

Résumé et évaluation des études sélectionnées

De début mai à mi-juillet 2023, 75 nouvelles publications ont été identifiées, dont six ont fait l'objet de discussions approfondies au sein du groupe BERENIS. Quatre d'entre elles ont été retenues comme particulièrement pertinentes au regard des critères de sélection. Elles sont résumées et évaluées ci-après.

1) *Études animales et études cellulaires expérimentales*

Effet des champs électromagnétiques de haute fréquence de signaux 5G modulés sur les mécanismes cellulaires des cellules cutanées (Joushomme et al., 2023)

L'étude publiée par Joushomme *et al.* (2023) fait partie des premières recherches sur des cellules cultivées exposées à un champ électromagnétique de haute fréquence (CEM-HF) 5G modulé de 3,5 GHz (bande C, soit celle utilisée par la dernière génération de téléphonie mobile). Les auteurs de l'étude ont utilisé une technique analytique moderne nommée BRET (Bioluminescence Resonance Energy Transfer), qui permet de faire des observations en temps réel afin d'examiner de façon ciblée l'influence d'une exposition aiguë sur des voies de signalisation et des mécanismes de stress. Pour ce faire, quatre nouveaux biocapteurs moléculaires ont été développés, capables de détecter différentes conditions de stress (HSF1 : marqueurs de stress thermique, oxydant et protéotoxique ; agglomération de PML dans le noyau cellulaire : marqueurs entre autres de stress oxydant et de vieillissement cellulaire), ou l'activation de voies de signalisation MAP kinase (RAS ou ERK). L'activité a été mesurée dans des fibroblastes dermiques d'une patiente atteinte de xeroderma pigmentosum du groupe D (XP-D avec photosensibilité, « maladie des enfants de la lune ») ainsi que dans des cellules HaCaT issues de kératinocytes humains sains. Les mesures ont été effectuées après que les cellules aient été exposées en continu ou par intermittence (5 min ON / 10 min. OFF) pendant 24 heures à un CEM-HF avec un TAS de 0,25, de 1 ou de 4 W/kg. Il s'agissait soit d'analyser les activités basales induites par le CEM-HF en comparaison avec les cellules non exposées, soit d'analyser la sensibilité et le niveau d'activation par des stimuli connus (le MG132 pour le HSF1, le PMA pour les voies RAS et ERK, et l'arsenic pour les PML).

L'étude de Joushomme *et al.* (2023) mérite d'être mentionnée en raison, d'une part, de l'utilisation de signaux 5G modulés de 3,5 GHz et, d'autre part, de l'application d'une nouvelle méthodologie dont la sensibilité et la fiabilité devraient d'ailleurs être davantage démontrées. Les auteurs font état de certaines différences liées aux conditions d'exposition en lien avec les mécanismes de stress (HSF1 et PML) principalement dans les fibroblastes des patients XP-D, et non dans les kératinocytes. Il reste donc à étudier dans quelle mesure ces observations peuvent être généralisées et à savoir si elles s'appliquent également aux fibroblastes « sains ». En outre, il est nécessaire d'effectuer d'autres analyses moléculaires afin de répliquer et de confirmer les résultats de façon indépendante. Par ailleurs, il convient de noter que cette étude se base sur un grand nombre de conditions expérimentales et que le nombre d'altérations observées n'est que légèrement supérieur aux faux positifs attendus, comme l'ont souligné les auteurs. De même, l'utilisation de l'incubateur en tant que caisse de résonance pour le CEM-HF laisse supposer une certaine variabilité du TAS, ce qui pourrait avoir une influence sur la relation dose-effet.

2) Étude épidémiologique

Appels avec un téléphone portable, disposition génétique et risque d'hypertension. Résultats de l'étude de la UK Biobank (Ye et al. 2023)

Peu d'études se sont penchées sur la corrélation qui peut exister entre l'utilisation de téléphones portables et le risque de développer de l'hypertension. Ye *et al.* (2023) ont utilisé les données de 212 046 participants de la UK Biobank qui ne souffraient pas d'hypertension au début de l'étude et qui ont dû indiquer depuis combien d'années ils passaient ou recevaient des appels avec un téléphone portable au moins une fois par semaine. Les participants ont également dû indiquer le temps qu'ils avaient passé à téléphoner avec un portable (nombre de minutes en moyenne) au cours des trois mois précédents, en spécifiant le temps des conversations menées avec un dispositif mains libres ou des haut-parleurs. L'analyse statistique tenait compte de facteurs de confusion tels que l'âge, le sexe, l'IMC, la situation socio-économique, les antécédents familiaux d'hypertension et de nombreux biomarqueurs. Pendant une période de suivi moyenne de 12 ans, 13 984 participants ont développé de l'hypertension. Aucun lien n'a été établi entre l'apparition d'hypertension, le nombre d'années d'utilisation du téléphone portable et la part d'utilisation de dispositifs mains libres. En revanche, plus le temps hebdomadaire passé au téléphone était élevé, plus le risque de développer de l'hypertension augmentait. Les personnes de moins de 60 ans qui passaient au moins 30 minutes par semaine au téléphone présentaient un risque accru de 12 % de développer de l'hypertension ; observation qui n'a pas été confirmée chez les personnes plus âgées. La corrélation la plus forte a été observée chez les participants présentant un risque génétique élevé d'hypertension et passant beaucoup de temps au téléphone par semaine.

Il s'agit d'une étude de cohorte prospective qui se base sur un vaste échantillon, ce qui correspond au standard de référence pour ce type de questions. Si la corrélation était effectivement causale, même l'augmentation relativement faible du risque d'hypertension serait importante en raison de la forte prévalence de la maladie dans la population. Le fait que les données fournies par les participants sur leur utilisation du téléphone portable n'aient pas été mises à jour pendant la longue période de suivi constitue un point faible. Il n'est dès lors pas clair dans quelle mesure l'utilisation type au début de l'étude est corrélée à l'utilisation réelle pendant toute la durée de l'étude. En outre, le stress n'a pas été pris en considération dans l'analyse statistique. Il est donc possible que les corrélations observées soient dues à d'autres facteurs que l'exposition à des CEM-HF. Par exemple, le niveau d'utilisation du téléphone portable peut être un indicateur d'un mode de vie stressant. La grande différence entre les modèles, selon la manière dont ils ont été ajustés, indique que les cofacteurs jouent un rôle important dans cette question de recherche.

3) Conséquences sur l'environnement

Exposition de colonies d'abeilles mellifères à des champs électromagnétiques de haute fréquence simulés (Treder et al. 2023)

De juillet à septembre 2020 et de juillet à octobre 2021, huit colonies d'abeilles ont été exposées soit à un CEM-HF combiné (2,4 et 5,8 GHz, bandes wi-fi) durant 12 à 14 semaines (7 semaines avant les mesures ; exposition longue), soit pendant 40 minutes (exposition courte). Huit autres colonies, qui n'ont été soumises à aucune exposition, ont servi de groupe de contrôle. L'étude a analysé l'effet de l'exposition sur le développement des couvains, sur la longévité et sur la capacité de retour à la ruche dans des conditions extérieures réelles. L'exposition longue a réduit la capacité de retour des abeilles à la ruche (78,6 % contre 95,2 %), tandis qu'elle n'a eu aucune influence sur le développement des

couvains et sur la longévité des ouvrières adultes. L'exposition courte n'a eu aucun effet. Pour les auteurs de l'étude, les résultats suggèrent que les butineuses des colonies qui n'ont pas été longuement exposées sont encore capables de rentrer à la ruche, même si leur trajectoire de vol les ont fait passer par des endroits soumis à un rayonnement électromagnétique HF durant de brefs moments.

L'étude fournit de premiers résultats intéressants sur les possibles effets des CEM-HF sur les abeilles mellifères. Des recherches supplémentaires sont toutefois nécessaires. Il n'est par exemple pas clair dans quelle mesure les rayons des ruches bloquent les CEM-HF. Une dosimétrie appropriée livrerait de précieuses informations. Comme la variabilité entre les colonies est très grande, il conviendrait de répéter l'étude avec un nombre beaucoup plus grand de colonies ainsi que sur différents sites.

Les champs électromagnétiques de haute fréquence utilisés dans les télécommunications affectent-ils les plantes sauvages ? (Czerwinski et al. 2023)

Cette étude analyse les effets d'une exposition CEM-HF à long terme (quatre mois) sur des plantes sauvages dans des conditions expérimentales réelles contrôlées. Dix espèces de plantes herbacées courantes ont été exposées à un CEM-HF (4 bandes de fréquence ; 866-868 MHz ; 12,4 mW/m² [2,16 V/m] et 16,7 mW/m² à respectivement 20 et 40 cm de haut) pendant l'ensemble de leur phase de croissance, soit de leur germination à la maturation des graines. Les espèces sélectionnées font partie de différentes familles présentant des caractéristiques fonctionnelles et morphologiques distinctes. La plupart n'ont pas ou guère réagi à l'exposition au CEM-HF, et la réaction se limitait en général à une seule caractéristique le cas échéant. Ce n'est que chez le trèfle Pied-de-lièvre (*Trifolium arvense*) que des effets, durables qui plus est, ont été observés à différents stades de développement de la plante et concernaient plusieurs caractéristiques. Les conséquences pour l'environnement d'une exposition aux CEM-HF d'origine humaine semblent se limiter à certaines espèces végétales. Les différentes espèces de trèfle pourraient servir à de nouvelles études écologiques.

De notre point de vue, cette étude pilote est intéressante. Des études complémentaires devraient être menées à différents endroits, car cette étude ne peut exclure que d'autres facteurs environnementaux aient influencé le résultat ou masqué un effet dans les autres espèces végétales.

Bibliographie

Czerwiński M, Vian A, Woodcock BA, Goliński P, Recuero Virto L, Januszkiewicz Ł (2023) : **Do electromagnetic fields used in telecommunications affect wild plant species? A control impact study conducted in the field.** Ecological Indicators 2023; 150: 110267.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110267>

Joushomme A, Orlacchio R, Patrignoni L, Canovi A, Chappe YL, Poullétier De Gannes F, Hurtier A, Garenne A, Lagroye I, Moisan F, Cario M, Lévêque P, Arnaud-Cormos D, Percherancier Y (2023) : **Effects of 5G-modulated 3.5 GHz radiofrequency field exposures on HSF1, RAS, ERK, and PML activation in live fibroblasts and keratinocytes cells.** Scientific Reports. 2023 May 23;13(1):8305.

<https://doi.org/10.1038/s41598-023-35397-w>

Treder M, Müller M, Fellner L, Traynor K, Rosenkranz P (2023) : **Defined exposure of honey bee colonies to simulated radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF): Negative effects on the**

homing ability, but not on brood development or longevity. Science of The Total Environment. 2023 Jun 28;896:165211. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165211>

Ye Z, Zhang Y, Zhang Y, Yang S, Liu M, Wu Q, Zhou C, He P, Gan X, Qin X (2023) : **Mobile phone calls, genetic susceptibility, and new-onset hypertension: results from 212 046 UK Biobank participants.** European Heart Journal - Digital Health. 2023 May 4;4(3):165-174. <https://doi.org/10.1093/ehjdh/ztad024>

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 d'experts en matière de RNI \(BERENIS\)](#)

[Lien vers la liste des abréviations](#)