

Aperçu des études épidémiologiques sur les effets sur la santé des champs électriques et magnétiques EBF (CEM-EBF) publiées au deuxième trimestre 2025.

Dr. Els De Waegeneer
Département Santé Publique
Université de Gand

Index

1. Revues et méta-analyses	3
2. Exposition résidentielle.....	5
3. Exposition professionnelle	6
4. Évaluation de l'exposition	7
5. Etudes sur la leucémie	7
6. Références	9

1. Revues et méta-analyses

1.1 Recherches récentes sur les champs électromagnétiques et les risques pour la santé, dix-neuvième rapport du Conseil scientifique sur les champs électromagnétiques du SSM

Autorité suédoise de radioprotection (SSM). (2025).

www.ssm.se

Introduction : Le Conseil scientifique sur les champs électromagnétiques de l'Autorité suédoise de radioprotection (SSM) suit les recherches actuelles sur les risques potentiels pour la santé liés à l'exposition aux champs électromagnétiques et fournit à l'autorité des conseils sur l'évaluation des risques sanitaires éventuels. Le Conseil donne des orientations lorsque l'autorité doit émettre un avis sur des questions relatives aux politiques nécessitant des recherches scientifiques.

Méthode : Le Conseil est tenu de présenter chaque année un rapport écrit sur l'état actuel de la recherche et des connaissances. Il s'agit d'un rapport de consensus, ce qui signifie que tous les membres du Conseil scientifique sont d'accord avec le rapport complet. Cela renforce la solidité des conclusions données. L'objectif principal du rapport est de couvrir les recherches de l'année précédente dans le domaine des champs électromagnétiques (CEM) et de la santé, mais aussi de les replacer dans le contexte des connaissances actuelles. Le rapport donne à l'autorité une vue d'ensemble et fournit une base importante pour l'évaluation des risques. Ce rapport passe en revue les études sur les champs électromagnétiques (CEM) et les risques pour la santé, publiées de janvier 2023 à décembre 2023 inclus. Il s'agit du dix-neuvième rapport d'une série d'examen scientifiques annuels, qui traitent et évaluent successivement les nouvelles études pertinentes et les replacent dans le contexte des informations disponibles. Le rapport couvre différents domaines des CEM (champs statiques, basses fréquences, intermédiaires et radiofréquences) et différents types d'études telles que les études biologiques, humaines et épidémiologiques. Il en résultera une évaluation progressive des risques pour la santé liés à l'exposition aux CEM.

Résultats : Aucune nouvelle relation de cause à effet entre l'exposition aux CEM et le risque pour la santé n'a été identifiée. Les études présentées dans le présent rapport ne permettent pas de déterminer si l'association systématiquement observée entre l'exposition au champ magnétique EBF (CM-EBF) et la leucémie infantile en épidémiologie est causale ou non. De nouvelles recherches sur les tumeurs cérébrales et l'utilisation du téléphone portable sont conformes aux recherches précédentes suggérant principalement une absence de risque. La glande thyroïde est potentiellement très exposée lors des appels téléphoniques, mais peu de recherches sur le cancer de la thyroïde ont été menées jusqu'à présent. En ce qui concerne les études sur les animaux, il est difficile de tirer des conclusions générales, si ce n'est que, dans certaines circonstances, certains effets de l'exposition aux CEM-RF sont observés chez les animaux de laboratoire. Les observations d'augmentation du stress oxydatif rapportées dans les précédents rapports SSM continuent d'être constatées, certaines même en dessous des niveaux de référence actuels. Le stress oxydatif est un processus biologique naturel qui peut parfois être impliqué dans la pathogenèse, mais dans quelles circonstances le stress oxydatif dû à une faible exposition aux ondes radio peut affecter la santé humaine reste à étudier. Il est à noter que de nouvelles études ont de nouveau relevé que les seuils de perception humaine sont plus bas

dans des conditions d'exposition hybrides que dans le cas d'une exposition à un champ continu ou alternatif seul.

Conclusion : Bien qu'aucun risque pour la santé associé à des champs électromagnétiques faibles n'ait été démontré à ce jour, l'autorité considère que des recherches supplémentaires sont importantes, en particulier en ce qui concerne les effets à long terme, car plus ou moins toute la population est exposée. L'une des questions clés ici est d'étudier plus en détail la relation entre l'exposition aux ondes radio et le stress oxydatif observé dans les études animales et d'établir s'il existe une relation chez l'Homme et, le cas échéant, dans quelle mesure elle peut affecter la santé humaine. Une autre question importante est de clarifier l'association entre les champs magnétiques de basses fréquences et la leucémie infantile telle qu'observée dans les études épidémiologiques. Les technologies de l'information sans fil sont en constante évolution et de nouvelles gammes de fréquences seront utilisées. Même s'il n'existe aucun mécanisme établi pouvant affecter la santé en cas d'exposition aux ondes radio, il est nécessaire de poursuivre les recherches sur les nouveaux domaines de fréquence utilisés pour la 5G. L'autorité encourage les chercheurs à commencer à entreprendre des études épidémiologiques dans ce domaine. Par exemple, il existe actuellement très peu d'études dans la bande 26 GHz.

1.2 Facteurs de risque du neuroblastome : revue systématique et méta-analyse.

Onyije, F. M., Dolatkah, R., Olsson, A., Bouaoun, L., Schüz, J. (2025) *Frontières en santé publique*, 13:1576101.

<https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1576101>

Introduction : Le neuroblastome (NB) est la tumeur extra-crânienne la plus fréquente chez les enfants. La synthèse et l'élucidation des facteurs de risque modifiables sont fondamentales pour éclairer la prévention primaire du NB. L'objectif est d'examiner la littérature et de synthétiser les facteurs de risque du NB.

Méthode : Les bases de données PubMed, Web of Science et Embase ont été consultées à l'aide de listes de mots-clés et de termes MeSH liés aux expositions et au risque de NB. Les études ont été incluses s'il s'agissait d'études cas-témoins ou d'études de cohorte portant sur des enfants de moins de 20 ans au moment du diagnostic et rapportant des risques relatifs (RR) avec des intervalles de confiance (IC) à 95 %. Les tailles d'effet combinées (ES) et les IC à 95 % pour les facteurs de risque associés au NB ont été estimés à l'aide de modèles à effets aléatoires.

Résultats : Les auteurs ont inclus 50 études éligibles provenant d'Asie, d'Europe, d'Amérique du Nord et d'Océanie sur des cas de NB diagnostiqués entre 1964 et 2016. Ils ont observé des associations entre l'exposition professionnelle de la mère aux pesticides pendant la période précédant la conception/la grossesse (ES 1,62 ; IC 1,04-2,54), un poids élevé à la naissance [(>4 000 g) ES 1,21 ; IC 1,02-1,42] et une césarienne (ES 1,14 ; IC 1,00-1,30) et le risque de NB. Le tabagisme des parents présentait une faible association, tandis que l'allaitement ≥ 6 mois (ES 0,50, IC 0,30-0,84) était inversement associé au NB. Les caractéristiques à la naissance, comme l'insuffisance pondérale à la naissance (<2 500 g), une petite ou une grande taille pour l'âge gestationnel, l'âge de gestation <37 semaines et l'âge de gestation >40 semaines) et la technologie de procréation assistée n'étaient pas associés au NB. De même, aucune association n'a été suggérée pour l'âge parental, le diabète gestationnel et la prééclampsie. La consommation d'alcool par la mère pendant la période précédant la conception/la grossesse, l'apport maternel en vitamines et en acide folique pendant la grossesse, l'exposition

professionnelle du père à des champs magnétiques à très basse fréquence (EBF-CM) et l'exposition maternelle aux rayons X pendant la grossesse n'étaient pas non plus associés au risque de NB. L'exposition professionnelle du père et l'exposition postnatale de l'enfant aux pesticides n'étaient pas associées au NB.

Discussion : Cette revue systématique et cette méta-analyse suggèrent que l'exposition professionnelle de la mère aux pesticides pendant la période précédant la conception/la grossesse, le poids élevé à la naissance, la césarienne et l'allaitement (bénéfique) étaient associées au risque de NB, mais toutes les associations étaient plutôt modérées. La synthèse de ces facteurs de risque est nécessaire pour déterminer s'il existe des moyens de prévention primaire du NB.

Limites : Cette revue systématique et méta-analyse ont été limitées par le petit nombre d'articles éligibles pour la plupart des facteurs de risque. Les résultats doivent être interprétés avec prudence. Certains états comportent potentiellement des biais d'information et des biais de sélection. Des méthodes d'évaluation de l'exposition inadéquates et une classification erronée de l'exposition, très probablement non différentielle, peuvent également avoir influencées les résultats. La majorité des études ont été menées en Europe et en Amérique du Nord.

2. Exposition résidentielle

2.1 Centres du sommeil et de l'éveil et mouvement de particules ultrafines et de nanoparticules ferromagnétiques sous l'effet des champs électromagnétiques : neurodégénérescence, troubles du sommeil, neurones orexinergiques et pollution de l'air chez les jeunes citadins.

Calderón-Garcidueñas, L., Cejudo-Ruiz, F.R., Stommel, E.W., González-Maciel, A. et al. (2025) *Toxiques*, 13, 284. <https://doi.org/10.3390/toxics13040284>

Introduction : La pollution de l'air joue un rôle clé dans les troubles du sommeil et la neurodégénérescence. Des cas de maladie d'Alzheimer (MA), de maladie de Parkinson (MP) et de neuropathologie de la protéine TDP-43, qui se lie à l'ADN de manière transactive, ont été documentés lors d'autopsies médico-légales pratiquées sur des enfants et de jeunes adultes dans la zone métropolitaine de Mexico (MMC). Des troubles du sommeil, des déficits cognitifs et une atrophie cérébrale visible à l'IRM ont également été observés chez des populations jeunes en apparence en bonne santé. Les UFPM et les NP atteignent le cerveau des citadins par les voies nasales/olfactives, pulmonaires, gastro-intestinales et placentaires.

Méthode : Les auteurs ont documenté la présence UFPM/NP de fer dans les unités neurovasculaires, ainsi que dans les neurones orexinergiques du noyau hypothalamique latéral, le thalamus, la formation réticulaire médullaire, pontique et mésencéphalique, et dans les pinéaloctes. Ils ont quantifié les matériaux ferromagnétiques dans les centres cérébraux du sommeil et de l'éveil et ont examiné leur comportement en mouvement lorsqu'ils étaient soumis à de faibles champs magnétiques dans des échantillons d'autopsie cérébrale de neuf enfants et 25 adultes de MMC atteints de la MA, de la MP ou de la neuropathologie TDP-43.

Résultats : Les courbes magnétisation rémanente isotherme saturée à 50-300 mT ont été associées à une accumulation d'UFPM/NP dans les centres du sommeil et de l'éveil et leur mouvement associé à une exposition à 30-50 μ T (champs magnétiques DC). Les échantillons de cerveau exposés à la pollution anthropique (particules fines) se sont révélés sensibles à de faibles champs magnétiques, avec des comportements de mouvement potentiellement liés au développement précoce et à la progression de maladies neurodégénératives mortelles et de troubles du sommeil. Les UFPM/NP magnétiques à domaine unique dans le système orexique, ainsi que dans les régions de l'éveil, du sommeil et autonomes, jouent un rôle clé dans la neurodégénérescence, les troubles comportementaux et cognitifs et les troubles du sommeil. Il est nécessaire d'identifier les enfants à haut risque et de surveiller les émissions environnementales d'UFPM et de NP ainsi que l'exposition aux champs magnétiques.

Conclusion : Les particules ferromagnétiques omniprésentes et les expositions à de faibles champs magnétiques constituent une menace pour la santé cérébrale mondiale.

Limites : Cette étude comporte trois limites principales. Les études médico-légales d'autopsie se concentrent sur les résidents de la MMC exposés depuis des décennies à des mélanges complexes de polluants atmosphériques, ainsi qu'à des neurotoxiques potentiels provenant de l'eau, du sol, des aliments et de la pollution industrielle et intérieure. De plus, la cohorte était presque entièrement masculine. Enfin, bien que les auteurs aient eu accès à l'intégralité de l'autopsie, ils manquaient d'antécédents cliniques et de dossiers professionnels.

3. Exposition professionnelle

3.1 Effet de l'exposition professionnelle aux champs électromagnétiques de basse fréquence sur le développement de la cataracte.

Validad, M.H., Mahjoob, M., Pishjo, M. et al. (2025). *Journal de recherche ophtalmique et de vision*, 20, 1-6.

<https://doi.org/10.18502/jovr.v20.12281>

Introduction : La cataracte est la deuxième cause de déficience visuelle dans le monde. Cette étude visait examiner l'impact de l'exposition professionnelle aux champs électromagnétiques de basse fréquence sur le développement de la cataracte.

Méthodes : Une centaine d'employés de la compagnie d'électricité Zahedan ont participé à cette étude. Ils ont été répartis en quatre groupes en fonction de leur niveau d'exposition : personnel régulier, personnel opérationnel, personnel d'exploitation et personnel non exposé. Sur la base de la classification LOCS III, le risque de développer différents types de cataractes (c.-à-d. nucléaire, sous-capsulaire postérieure et corticale) a été évalué pour tous les participants.

Résultats : La fréquence des cataractes était de 62,2 % dans le groupe exposé (qui comprend trois sous-groupes : personnel régulier, personnel opérationnel et personnel d'exploitation) et de 53,8 % dans le groupe non exposé. Il y avait une différence significative entre les groupes d'étude en termes de classification de l'opacité nucléaire ($p = 0,003$). La corrélation entre le classement de la cataracte

nucléaire et sous-capsulaire postérieure et la durée de l'expérience de travail dans le groupe exposé était statistiquement significative ($p < 0,018$).

Conclusion : Les résultats de cette étude indiquent que l'exposition aux champs électromagnétiques de basses fréquences tels que les lignes électriques, les centrales électriques et les postes de distribution d'énergie peut être un facteur de risque pour le développement de la cataracte, en particulier des cataractes nucléaires.

Limites : Cette étude présente plusieurs limites. L'une d'entre elles est l'absence d'utilisation de techniques d'imagerie pour évaluer la densité du cristallin. Cependant, d'après des études antérieures, ces techniques sont bien corrélées avec LOCS III, ce qui confirme les résultats de cette étude. Une autre limite est la taille réduite de l'échantillon. Bien que la taille de l'échantillon de cette étude soit plus importante que dans les études précédentes, il est recommandé de mener d'autres recherches avec un échantillon de plus grande taille et avec d'autres outils d'évaluation de l'opacité du cristallin.

4. Évaluation de l'exposition

/

5. Etudes sur la leucémie

5.1 Exposition résidentielle aux champs magnétiques provenant de lignes à haute tension et risque de leucémie infantile en France métropolitaine – Etude cas-témoins GEOCAP, 2002-2010.

Mancini, M., Hémon, D., Faure, L., Clavel, J., Goujon, S. (2025). *Recherche environnementale*, 278:121638.

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.121638>

Introduction : L'exposition environnementale à des champs magnétiques de très basses fréquences (CM-EBF) est soupçonnée d'être un facteur de risque de leucémie aiguë (LA) chez l'enfant et est classée comme cancérigène possible. Les résultats des études épidémiologiques récentes restent cependant hétérogènes. Cette étude visait à évaluer le risque de LA chez les enfants exposés aux CM-EBF en vivant à proximité de lignes aériennes à haute tension (HVPL) en France.

Méthode : Les auteurs ont inclus 4117 cas de LA chez des enfants de moins de 15 ans, diagnostiqués entre 2002 et 2010, ainsi que 44 838 témoins contemporains représentatifs de la population pédiatrique française, issus de l'étude GEOCAP basée sur le registre national. La distance entre l'adresse de résidence géocodée et la HVPL 63-400 kV la plus proche, et la HVPL 225-400 kV la plus proche, a été évaluée. L'exposition aux CM-EBF a également été calculée aux adresses géocodées en tenant compte des caractéristiques des HVPL voisines. Des modèles de régression logistique ajustés en fonction de l'âge ont été utilisés pour estimer les rapports de cotes (OR) et les intervalles de

confiance à 95 %. Des analyses de sensibilité ont été effectuées pour tenir compte des erreurs de géocodage et des facteurs de confusion potentiels.

Résultats : 0,7 % des témoins vivaient à moins de 50 m d'une HVPL et 0,3 % ont été exposés à plus de 0,3 μ T. Le fait de vivre à moins de 50 m d'une HVPL était associé à un risque accru de LA chez les enfants de moins de 5 ans (OR = 1,6 (1,0 à 2,7)), l'association était plus marquée si l'on se limitait aux adresses géocodées de bonne qualité (OR = 3,2 (1,3 à 7,9)). Les CM-EBF n'étaient pas associés au risque de LA ($\geq 0,3$ μ T, OR = 0,6 (0,3 à 1,3)). Les résultats sont restés stables dans toutes les analyses de sensibilité.

Conclusions : Cette étude apporte de nouvelles preuves que les CM-EBF ne sont probablement pas associés au risque de LA et ne peuvent pas expliquer une association avec la distance au HVPL.

Limites : Les auteurs ont évalué la distance par rapport aux HVPL et l'exposition résidentielles aux CM-EBF au moment du diagnostic, bien que les périodes prénatales et néonatales puissent également être des fenêtres temporelles pertinentes. Les auteurs ne savent pas ce qui représente le mieux l'exposition des enfants et ce qui serait biologiquement plus pertinent si les CM-EBF étaient associés au risque de LA. L'association plus marquée avec la distance à la HVPL la plus proche observée chez les enfants de moins de 5 ans pourrait en effet suggérer un rôle d'expositions plus précoces. Cela pourrait également suggérer un biais lié à l'âge, mais tous les modèles mis en œuvre par les auteurs ont été systématiquement ajustés pour les catégories d'âge, ce qui a limité ce biais. Cependant, l'exposition aux CM-EBF n'était pas associée à la LA chez les plus jeunes enfants.

Le nombre limité de variables individuelles est également une faiblesse de cette étude. En particulier pour le sexe, l'origine ethnique et la catégorie socioéconomique qui n'étaient pas disponibles. Cependant, il est peu probable que le sexe soit associé à la distance par rapport aux HVPL et n'est pas fortement associé au risque de LA (rapport de masculinité : 1,2) ; l'origine ethnique est une variable peu claire qui n'est pas collectée dans le recensement de la population française, et sa pertinence en tant que facteur de confusion pour la proximité des HVPL est difficile à prédire ; la catégorie socio-économique individuelle a été approchée par l'indice de défavorisation basé sur la zone Fdep et l'ajustement pour cet indice n'a pas modifié les résultats.

6. Références

Calderón-Garcidueñas, L., Cejudo-Ruiz, F.R., Stommel, E.W., González-Maciel, A. et al. (2025) Sleep and Arousal Hubs and Ferromagnetic Ultrafine Particulate Matter and Nanoparticle Motion Under Electromagnetic Fields: Neurodegeneration, Sleep Disorders, Orexinergic Neurons, and Air Pollution in Young Urbanites. *Toxics*, 13, 284. <https://doi.org/10.3390/toxics13040284>

Mancini, M., Hémon, D., Faure, L., Clavel, J., Goujon, S. (2025). Residential exposure to magnetic field due to high-voltage power lines and childhood leukemia risk in mainland France – GEOCAP case-control study, 2002–2010. *Environmental Research*, 278:121638. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.121638>

Onyije, F. M., Dolatkah, R., Olsson, A., Bouaoun, L., Schüz, J. (2025) Risk factors of neuroblastoma: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 13:1576101. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1576101>

Swedish Radiation Safety Authority (SSM). (2025). Recent Research on electromagnetic fields and Health Risk, nineteenth report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields. www.ssm.se

Validad, M.H., Mahjoob, M., Pishjo, M. et al. (2025). Effect of Occupational Exposure to Low-frequency Electromagnetic Fields on Cataract Development. *Journal of Ophthalmic and Vision Research*, 20, 1–6. <https://doi.org/10.18502/jovr.v20.12281>