rétrogradation de la fiabilité des preuves (système GRADE).

Outre les limitations de la recherche primaire existante, il convient de considérer les contraintes de l'approche RS pour évaluer la fiabilité et la qualité d'une preuve (système GRADE). Ce projet de RS reposait sur une approche harmonisée pour évaluer le degré de fiabilité des preuves et, partant, veiller à ce que les méthodes soient aussi similaires que possible dans les différentes RS. Dans un article de 2016 publié dans l'édition spéciale d'[« Environment International »](#), des spécialistes en méthodologie RS avaient déclaré qu'en dépit de ses nombreux avantages pour évaluer des preuves, le système GRADE nécessitait des ajustements et des modifications méthodologiques pour pouvoir s'appliquer pleinement à la recherche environnementale. Particulièrement pour les études sur le cancer chez l'animal, une méta-analyse a été jugée inappropriée, principalement en raison d'une hétérogénéité méthodologique et biologique importante entre les études, incluant des différences dans les modèles animaux (espèces, modifications génétiques, régime alimentaire, conditions

d'hébergement), les caractéristiques de l'exposition (champ lointain vs champ proche, modulation) et les principaux paramètres expérimentaux (début, moment et durée de l'exposition, type de système d'exposition). Par conséquent, la méthodologie des RS doit être affinée afin d'inclure l'évaluation et l'intégration de preuves provenant d'études humaines, animales, *in vitro* et *in silico* lorsque l'on détermine si un facteur environnemental constitue un risque sanitaire potentiel. À ce jour, les directives n'ont pas encore été adaptées. Cependant, des propositions visant à modifier les évaluations dans le « Report on Carcinogens », qui fait partie du National Toxicology Program, ont été avancées. Ces propositions incluent la prise en compte des questions de sensibilité dans l'évaluation du risque de biais.

Les RS ont également traité différemment les études considérées comme biaisées ou présentant des limitations lorsque des méta-analyses ont été réalisées (celles-ci ont été exécutées dans onze des douze RS). Une telle analyse est recommandée lorsque des études incluses dans une RS portent sur une question similaire, utilisent des procédures et résultats comparables et fournissent suffisamment de données pour une synthèse statistique pertinente. Il faut cependant y renoncer lorsque la conception des études et les populations sont très hétérogènes, les résultats ne peuvent pas être expliqués de manière satisfaisante ou des différences méthodologiques et des partis pris rendent les estimations sommaires trompeuses. La qualité et le nombre d'études incluses dans la plupart des RS étaient limités, et la manière dont les études biaisées ont été abordées a pu influer sur les conclusions générales. Ce problème doit être dûment pris en compte dans l'évaluation subséquente des effets sanitaires pour l'être humain, qui se fonde sur l'obtention systématique et l'appréciation des publications existantes dans le cadre de ces RS.

Le groupe d'experts BERENIS estime que l'évaluation globale des preuves existantes, telles qu'elles ont été présentées et analysées dans les RS, est insuffisante et trop ambivalente pour tirer des conclusions solides sur les effets sanitaires des CEM-RF chez l'être humain. Cela tient notamment à la méthodologie employée pour les RS, qui est conçue pour des études cliniques évaluant les avantages d'un nouveau traitement. À l'inverse, malgré le manque de résultats très fiables dans les RS des études d'observation chez l'être humain, il n'existe pratiquement aucune indication d'effets sanitaires substantiels liés à l'exposition aux CEM-RF chez les individus en bonne santé, ce qui suggère que les mesures réglementaires offrent un bon niveau de protection à titre préventif.

Certaines personnes sont-elles plus vulnérables que d'autres ?

Les données scientifiques actuellement disponibles ne permettent pas de tirer des conclusions sur l'existence de personnes plus sensibles et vulnérables par rapport à la population générale. L'analyse des données observationnelles et expérimentales de patients atteints d'hypersensibilité électromagnétique ou de sclérose en plaques n'a pas encore fait progresser nos connaissances ([Bosch-Capblanch et al., 2024](#), [Röösli et al., 2024](#)). En général, les études d'observation se fondent sur des données provenant de toute la population. Il est donc peu probable qu'un petit sous-groupe très vulnérable ait un impact significatif sur la santé publique générale, en particulier si les prédispositions génétiques, physiologiques ou liées à une maladie n'ont pas été identifiées. Inversement, un effet dans cette sous-population pourrait avoir été masqué par la conception de cette étude.

La plupart des RS portant sur des études observationnelles chez l'être humain ne permettaient pas une stratification par vulnérabilité ou critère démographique ([Karipidis et al., 2024](#), [Kenny et al., 2024](#), [Karipidis et al., 2025](#)), tandis que les RS concernant la fonction cognitive comprenaient surtout des études sur des enfants et une seule sur des personnes âgées ([Benke et al., 2024](#)). De même, les études

humaines expérimentales sur la fonction cognitive ont principalement évalué des enfants et des adolescents, qui sont largement considérés comme un groupe vulnérable. Il convient de souligner qu'une seule étude sur les personnes âgées a été présentée ([Pophof et al., 2024](#)). Il est dès lors difficile de conclure à la vulnérabilité de sous-groupes, d'autant que les données sur les ainés font cruellement défaut. Il est important de noter que les connaissances susceptibles de découler d'études humaines expérimentales manquent souvent de généralisabilité, car ces dernières reposent généralement sur des volontaires jeunes et en bonne santé.

En toxicologie, les organismes en développement tels que les fœtus et les enfants sont réputés particulièrement vulnérables. Dans ce contexte, l'évaluation des naissances dans les études d'observation sur l'être humain ([Johnson et al., 2024](#)) et les études animales expérimentales ([Cordelli et al., 2023](#)) est intéressante. Un certain nombre d'études sur les effets d'une exposition aux CEM-RF ont été menées sur la population générale et dans les milieux professionnels. Elles n'ont identifié aucun impact sur le développement fœtal, le poids de naissance ou les naissances prématurées. Il existe en revanche des preuves modérément fiables d'une réduction du poids de naissance des mammifères de laboratoire et des preuves peu fiables d'un effet sur le développement des embryons et du système nerveux de la progéniture. On ignore toutefois si cela résulte d'une action directe sur le développement fœtal ou de modifications chez la mère. En l'état actuel des choses, on ne saurait exclure qu'une exposition aux CEM-RF ait des effets sur les fœtus. Il est donc recommandé de considérer les femmes enceintes et leur enfant à naître comme potentiellement vulnérables.

Déficits de connaissances et futurs axes de recherche

Les auteurs de chaque RS se sont exprimés sur les futures implications de leurs résultats et conclusions pour la recherche. De manière générale, tous souhaitent que les études soient mieux réalisées s'il faut approfondir la recherche sur un sujet précis. Le groupe d'experts BERENIS partage cet avis non seulement pour les thèmes sanitaires abordés dans ces RS de l'OMS, mais également de manière générale pour les publications sur la recherche liée aux CEM, car c'est la principale cause des incertitudes existantes. Bien que cette série de RS contribue à évaluer les effets sanitaires potentiels chez l'être humain en matière de cancer, de reproduction, de fonction cognitive et de bien-être, de nombreux thèmes sanitaires ne sont pas suffisamment étudiés et devraient faire l'objet d'une recherche approfondie tant au niveau expérimental que dans l'évaluation des preuves par l'intermédiaire de RS. Par exemple, il existe quelques preuves plutôt réfutables d'effets sur le système cardiovasculaire et le système immunitaire ainsi que d'influences sur le métabolisme et les processus neurodégénératifs. Il faut cependant modifier et ajuster l'approche des futures RS sur les effets sanitaires des CEM. Ce point est crucial pour la pertinence des évaluations des effets sanitaires potentiels liés à l'environnement, notamment lorsque l'on inclut des études animales et cellulaires et des études humaines manquant d'homogénéité. Regrouper des données dans une méta-analyse sans se soucier de l'homogénéité est discutable, mais la plupart des RS ont adopté cette pratique malgré l'existence d'une synthèse narrative conforme à la méthodologie RS OHAT. Les RS sont manifestement un outil puissant pour évaluer des preuves. Il est cependant essentiel de reconnaître les principes fondamentaux et les connaissances de la toxicologie, qui demeure hautement pertinents et ne doivent pas être négligés.

Le groupe d'experts BERENIS souligne la nécessité, pour la plupart des sujets de recherche et de santé, de réaliser correctement les investigations mécaniques afin de mieux comprendre les effets d'une exposition aux CEM-RF au niveau moléculaire et, partant, l'impact potentiel sur la santé humaine. Cela vaut également au sujet du cancer, pour lequel les conclusions des RS de l'OMS diffèrent entre les

études d’observation sur l’être humain et les études animales ([Karipidis et al., 2024](#), [Karipidis et al., 2025](#), [Mevissen et al., 2025](#)). Ces divergences nécessitent une surveillance accrue et la poursuite des recherches pour déterminer les implications sous-jacentes. Pour faire évoluer nos connaissances, il est cependant primordial que ces investigations soient exécutées de manière à réduire les limitations et les préjugés des études et donc à éviter d’autres incertitudes et préoccupations comme celles soulevées par les RS de l’OMS. Outre des investigations mécaniques et toxicologiques portant sur les influences thermiques et non thermiques ainsi que sur les technologies actuelles et novatrices, des études d’observation relatives au cancer et à d’autres thèmes sanitaires devraient surveiller régulièrement les effets d’une exposition aux CEM-RF sur la santé. L’accent devrait être mis sur la réalisation d’études prospectives concernant l’exposition à long terme de la population générale et de la population active. Ces études devraient inclure une meilleure évaluation de l’exposition, comme cela a été recommandé dans plusieurs RS ([Johnson et al., 2024](#), [Karipidis et al., 2024](#), [Kenny et al., 2024](#), [Röösli et al., 2024](#), [Karipidis et al., 2025](#)).

Recommandations du groupe d’experts BERENIS concernant les mesures préventives et réglementaires

Comme indiqué dans de précédentes éditions spéciales de sa newsletter, le groupe d’experts BERENIS soutient l’importance du principe de précaution. Celui-ci est mis en œuvre en Suisse au moyen de la « valeur limite de l’installation » qui est fixée dans l’ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant et qui s’applique aux émissions générées par des installations stationnaires (p. ex. stations de base des téléphones mobiles et radio-transmetteurs). Malgré les efforts considérables consacrés aux RS commandées par l’OMS, il n’est pas possible de tirer des conclusions définitives sur les effets sanitaires potentiels d’une exposition aux CEM-RF. La fiabilité des preuves sous-jacentes était considérée comme faible ou très faible pour une part non négligeable des paramètres évalués. Ce constat concerne notamment les effets sanitaires examinés par les RS des études observationnelles et expérimentales sur l’être humain. Selon les auteurs, la fiabilité réduite prédominante des preuves scientifiques recueillies tient à plusieurs facteurs, dont l’insuffisance et/ou l’incohérence des résultats, le manque d’études fiables présentant peu de limitations et un risque potentiel de partialité. Cette opinion est conforme aux évaluations et aux avis du groupe d’experts BERENIS, qui examine la littérature scientifique depuis une dizaine d’années. Par conséquent, déterminer de manière définitive et très fiable, dans les limites réglementaires établies, les effets sanitaires supposés d’une exposition aux CEM-RF s’est révélé impossible. Le recueil et l’évaluation systématiques des publications constituent néanmoins un pas important vers l’évaluation des risques sanitaires des CEM-RF. Les nombreuses disparités biologiques et expérimentales sont manifestement incompatibles avec les contraintes méthodologiques de RS très normées servant à évaluer des études cliniques. On sait d’expérience, notamment dans le contexte d’études expérimentales, que les méta-analyses pèchent par leur manque de motifs biologiques ou statistiques. Des facteurs extrêmement variés sont associés, y compris, mais sans s’y limiter, différentes espèces animales et souches, différents sexes et modèles, des études portant sur des organes ou cellules spécifiques et des études de toxicité, des expositions diverses telles que des champs pulsés et des champs continus, différentes fréquences, intensités et durées d’exposition, différentes périodes d’études et divers paramètres, différentes méthodes d’analyse statistique, etc. De plus, les groupes expérimentaux au sein des études sont considérés comme indépendants, alors qu’il existe une dépendance vis-à-vis d’un groupe de contrôle commun, ce qui enfreint une hypothèse fondamentale des méthodes de métanalyse.

Concernant les mesures préventives et réglementaires, il convient de préciser que les RS de l’OMS ne portent que sur une sélection de réponses biologiques ou d’effets sanitaires potentiels qui avaient été

suggérés précédemment. En outre, des analyses englobant une vaste gamme de fréquences ont parfois été regroupées, notamment lorsqu'il s'agissait d'une exposition à titre professionnel. Or les données utilisées reflétaient surtout une exposition aux CEM-RF dans la gamme de fréquences de 0,8 à 2,5 GHz, qui équivaut aux anciennes normes de communication mobile. On ignore si les conclusions des RS sont transposables aux plages de fréquences plus élevées des futures normes en la matière, et cet aspect a été peu étudié (cf. [l'édition spéciale de la newsletter BERENIS de mai 2025](#)). Les connaissances sur d'éventuels effets combinés avec d'autres facteurs environnementaux et des prédispositions génétiques ou physiologiques, qui ne sont pas forcément manifestes dans les études observationnelles et expérimentales, font également défaut. Malgré l'absence d'approche mécanique définitive sur les effets des CEM-RF, leur contribution éventuelle au sein d'un modèle vulnérabilité-stress est envisageable. Ce modèle définit la manière dont des facteurs génétiques, biologiques et environnementaux interagissent et influent sur le risque de réactions au stress et leur étendue. La capacité à gérer le stress est déterminée par plusieurs vulnérabilités innées et acquises, en plus d'autres événements stressants. Dès lors, la moindre surcharge de travail ou pression liée aux résultats peut déclencher des symptômes chez certaines personnes, tandis que d'autres resteront asymptomatiques.

Il est important de souligner que les auteurs des RS commandées par l'OMS ont été invités à discuter des implications de leurs résultats sur la pratique et la réglementation. Certains ont déclaré qu'il n'était pas nécessaire de modifier les directives, car les preuves sont trop incertaines pour prendre des décisions réfléchies au niveau législatif. De plus, les limitations concernant la transposition des résultats des études animales et cellulaires à l'être humain ont été rappelées. Dans l'ensemble, le groupe d'experts BERENIS partage ces évaluations et recommande une application cohérente du principe de précaution et des directives en vigueur.

Bibliographie

Remarque : tous les revues systématiques commandées par l'OMS, ainsi que les protocoles associés et d'autres articles, peuvent être consultés dans l'édition spéciale correspondante d'« Environment International » <https://www.sciencedirect.com/special-issue/1092DR596MG>

Benke G, Abramson MJ, Brzozek C, McDonald S, Kelsall H, Sanagou M, Zeleke BM, Kaufman J, Brennan S, Verbeek J, Karipidis K (2024): **The effects of radiofrequency exposure on cognition: A systematic review and meta-analysis of human observational studies.** Environ Int. 2024 Jun;188:108779. Epub 2024 May 28. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108779>

Bosch-Capblanch X, Esu E, Oringanje CM, Dongus S, Jalilian H, Eyers J, Auer C, Meremikwu M, Röösli M (2024): **The effects of radiofrequency electromagnetic fields exposure on human self-reported symptoms: A systematic review of human experimental studies.** Environ Int. 2024 Apr 2;187:108612. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108612>

Cordelli E, Ardoino L, Benassi B, Consales C, Eleuteri P, Marino C, Sciortino M, Villani P, Brinkworth MH, Chen G, McNamee JP, Wood AW, Belackova L, Verbeek J, Pacchierotti F (2023): **Effects of Radiofrequency Electromagnetic Field (RF-EMF) exposure on pregnancy and birth outcomes: A systematic review of experimental studies on non-human mammals.** Environ Int. 2023 Oct;180:108178. Epub 2023 Aug 30. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108178>

Cordelli E, Ardoino L, Benassi B, Consales C, Eleuteri P, Marino C, Sciortino M, Villani P, H Brinkworth M, Chen G, P McNamee J, Wood AW, Belackova L, Verbeek J, Pacchierotti F (2024): **Effects of radiofrequency electromagnetic field (RF-EMF) exposure on male fertility: A systematic review of experimental studies on non-human mammals and human sperm in vitro.** Environ Int. 2024 Mar;185:108509. Epub 2024 Feb 19. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108509>

Johnson EE, Kenny RPW, Adesanya AM, Richmond C, Beyer F, Calderon C, Rankin J, Pearce MS, Toledano M, Craig D, Pearson F (2024): **The effects of radiofrequency exposure on adverse female reproductive outcomes: A systematic review of human observational studies with dose-response meta-analysis.** Environ Int. 2024 Jun 12;190:108816. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108816>

Karipidis K, Baaken D, Loney T, Blettner M, Brzozek C, Elwood M, Narh C, Orsini N, Röösli M, Paulo MS, Lagorio S (2024): **The effect of exposure to radiofrequency fields on cancer risk in the general and working population: A systematic review of human observational studies - Part I: Most researched outcomes.** Environ Int. 2024 Sep;191:108983. Epub 2024 Aug 30. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108983>

Karipidis K, Baaken D, Loney T, Blettner M, Mate R, Brzozek C, Elwood M, Narh C, Orsini N, Röösli M, Paulo MS, Lagorio S (2025): **The effect of exposure to radiofrequency fields on cancer risk in the general and working population: A systematic review of human observational studies - Part II: Less researched outcomes.** Environ Int. 2025 Jan 11:109274. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2025.109274>

Kenny RPW, Evelynne Johnson E, Adesanya AM, Richmond C, Beyer F, Calderon C, Rankin J, Pearce MS, Toledano M, Craig D, Pearson F (2024): **The effects of radiofrequency exposure on male fertility: A systematic review of human observational studies with dose-response meta-analysis.** Environ Int. 2024 Jun 11;190:108817. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108817>

Mevissen M, Ducray A, Ward JM, Kopp-Schneider A, McNamee JP, Wood AW, Rivero TM, Straif K (2025): **Effects of radiofrequency electromagnetic field exposure on cancer in laboratory animal studies, a systematic review.** Environ Int 2025, 109482. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2025.109482>

Meyer F, Bitsch A, Forman HJ, Fragoulis A, Ghezzi P, Henschenmacher B, Kellner R, Kuhne J, Ludwig T, Sachno D, Schmid G, Tsaioun K, Verbeek J, Wright R (2024): **The effects of radiofrequency electromagnetic field exposure on biomarkers of oxidative stress in vivo and in vitro: A systematic review of experimental studies.** Environ Int 2024: 108940. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108940>

Pophof B, Kuhne J, Schmid G, Weiser E, Dorn H, Henschenmacher B, Burns J, Danker-Hopfe H, Sauter C (2024): **The effect of exposure to radiofrequency electromagnetic fields on cognitive performance in human experimental studies: Systematic review and meta-analyses.** Environ Int. 2024 Sep;191:108899. Epub 2024 Jul 22. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108899>

Romeo S, Sannino A, Rosaria Scarfi M, Lagorio S, Zeni O (2024): **Genotoxicity of radiofrequency electromagnetic fields on mammalian cells in vitro: A systematic review with narrative synthesis.** Environ Int. 2024 Nov;193:109104. Epub 2024 Oct 26. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.109104>

Röösli M, Dongus S, Jalilian H, Evers J, Esu E, Oringanje CM, Meremikwu M, Bosch-Capblanch X (2023): **The effects of radiofrequency electromagnetic fields exposure on tinnitus, migraine and non-specific symptoms in the general and working population: A systematic review and meta-**

analysis on human observational studies. Environ Int. 2023 Dec 6;183:108338.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108338>

Verbeek J, Oftedal G, Feychtting M, van Rongen E, Scarfi MR, Mann S, Wong R, van Deventer E (2020): **Prioritizing health outcomes when assessing the effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields: A survey among experts.** Environ Int. 2021 Jan;146:106300. Epub 2020 Dec 11. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106300>

Verbeek J, Zeeb H, van Deventer E, Ijaz S, Doré JF, Driessen S, Roth N, Whaley P (2025): **Systematic reviews and meta-analyses for the WHO assessment of health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields, an introduction.** Environ Int. 2025 Sep;203:109751. Epub 2025 Aug 27. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2025.109751>

Contact

Stefan Dongus
Secrétariat BERENIS
Institut tropical et de santé publique suisse (Swiss TPH)
Département Épidémiologie et santé publique
Unité Expositions environnementales et santé
Kreuzstrasse 2, 4123 Allschwil
Tél : +41 61 284 81 11
Courriel : stefan.dongus@swisstph.ch

Pour de plus amples informations, veuillez consulter les liens suivants :

[Le groupe consultatif de spécialistes en matière de RNI \(BERENIS\)](#)

[Base de données de toutes les newsletters BERENIS avec fonction de recherche](#)

[Lien vers la liste des abréviations \(PDF\)](#)