

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

dr. Els De Waegeneer

Département Santé Publique

Université de Gand

Index

1. Revues et méta-analyses	3
2. Exposition résidentielle	3
3. Exposition professionnelle	4
4. Évaluation de l'exposition	5
5. Études sur la leucémie	5
6. Références	11

1. Revues et méta-analyses

/

2. Exposition résidentielle

2.1 Étude de cohorte sur la maladie d'Alzheimer et le lien avec les champs magnétiques résidentiels provenant des postes de transformation intérieurs

A Cohort Study on Alzheimer's Disease in Relation to Residential Magnetic Fields From Indoor Transformer Stations

Liimatainen, A., Roivainen, P., Juutilainen, J., Höytö, A., Naarala, J. (2025). Bioelectromagnetics, 46:e70031.

<https://doi.org/10.1002/bem.70031>

Contexte et objectif

Des méta-analyses d'études épidémiologiques ont suggéré que la maladie d'Alzheimer (MA) pourrait être liée à l'exposition à des champs magnétiques (CM) d'extrêmement basse fréquence (EBF). Il s'agit de la première étude examinant l'association de la MA et l'exposition aux CM-EBF résidentiels provenant de postes de transformation intérieurs, en utilisant un protocole qui évite les limites des études précédentes.

Méthode

Tous les individus participants à l'étude ont vécu dans des bâtiments avec des postes de transformation intérieurs. L'exposition aux CM a été évaluée en fonction de l'emplacement de leur appartement par rapport au poste de transformation. Les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer ont été identifiées à partir du registre des achats de médicaments et du registre des remboursements des médicaments. Sur les 155 562 individus, 5 652 (111 357 personnes-année) vivant dans des appartements à côté de postes de transformation ont été considérés comme exposés, tandis que 115 772 (2 289 526 personnes-année) vivant aux étages supérieurs des mêmes bâtiments ont été considérés comme référents. Les associations entre l'exposition à la CM et la MA ont été examinées à l'aide de modèles de risque proportionnel (modèle de Cox).

Résultats

Le rapport de risque (HR) était de 1,02 (intervalle de confiance à 95 % : 0,85–1,22), indiquant que le risque de MA n'est pas associé aux CM-EBF résidentiels présents dans les appartements situés à proximité des postes de transformation. La durée de résidence ne modifiait pas fondamentalement le HR. Le risque de MA était légèrement plus élevé mais pas de manière statistiquement significative (HR 1,22, intervalle de confiance à 95 % : 0,94–1,57) chez les personnes dont la résidence avait commencé avant l'âge de 50 ans.

Conclusion

Les résultats n'ont pas confirmé les conclusions positives des études précédentes ayant rapporté un lien entre la maladie d'Alzheimer et l'exposition professionnelle ou résidentielle aux CM.

3. Exposition professionnelle

3.1 Exposition professionnelle à des champs magnétiques d'extrêmement basse fréquence et risque de cancer du sein après la ménopause

Occupational Exposure to Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and Postmenopausal Breast Cancer Risk

Moayedi-Nia, S., Almadin, C., Labrèche, F., Goldberg, M.S., Richardson, L., Cardis, E., Ho, V. (2025). Journal of Occupational and Environmental Medicine, 68(2) : e163.

<https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000003564>

Contexte et objectif

Le cancer du sein est le cancer le plus fréquemment diagnostiqué dans le monde et la cause la plus fréquente de mortalité par cancer chez les femmes. En 2020, on estime que 2,26 millions de nouveaux cas ont été diagnostiqués et près de 685 000 décès ont été attribués au cancer du sein. L'objectif de cette étude était d'estimer l'association entre les expositions professionnelles à des champs magnétiques d'extrêmement basse fréquence (CM-EBF) et le cancer du sein après la ménopause.

Méthode

Les antécédents professionnels complets issus d'une étude cas-témoins basée sur la population (2008 à 2011) portant sur des cas de cancers du sein confirmés histologiquement à Montréal (Canada) ont été croisés avec une matrice d'exposition professionnelle afin d'attribuer une moyenne géométrique d'exposition aux CM-EBF par journée de travail. Les rapports de côte et les intervalles de confiance à 95 % ont été estimés à l'aide d'une régression logistique pour l'exposition aux CM-EBF cumulative, moyenne, maximale et durée maximale (par augmentation d'un intervalle interquartile), en ajustant pour les covariables individuelles et écologiques.

Résultats

Les données de 663 cas et 592 témoins n'ont révélé aucune association entre l'exposition professionnelle aux CM-EBF et le cancer du sein après la ménopause. Toutefois, en limitant les expositions à 0 à 10 ans avant l'entretien et à celles pendant le développement mammaire, certaines associations positives ont été observées, notamment pour les tumeurs ER+/PR+.

Conclusions

Ces résultats suggèrent qu'il n'y a pas association entre l'exposition professionnelle aux CM-EBF et le risque de cancer du sein après la ménopause.

4. Évaluation de l'exposition

/

5. Études sur la leucémie

5.1 Étude rétrospective sur l'association entre l'exposition professionnelle paternelle aux produits agrochimiques et la leucémie infantile dans le Michoacán de Ocampo, au Mexique

Retrospective study on the association between paternal occupational exposure to agrochemicals and childhood leukemia in Michoacán de Ocampo, México

Jiménez-Alcántar, P., Gómez-García, A., López-Meza, J.E., Ochoa-Zarzosa, A., Espino-Barajas L.A., Morales-Manilla, L.M., Pérez-Rivera, E., Zúñiga-Quijano, L.Y., Gutiérrez-Castellanos, S. (2025). PeerJ, 13 :e20219. <http://doi.org/10.7717/peerj.20219>

Contexte et objectif

L'utilisation constante de produits agrochimiques dans les plantations d'avocats, en raison de leur sensibilité aux nuisibles et aux maladies, expose continuellement ceux qui travaillent ou résident à proximité de ces vergers à des risques pour la santé. Le but de cette étude était d'étudier l'association entre les cas de leucémie infantile dans le Michoacán, l'exposition professionnelle paternelle aux produits agrochimiques, et l'exposition environnementale due à la proximité des habitations.

Méthode

Une étude de cohorte observationnelle rétrospective a été réalisée. Les auteurs ont analysé 430 cas de leucémie chez des enfants de moins de 18 ans diagnostiqués entre 2010 et 2023. Des modèles de régression logistique ont été utilisés pour estimer les rapports de côte et les intervalles de confiance à 95 %, ajustés pour les facteurs sociodémographiques. La survie a été analysée à l'aide de courbes de Kaplan-Meier.

Résultats

Au total, 46,6 % des parents d'enfants atteints de leucémie dans cette étude avaient des emplois liés à l'utilisation de produits agrochimiques (par exemple : ouvriers, paysans, agriculteurs). De plus, 65,4 % des cas de leucémie sont survenus dans des municipalités produisant de l'avocat, la culture pérenne la plus importante de l'État. Concernant l'analyse des zones résidentielles (cartographie), de nombreux cas ont été trouvés dans des codes postaux contigus et dans des zones densément occupées par des vergers d'avocats. De plus, les professions des pères liées à l'utilisation de produits agrochimiques étaient associées à la zone de culture d'avocat, avec un OR = 1,764 (IC 95 % [1,034–3,009], p = 0,0379). Il est intéressant de noter que la survie associée aux professions liées aux produits agrochimiques présentait une survie moyenne plus élevée (139,3 mois) que toutes les autres occupations parentales (p = 0,0148).

Conclusion

Les preuves épidémiologiques recueillies dans cette étude soutiennent l'association entre l'exposition professionnelle paternelle aux produits agrochimiques et la leucémie infantile.

5.2 Une évaluation systématique mondiale de l'impact de la pollution de l'air sur le développement du cancer pédiatrique

A global systematic evaluation of the impact of air pollution on pediatric cancer development

Khoshakhlagh, A.H., Ghobakhloo, S., Ghantous, A., Carlsen, L. (2025). Écotoxicologie et sécurité environnementale 305 : e119231. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2025.119231>

Contexte et objectif

De plus en plus de preuves relient les cancers infantiles aux polluants environnementaux, en particulier les polluants atmosphériques. Cette revue systématique a examiné la relation entre divers polluants environnementaux et le risque de cancers infantiles pendant les périodes pré-natale et pédiatrique.

Méthode

Une recherche systématique dans les bases de données Scopus, Web of Science, PubMed, Embase, Medline, Epistemonikos et Cochrane à l'aide de mots-clés standards a permis d'identifier 41 858 études, dont 89 ont été incluses dans l'analyse finale.

Résultats

La tendance des études de 1984 à 2025 indique une attention croissante portée à certains polluants, notamment les particules fines (PM 2.5), les composés organiques volatils (COV) et le benzène. Certaines études ont rapporté des rapports de cotes (OR) statistiquement significatifs liant l'exposition aux COV au développement de leucémie et d'autres cancers infantiles. Les sources de trafic routier ont été identifiées comme les principaux contributeurs à la pollution associée aux cancers pédiatriques, suivies par les sources industrielles et intérieures. Bien que les données sur les expositions pré-natales soient limitées et non concluantes, il existe des faisceaux de preuves plus solides reliant les expositions infantiles, en particulier en milieu urbain et industriel, au développement des cancers infantiles. Cependant, la force de cette association varie selon le type de polluant et de cancer. Sur le plan géographique, la majorité des études ont été menées dans des pays à revenu élevé, ce qui limite la généralisation des résultats aux régions à revenu faible et intermédiaire.

Conclusion

Ces résultats soulignent la nécessité de mettre en place des politiques de santé publique ciblées afin de réduire les émissions de polluants et protéger les enfants, en particulier dans les zones urbaines et industrielles. Les études futures devraient privilégier des évaluations précises de l'exposition individuelle et des méthodologies robustes pour élucider les liens de causalité et améliorer les stratégies de prévention.

5.3 Impact de l'environnement sur les issues cliniques du cancer infantile

Impact of the environment on childhood cancer clinical outcomes

Metayer, C. (2025). Problèmes actuels dans les soins de santé pédiatriques et adolescentes, 55 : e101801.

<https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2025.101801>

Contexte et objectif

Les taux d'incidence de plusieurs cancers infantiles ont augmenté au cours des dernières décennies dans les pays à revenu élevé et intermédiaire et des études épidémiologiques à travers le monde ont documenté le rôle important de plusieurs facteurs environnementaux contribuant à ces tendances, tels que les sources de pollution de l'air et les pesticides. Ce qui est moins connu, concerne l'influence des substances chimiques sur les issues cliniques chez les patients et survivants du cancer infantile, notamment via des voies biologiques impliquant des dommages à l'ADN, des changements épigénétiques, le stress oxydatif, des réponses pro-inflammatoires et immunitaires qui peuvent s'opérer sur tout le continuum du cancer, de l'étiologie à la réponse au traitement, en passant par la survie et la survie à long terme. Malgré une amélioration globale des taux de guérison du cancer, les enfants issus de minorités et les milieux défavorisés présentent toujours un pronostic plus défavorable que leurs homologues plus favorisés. Bien que les déterminants sociaux expliquent en grande partie ces observations, l'effet indépendant des expositions chimiques n'est pas bien caractérisé.

Méthode

En s'appuyant sur des études conduites chez des adultes, les auteurs présentent des preuves émergentes issues d'études épidémiologiques sur le cancer infantile sur l'impact des expositions pré- et postnatales à des produits chimiques omniprésents tels que la fumée de tabac, la pollution de l'air liée au trafic routier et à l'industrie, ainsi que les pesticides sur la santé des patients et survivants du cancer infantile.

Résultats et conclusion

Les données présentées dans cette revue constituent la base pour envisager d'intégrer la santé environnementale dans le plan de traitement des patients et survivants du cancer infantile, aux côtés d'autres facteurs thérapeutiques et pronostiques modifiables connus.

5.4 Association entre l'exposition au PM2,5 et au carbone noir et le risque de leucémie infantile à Téhéran : étude cas-témoins avec des fenêtres d'exposition critiques

Association between exposure to PM2.5 and black carbon and the risk of childhood leukemia in Tehran: A case-control study with critical exposure time windows

Norzaee, S., Kermani, M. et al. (2025). Environmental Research, 287 : e123168.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.123168>

Contexte et objectif

Peu de recherches ont exploré la relation entre les polluants atmosphériques et la leucémie infantile pendant les périodes critiques d'exposition et aucune recherche de ce type n'a été menée à Téhéran à ce jour. Cette étude a examiné l'association entre l'exposition à des particules fines (PM 2,5) et au carbone noir (BC) et le risque de leucémie infantile, en se concentrant sur différentes fenêtres d'exposition postnatale.

Méthode

Cette étude cas-témoins a impliqué 428 enfants âgés de 1 à 15 ans diagnostiqués avec une leucémie à Téhéran. Les concentrations annuelles de PM 2,5 et BC ont été estimées à l'aide de l'algorithme Gradient Boosting Machine (GBM), intégrant des mesures au sol avec des données météorologiques et une profondeur optique d'aérosol (AOD) dérivée par satellite. La relation entre l'exposition aux polluants et la probabilité de développer une leucémie a été étudiée à l'aide de modèles de régression logistique avec des intervalles de confiance à 95 %. Trois périodes d'exposition ont été prises en compte : l'ensemble de la période d'exposition depuis la naissance jusqu'au diagnostic, l'année précédant le diagnostic et la tranche d'âge correspondant à celle des enfants âgés de deux à quatre ans. De plus, un modèle de régression logistique avec splines cubiques a été utilisé pour tenir compte des associations non linéaires.

Résultats

L'analyse a révélé qu'une augmentation de 5,09 µg/m³ de la concentration de PM 2,5 (plage interquartile (IQR)) était associée à un rapport de côte (OR) pour la leucémie infantile de 1,10 (IC à 95 % : 1,05–1,15). De même, pour chaque augmentation de 1 µg/m³ de la BC, l'OR était de 1,14 (IC à 95 % : 0,99–2,20). Les résultats ont montré qu'à chaque augmentation de l'IQR de la concentration de PM 2,5 dans l'année précédant le diagnostic, l'OR était de 1,12 (IC 95 % : 1,01–1,11) pour la leucémie infantile, tandis que pour la BC, l'OR était de 1,16 (IC 95 % : 1,00–2,15). L'analyse des splines cubiques a suggéré une potentielle association non linéaire entre les concentrations de PM 2,5 et de BC et le risque de leucémie infantile, avec une tendance croissante observée à des niveaux d'exposition plus élevés.

Conclusion

Ces résultats démontrent une relation significative entre l'incidence de leucémie chez les enfants et les expositions résidentielles à PM 2,5 ou BC.

5.5 Exposition prématernelle et postmaternelle à la pollution de l'air liée au trafic routier (TRAP) et cancer infantile : revue systématique et méta-analyse

Prenatal and postnatal exposure to traffic-related air pollution (TRAP) and childhood cancer:

Systematic review and meta-analysis

Oh, J., Shah, S. et al. (2025). Recherche environnementale, 292 : e123646.

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.123646>

Contexte et objectif

Des études antérieures ont suggéré un possible lien entre la pollution de l'air liée au trafic routier (TRAP) et le risque de cancers infantiles, bien que les résultats restent incohérents. Cette revue systématique et cette méta-analyse visaient à évaluer l'association entre l'exposition au TRAP et le risque de cancer infantile, en se concentrant sur l'exposition prématernelle et postmaternelle aux particules fines (PM 2,5), au dioxyde d'azote (NO_2) et au benzène.

Méthode

Les manuscrits revus par des pairs ont été identifiés via PubMed ($n = 1\,116$), Web of Science ($n = 578$) et Cochrane Library ($n = 163$) jusqu'au 21 juin 2024. Cinq évaluateurs ont examiné indépendamment les titres, les résumés et les textes complets pour vérifier leur éligibilité. Une méta-analyse a été réalisée avec des analyses de sous-groupes basées sur la période d'exposition (prématernelle vs. postmaternelle) et le groupe d'âge. Les résultats sont présentés sous forme de rapports de cotes (OR) et d'intervalles de confiance (IC) de 95 % par augmentation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de l'exposition aux PM 2,5 et au NO_2 et par augmentation de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de l'exposition au benzène.

Résultats

Sur 1 632 études examinées et après suppression des doublons, 25 répondaient aux critères d'inclusion. Les résultats ont indiqué un risque accru de leucémie lymphoblastique aiguë (LLA) chez les enfants exposés aux PM 2,5 (OR : 1,29, IC à 95 % : 1,01–1,63 ; 5 études ; $I^2 = 72,1\%$), et des risques accrus pour tous les cancers infantiles (OR : 1,12, IC à 95 % : 1,02–1,22 ; 4 études ; $I^2 = 0,0\%$) et leucémie myéloïde aiguë (LMA, OR : 1,22, IC à 95 % : 1,02–1,46 ; 4 études ; $I^2 = 0,0\%$) associé à l'exposition au benzène. L'exposition aux PM 2,5 était également associée à un risque plus élevé de rétinoblastome (OR : 1,68, IC à 95 % : 1,16–2,43 ; 3 études ; $I^2 = 0,0\%$). Les analyses de sous-groupes ont révélé une association plus forte entre l'exposition postmaternelle au TRAP (PM 2,5 et NO_2) et le risque de leucémie comparé à l'exposition prématernelle.

Conclusion

Cette étude fournit des faisceaux de preuve d'un lien entre l'exposition au TRAP et un risque accru de cancer infantile, en particulier pendant la période postmaternelle. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour confirmer ces résultats.

5.6 Détermination des niveaux de résidus de pesticides chez les enfants diagnostiqués avec une leucémie aiguë dans la région de Cukurova, Turkiye

The Determining of Pesticide Residue Levels in Children Diagnosed with Yilmaz, S., Daglioglu, N., et al. (2025).

Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, 26 (10), 3699-3704.

<https://doi.org/10.31557/APJCP.2025.26.10.3699>

Contexte et objectif

La leucémie lymphoblastique aiguë (LLA) est le cancer infantile le plus courante. Les enfants peuvent être exposés aux pesticides pendant la grossesse ou lorsque leurs parents utilisent des pesticides à la maison. L'objectif de cette étude était d'étudier les résidus de pesticides chez les enfants atteints de leucémie aiguë et chez les enfants en bonne santé.

Méthode

Vingt-neuf patients atteints de leucémie aiguë (22 garçons (76 %) et 7 filles (24 %)) ainsi que 33 enfants en bonne santé (19 garçons (57 %), 14 filles (43 %)) ont été inclus dans l'étude. Les auteurs ont analysé huit polychlorobiphényles (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 et PCB 202), l'hexachlorobenzène (HCB), trois isomères de l'hexachlorocyclohexane (HCH), le 4,4'-DDT, le 4,4'-DDD et le 4,4'-DDE, dans la moelle osseuse de patients nouvellement diagnostiqués avec leucémie aiguë ainsi que des échantillons de sang périphérique chez des enfants en bonne santé.

Résultats

Les pesticides organochlorés (OCPs) les plus détectés étaient : β -HCH, δ -HCH et PCB28, alors que le triflumizole et le thiométon étaient couramment trouvés comme organophosphorés (OPPs). Une différence statistiquement significative a été trouvée entre les cas LLA et le groupe témoin en fonction des résidus de PCB 28 ($74,06 \pm 85,29$), β -HCH ($72,06 \pm 89,07$) et δ -HCH ($23,35 \pm 42,93$) ($p=0,001$). De plus, les OPPs comprenaient le triflumizole ($7,23 \pm 9,17$), le thiométon ($3,37 \pm 4,30$) et l'halfenprox ($1,90 \pm 3,22$) ont montré des différences statistiques significative ($p=0,001$).

Conclusion

Les résidus de pesticides ont été estimés de manière significative dans la moelle osseuse des patients atteints de leucémie et doivent être considérés comme un facteur important pour la santé publique, avec la diminution ou de la prévention de l'exposition aux pesticides qui jouent un rôle dans l'étiologie de la leucémie.

6. RÉFÉRENCES

- Jiménez-Alcántar, P., Gómez-García, A., López-Meza, J.E., Ochoa-Zarzosa, A., Espino-Barajas L.A., Morales-Manilla, L.M., Pérez-Rivera, E., Zúñiga-Quijano, L.Y., Gutiérrez-Castellanos, S. (2025). Retrospective study on the association between paternal occupational exposure to agrochemicals and childhood leukemia in Michoacán de Ocampo, México. *PeerJ*, 13:e20219. <http://doi.org/10.7717/peerj.20219>
- Khoshakhlagh, A.H., Ghobakhloo, S., Ghantous, A., Carlsen, L. (2025). A global systematic evaluation of the impact of air pollution on pediatric cancer development. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 305: e119231. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2025.119231>
- Liimatainen, A., Roivainen, P., Juutilainen, J., Höytö, A., Naarala, J. (2025). A Cohort Study on Alzheimer's Disease in Relation to Residential Magnetic Fields From Indoor Transformer Stations. *Bioelectromagnetics*, 46:e70031. <https://doi.org/10.1002/bem.70031>
- Metayer, C. (2025). Impact of the environment on childhood cancer clinical outcomes. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 55: e101801. <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2025.101801>
- Moayedi-Nia, S., Almadin, C., Labrèche, F., Goldberg, M.S., Richardson, L., Cardis, E., Ho, V. (2025). Occupational Exposure to Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and Postmenopausal Breast Cancer Risk. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 68(2): e163. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000003564>
- Norzaee, S., Kermani, M. et al. (2025). Association between exposure to PM2.5 and black carbon and the risk of childhood leukemia in Tehran: A case-control study with critical exposure time windows. *Environmental Research*, 287: e123168. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.123168>
- Oh, J., Shah, S. et al. (2025). Prenatal and postnatal exposure to traffic-related air pollution (TRAP) and childhood cancer: Systematic review and meta-analysis. *Environmental Research*, 292: e123646. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.123646>
- Yilmaz, S., Daglioglu, N., et al. (2025). The Determining of Pesticide Residue Levels in Children Diagnosed with Acute Leukemia in Cukurova Region, Turkiye. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 26 (10), 3699-3704. <https://doi.org/10.31557/APJCP.2025.26.10.3699>