

Revue des études épidémiologiques effectuées sur les effets sur la santé des champs magnétiques et électriques EBF, publiées au troisième trimestre 2023.

*Dr Els de Waegeneer
Département de santé publique
Université de Gand*

1. Revues de littérature et méta-analyses

1.1 Effect of extremely low-frequency electromagnetic radiation on pregnancy outcome: A meta-analysis [Effet du rayonnement électromagnétique d'extrêmement basses fréquences sur la grossesse : une méta-analyse]

Fangfang, Z., Chunlan, M., Yu, J.L., Miao, Z., Wenna, L. (2023). *African Journal of Reproductive Health*, 27(5), 95.

<https://doi.org/10.29063/ajrh2023/v27i5.9>

Contexte et objectifs : les champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences (CEM-EBF) sont générés par les appareils électriques et les systèmes d'alimentation (1 à 300 Hz). Bien que plusieurs études aient montré que les CEM-EBF peuvent être associés à un risque accru de problèmes pendant la grossesse, d'autres études n'ont pas mis en évidence d'association. Cette méta-analyse a été réalisée pour évaluer l'effet des CEM-EBF sur la grossesse.

Méthode : Les bases de données bibliographiques électroniques suivantes ont été consultées pour identifier les études pertinentes : PubMed, Web Of Science, Cochrane library, Embase, EBSCO. En outre, la recherche manuelle de références pertinentes a été effectuée pour compléter les recherches. Toutes les études éligibles et publiées à partir de la construction de la base de données au 10 mars 2021 ont été sélectionnées. Les données ont été analysées et extraites indépendamment par deux chercheurs. Le logiciel *Review Manager 5.3* a été utilisé pour la méta-analyse.

Résultats : Il n'y avait pas d'augmentation significative du risque de fausse couche, d'enfant mort-né, de malformations congénitales ou de naissance prématurée chez les femmes enceintes habitant à proximité de CEM comparé au groupe témoin.

Conclusions : Aucune corrélation n'a été établie entre l'exposition maternelle aux CEM-EBF et les fausses couches, les enfants mort-nés, les malformations congénitales ou les naissances prématurées, tandis que les effets sur la petite taille pour l'âge gestationnel et le faible poids de naissance restent incertains. Des recherches similaires portant sur de grands échantillons de haute qualité et sur différentes régions sont encore nécessaires pour des vérifications plus approfondies.

2. Exposition résidentielle

/

3. Exposition professionnelle

3.1 Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and follicular lymphoma risk: a family case-control study [Exposition professionnelle aux champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences et risque de lymphome folliculaire : une étude cas-témoins familiale]

BBEMG – 3^{ème} trimestre 2023 – Dr. Els De Waegeneer, Université de Gent

Odutola, M.K., Van Leeuwen, M.T., Bruinsma, F.J. et al. (2023). *Occupational & Environmental Medicine*, 80, 599–602.

<https://doi.org/10.1136/oemed-2023-108949>

Contexte et objectif : L'objectif de cette étude est d'examiner la relation entre l'exposition professionnelle aux champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences (CM-EBF) et le risque de lymphome folliculaire (LF).

Méthode : Les auteurs ont conduit une étude cas-témoins familiale entre 2011 et 2016 en Australie. Ils ont inclus 681 cas. Les témoins étaient soit des membres de la famille des cas (apparenté (n=294), non apparenté (n=179)), soit des personnes non apparentées recrutées dans le cadre d'une étude australienne similaire portant sur le myélome multiple (n=711). Les auteurs ont obtenu les historiques professionnels détaillés en utilisant des calendriers de travail sur l'ensemble de la vie professionnelle. L'exposition aux CM-EBF a été attribuée à l'aide d'une matrice d'exposition professionnelle améliorée, sur une période de 10 ans. Les auteurs ont examiné les associations avec le risque de LF à l'aide d'une régression logistique prenant en compte les liens de parenté entre les cas et les témoins. Des analyses de sensibilité ont été réalisées notamment par type de témoins, par sexe, par âge, par analyses de cas complètes, par percentiles d'exposition aux CM-EBF en plus des quartiles, par exposition aux champs électromagnétiques pour le travail le plus exposé, une période plus courte (1 an) et l'exposition cumulée au cours de la période la plus récente (1-9 ans).

Résultats : Les auteurs n'ont observé aucune association entre l'intensité moyenne, la durée ou l'exposition cumulée au cours de la vie et l'exposition professionnelle aux CM-EBF dans les analyses primaires ou de sensibilité.

Conclusion Ces résultats ne confirment pas l'existence d'une association entre l'exposition professionnelle aux CM-EBF et le risque de LF. Bien que l'inclusion des membres de la famille dans le groupe de témoins élargi ait pu biaiser les estimations du risque vers l'hypothèse nulle, les résultats étaient similaires dans les analyses de sensibilité limitées aux cas et témoins sans lien de parenté. Davantage de recherches intégrant une meilleure évaluation de l'exposition aux CM-EBF sont nécessaires afin d'éclairer les réglementations en matière de sécurité au travail et tout rôle potentiel dans la lymphomagénèse

4. Evaluation de l'exposition

/

5. Etude sur la leucémie

5.1. Environmental, social and behavioral risk factors in association with spatial clustering of childhood cancer incidence [Facteurs de risque environnementaux, sociaux et comportementaux en relation avec la concentration spatiale de l'incidence du cancer chez les enfants].

Hüls, A., Van Cor, S., Christensen, G.M. et al. (2023). *Spatial and Spatio-temporal Epidemiology*, 45, 100582.

<https://doi.org/10.1016/j.sste.2023.100582>

Contexte et objectifs : Nous savons que l'incidence du cancer chez les enfants varie en fonction de l'âge, du sexe et de la race/ethnie mais les preuves sont limitées au regard des facteurs de risque

externes. L'objectif des auteurs est d'identifier les combinaisons nocives de polluants de l'air et autres facteurs de risque environnementaux et sociaux en lien avec l'incidence du cancer chez l'enfant, en se basant sur les données 2003-2017 provenant du registre du cancer de Georgie (États-Unis).

Méthode : Les auteurs ont calculé le Ratio Standardisé d'Incidence (SIR) des tumeurs du Système Nerveux Centrale (SNC), de la leucémie et des lymphomes en fonction de l'âge, du sexe et la composition ethnique dans chacun des 159 comtés de Georgie (États-Unis). Les informations sur la pollution de l'air, le statut socio-économique (SES), le tabagisme, la consommation d'alcool et l'obésité au niveau des comtés proviennent de l'EPA (Agence de Protection Environnementale, États-Unis) et d'autres sources de données publiques. Deux outils d'apprentissage non supervisés (*Self-organizing map [SOM]* et *exposure-continuum mapping [ECM]*) ont été utilisés pour identifier les types de combinaisons multi-expositions pertinents. Des modèles *Spatial Bayesian Poisson (Lerous-CAR)* ont été appliqués avec des indicateurs pour chaque catégorie de multi-exposition en tant qu'exposition et le SIR des cancers infantiles en tant qu'effet étudié.

Résultats : Les auteurs ont identifié des associations cohérentes entre les facteurs de stress environnementaux (exposition aux pesticides) et sociaux/comportementaux (SES bas, alcool) et le regroupement spatial des cancers pédiatriques de classe II (lymphomes et néoplasmes réticuloendothéliaux), mais pas pour les autres classes de cancer. Davantage de recherches sont nécessaires pour identifier les facteurs de risque causaux de ces associations.

5.2 Pesticides as a potential independent childhood leukemia risk factor and as a potential confounder for electromagnetic fields exposure [Les pesticides comme facteur de risque indépendant potentiel de la leucémie infantile et comme facteur de confusion potentiel de l'exposition aux champs électromagnétiques].

Nguyen, A., Crespi, C.M., Vergara, X., Kheifets, L. (2023). *Environmental Research*, 238. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116899>

Contexte et objectifs : Les pesticides et les champs magnétiques élevés sont suspectés d'être des facteurs de risque de leucémie infantile. Les pesticides sont utilisés dans les pépinières industrielles qui occupent parfois les zones situées sous des lignes à haute tension. Cette étude vise à évaluer si l'exposition potentielle aux pesticides (utilisation prévue, classe chimique, ingrédient actif) utilisés dans les pépinières constitue un facteur de risque indépendant de la leucémie infantile ou un facteur de confusion de la proximité, ou de exposition aux champs magnétiques, des lignes à haute tension.

Méthode : Une étude cas-témoins basée sur des registres a été menée à l'échelle de l'État de Californie avec 5788 cas de leucémie infantile et 5788 témoins afin d'examiner l'utilisation spécifique de pesticides, l'exposition aux champs magnétiques et la distance entre les lignes à haute tension et les pépinières. L'évaluation de l'exposition s'est appuyée sur un système d'information géographique, des images aériennes par satellite et d'autres informations historiques.

Résultats : Le risque de leucémie infantile était potentiellement élevé par plusieurs composants actifs des pesticides : perméthrine (odds ratio (OR) 1.49, 95% intervalle confiance (IC) (0.83–2.67), chlorpyrifos (OR 1.29, 95% IC 0.89–1.87), diméthoate (OR 1.79, 95% IC 0.85–3.76), mancozèbe (OR 1.41, 95% IC 0.85–2.33), oxyfluorène (OR 1.41, 95% IC 0.75–2.66), oryzalin (OR 1.60, 95% IC 0.97–2.63), et pendiméthaline (OR 1.82, 95% IC 0.81–2.25). L'exposition aux rodenticides (OR 1.42, 95% IC 0.78–2.56) et aux molluscicides (OR 1.22, 95% IC 0.82–1.81) représentaient aussi un risque potentiellement élevé de leucémie infantile. L'association entre la leucémie infantile et le champs calculé ou la proximité de lignes à haute tension n'ont pas sensiblement changé après ajustement pour l'exposition aux pesticides. Les risques de leucémie infantile liés à la proximité de lignes à haute tension sont restés similaires lorsque l'exposition aux pesticides a été exclue.

Conclusion : L'exposition aux pesticides pourrait être un facteur de risque indépendant de la leucémie infantile. Les risques de leucémie infantile liés à la proximité de lignes à haute tension et à l'exposition aux champs magnétiques n'ont pas été expliqués par l'exposition aux pesticides.

5.3 Microbiota, Diet and Acute Leukaemia: Tips and Tricks on Their Possible Connections [Microbiote, alimentation et leucémie aiguë : Trucs et astuces sur leurs possibles connections].

Furci, F., Cicero, N., Allegra, A., Gangemi, S. (2023). *Nutrients*, 15(19),4253.
<https://doi.org/10.3390/nu15194253>

Contexte et objectifs : La leucémie aiguë est probablement l'un des cancers les plus courants chez les enfants et les jeunes adultes, avec une incidence de leucémie lymphoblastique aiguë dans 80 % des cas et une incidence de leucémie myéloïde aiguë dans 15 % des cas. Cependant, bien que l'incidence soit courante chez les enfants et adolescents, la leucémie aiguë est une maladie rare pour laquelle l'étiologie demande encore des investigations.

Méthode : Cette étude présente une revue de la littérature concernant le rôle des facteurs alimentaires et du microbiote intestinal dans le développement de la leucémie.

Résultats : De nombreuses études portant sur l'étiologie de la leucémie aiguë ont rapporté que la formation du microbiote intestinal pourrait être modifiée par l'apparition et le développement de nombreuses maladies. Sachant qu'il existe un déséquilibre du microbiote intestinal chez les patients affectés par une leucémie lymphoblastique aiguë avant le traitement comparé aux patients sains, le développement des preuves montre comment la dysbiose du microbiote intestinal provoque une réponse immunitaire inflammatoire, contribuant au développement de cancer.

Conclusion : Cette analyse suggère le rôle clé du microbiote intestinal dans la modulation de l'efficacité du traitement de la leucémie ainsi que la progression de nombreux cancers tels que la leucémie aiguë.

5.4 Association between Residential Proximity to Viticultural Areas and Childhood Acute Leukemia Risk in Mainland France: GEOCAP Case-Control Study, 2006–2013 [Association entre la proximité résidentielle des zones viticoles et le risque de leucémie infantile aiguë en France métropolitaine : étude cas-témoins GEOCAP, 2006-2013].

Mancini, M., Hémon, D., de Crouy-Chanel, P., et al. (2023). *Environmental Health Perspectives*, 131(10).
<https://doi.org/10.1289/EHP12634>

Contexte et objectifs : L'exposition aux pesticides est soupçonnée d'être un facteur de risque de plusieurs cancers infantiles, particulièrement la leucémie infantile (LA). La plupart des preuves sont basées sur l'utilisation de pesticides domestiques auto-rapportée par les parents mais certaines études ont aussi examiné les associations avec l'utilisation agricole de pesticides à proximité du lieu de résidence. L'objectif de cette étude était d'évaluer le risque de LA chez les enfants vivant à proximité de vignes, une culture soumise à l'utilisation intensive de pesticides.

Méthode : Les données ont été extraites de l'étude GEOCAP basée sur un registre national. Les auteurs ont inclus tous les cas de LA de moins de 15 ans diagnostiqués entre 2006-2013 (n=3 711) et 40 196 témoins contemporains représentatifs de la population d'enfants en France. La proximité des vignes (probabilité de présence dans les 200 ; 500 et 1 000m) et la densité viticole (surface dédiée aux vignes BBEMG – 3^{ème} trimestre 2023 – Dr. Els De Waegeneer, Université de Gent

à moins de 1 000m) ont été évaluées autour des adresses géocodées dans le système d'information géographique combinant trois cartes nationales d'occupation des sols. Des modèles de régression logistique ont été utilisés pour estimer les *odds ratio* (ORs) pour toutes les LA et pour les sous-types lymphoblastiques (LLA) et myéloïdes (LMA). L'hétérogénéité entre les zones a été étudiée par analyses stratifiées. Des analyses de sensibilité ont été conduites pour tenir compte, en particulier, de l'incertitude du géocodage, de la densité des autres cultures et de potentiels facteurs de confusion démographiques et environnementaux.

Résultats : Au total, 10 % des témoins vivaient à moins d'1 km de vignes. Alors qu'aucune preuve d'association entre la proximité des vignes et la LA n'a été trouvée, la densité viticole était positivement associée à la LLA [OR = 1:05 (1.00–1.09) pour une augmentation de densité de 10 %], avec une hétérogénéité statistiquement significative entre les zones. Aucune association avec la LMA n'a été observée. Les résultats sont restés stables dans toutes les analyses de sensibilité.

Conclusion : Cette étude a mis en évidence une légère augmentation du risque de LLA chez les enfants vivant dans des zones à forte densité viticole. Ce résultat supporte l'hypothèse selon laquelle l'exposition environnementale aux pesticides pourrait être associée à la LLA infantile.

5.5 Synthesized evidence for childhood acute lymphoblastic leukemia [Synthèse des données sur la leucémie lymphoblastique infantile aiguë].

Onyije, F.M., Olsson, A., Bouaoun, L., Schüz, J. (2023). *Frontiers in Pediatrics*, 11. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1209330>

Contexte et objectif : La leucémie infantile est globalement le type de cancer plus courant chez les enfants. Dans cette étude, les auteurs ont évalué la force des preuves et l'importance des facteurs de risque de la leucémie lymphoblastique aiguë (LLA) de l'enfant, à l'aide de revues systématiques et analyses groupées (*pooled analyse*) qui n'étaient pas incluses dans leur revue parapluie (*umbrella review*) publiée précédemment. Les auteurs ont aussi estimé la prévalence dans la population française comme exemple afin d'illustrer la pertinence des différents facteurs de risque.

Méthode : La force de l'association a été évaluée à l'aide des valeurs récapitulatives des RR/OR de plusieurs méta-analyses et catégorisée comme : très forte (RR>5), forte (RR>2), modérée (RR > 1,5), modeste (RR > 1.2) et faible (RR > 1). La force de l'association, l'hétérogénéité entre les études et le nombre d'études ont été utilisés pour évaluer la force des preuves. Ces dernières ont été catégorisées comme suit : « fortes » (estimations du risque toujours fortes ou très fortes dans les revues systématiques et méta-analyse de qualité), « modérée » (estimations du risque toujours modérées dans les revues systématiques et méta-analyses de qualité), « faibles » (estimations du risque toujours faibles), « aucune » (toujours aucune association) et « contradictoires ». La catégorie « contradictoires » a été utilisée lorsque les revues systématiques sur le même sujet avaient des conclusions différentes.

Résultats et conclusion : la première mise à jour concerne l'exposition maternelle aux pesticides durant la période pré-conceptionnelle ou la grossesse. Une revue systématique récemment publiée a confirmé l'évaluation précédente des auteurs concernant l'existence de preuves convaincantes d'un risque accru de LLA. La seconde mise à jour concerne l'exposition domestique des enfants au radon et le risque de leucémie. Dans leur précédente revue, les auteurs avaient conclu à l'existence de « preuves contradictoires » sur base d'une méta-analyse d'études de cohortes (deux études; OR = 0.97, 95% IC: 0.81–1.15) et d'études cas-témoins (huit études ; OR=1.22, 95 % IC : 1.01-1.42), avec toutefois des résultats contradictoires. Dans des revues systématiques et méta-analyses récentes, Moon et Yoo ont rapporté une estimation du risque de 1.03 (95% CI : 1.01-1.06) par 100 Bq/m³ d'augmentation de radon sur base de huit études cas-témoins avec une hétérogénéité modérée entre les études. Ngoc et al. ont évalué huit études cas-témoins, ce qui a conduit à une estimation du risque de 1.43 (95% IC: 1.19–1.72). Comme les études cas-témoins incluses dans ces méta-analyses ne se recoupaient que

partiellement avec la revue précédente des auteurs, ces derniers ont répété leur méta-analyse avec 12 études cas-témoins, observant une estimation du risque de 1.36 (95% CI: 1.11–1.66), avec une hétérogénéité de 52.8 %, p-valeur = 0.02 entre les études. Sur base de ces résultats, les auteurs ont classé le radon dans la catégorie preuves « faibles ». Les autres mises à jour concernent l'accouchement par césarienne et le diabète maternel. Les preuves ont été catégorisées comme « faibles » pour l'accouchement par césarienne (OR: 1.18, 95% IC: 1.07–1.31) et « modérées » pour le diabète maternel (OR: 1.46, 95% IC: 1.28–1.67), comme rapporté précédemment dans d'autres études. Ces résultats sont restés inchangés, même après inclusion de nouvelles études. De plus, concernant l'exposition aux champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences (CM-EBF), l'évaluation précédente des preuves « modérée » est restée inchangée, même après l'inclusion d'une revue systématique supplémentaire. La prévalence des facteurs de risque mis en évidence en France varie de « fréquente » à « élevée », à l'exception de l'exposition aux champs électromagnétiques, qui est rare, ce qui confirme l'importance de l'identification des risques dans toute prévention primaire.

REFERENCES

- Fangfang, Z., Chunlan, M., Yu, J.L., Miao, Z., Wenna, L. (2023). Effect of extremely low-frequency electromagnetic radiation on pregnancy outcome: A meta-analysis. *African Journal of Reproductive Health*, 27(5), 95. <https://doi.org/10.29063/ajrh2023/v27i5.9>
- Furci, F., Cicero, N., Allegra, A., Gangemi, S. (2023). Microbiota, Diet and Acute Leukaemia: Tips and Tricks on Their Possible Connections. *Nutrients*, 15(19),4253. <https://doi.org/10.3390/nu15194253>
- Huaipeng, G., Lei, K., Weiwei, Q., Yahong, L. (2023). Electromagnetic Radiation Exposure and Childhood Leukemia: Meta-analysis and Systematic Review. *Alternative Therapies*, in press.
- Hüls, A., Van Cor, S., Christensen, G.M. et al. (2023). Environmental, social and behavioral risk factors in association with spatial clustering of childhood cancer incidence. *Spatial and Spatio-temporal Epidemiology*, 45, 100582. <https://doi.org/10.1016/j.sste.2023.100582>
- Mancini, M., Hémon, D., de Crouy-Chanel, P., et al. (2023). Association between Residential Proximity to Viticultural Areas and Childhood Acute Leukemia Risk in Mainland France: GEOCAP Case-Control Study, 2006–2013. *Environmental Health Perspectives*, 131(10). <https://doi.org/10.1289/EHP12634>
- Nguyen, A., Crespi, C.M., Vergara, X., Kheifets, L. (2023). Pesticides as a potential independent childhood leukemia risk factor and as a potential confounder for electromagnetic fields exposure. *Environmental Research*, 238. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116899>
- Odutola, M.K., Van Leeuwen, M.T., Bruinsma, F.J. et al. (2023). Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and follicular lymphoma risk: a family case–control study. *Occupational & Environmental Medicine*, 80, 599–602. <https://doi.org/10.1136/oemed-2023-108949>
- Onyije, F.M., Olsson, A., Bouaoun, L., Schüz, J. (2023). Synthesized evidence for childhood acute lymphoblastic leukemia. *Frontiers in Pediatrics*, 11. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1209330>