

## Aperçu des études épidémiologiques sur les effets sanitaires des champs électriques et magnétiques ELF (CEM- EBF) publiées au troisième trimestre 2025.

dr. Els De Waegeneer

Département de la Santé Publique

Université de Gand

## Index

1. Revues et méta-analyses	3
2. Exposition résidentielle	4
3. Exposition professionnelle	5
4. Évaluation de l'exposition	6
5. Études sur la leucémie	7
6. Références	12

## 1. Revues et méta-analyses

### 1.1 Une revue systématique de l'impact des ondes électromagnétiques sur les êtres vivants

A Systematic Review of the Impact of Electromagnetic Waves on Living Beings.

Danho, S., Escobar Huertas, J., Schoellhorn, W. I. (2025). *Cureus* 17(8) : e90355.

<http://doi.org/10.7759/cureus.90355>

Contexte : Les effets des champs électromagnétiques (CEM) ont fait l'objet de nombreux débats parmi les chercheurs et le grand public, leurs conséquences critiques étant souvent ignorées ou jugées non scientifiques. Dans ce contexte, les auteurs ont mené une revue systématique qui se concentre principalement sur les effets néfastes des CEM sur les organismes vivants.

Méthodes : Une recherche complète et systématique de la littérature a été réalisée dans diverses bases de données électroniques, notamment PubMed, Scopus et la bibliothèque Cochrane, en utilisant les lignes directrices Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses (PRISMA). Cette revue se concentre sur des études expérimentales publiées entre 2017 et 2024 qui ont examiné les réponses physiologiques ou comportementales à l'exposition aux CEM, en portant une attention particulière à celles signalant des effets nocifs ou préoccupants. Les impacts documentés comprennent des effets sur l'homme, les animaux et les plantes, ciblant divers types cellulaires (ex : sang, cancer, thyroïde, cochlée), la génotoxicité, les paramètres cardiovasculaires (ex : fréquence cardiaque, tension artérielle), la fertilité masculine (ex : testicules, spermatozoïdes), l'activité neuronale cérébrale et la photosynthèse chez les plantes. La qualité méthodologique a été évaluée à l'aide d'outils d'évaluation des biais existants et la certitude des preuves a été évaluée selon le modèle GRADE.

Résultats : Après sélection, 24 études ont été incluses dans la présente revue : 5 études étaient non randomisées et impliquaient des humains, 7 études étaient *in vitro* et 12 études ont été menées sur des animaux. Les résultats ont démontré que les CEM ont un effet négatif sur un large éventail de systèmes biologiques des organismes vivants, notamment les mécanismes de stress oxydatif, les réponses inflammatoires et les processus cellulaires, physiologiques et écologiques. La plupart des études incluses présentaient un risque de biais modéré à élevé, ce qui a contribué à réduire la certitude globale des faisceaux de preuves. Ces résultats soulignent les risques importants pour la santé et l'environnement liés à l'augmentation des niveaux d'exposition aux CEM, mettant en évidence le besoin urgent de stratégies visant à atténuer ces risques. Malgré ces précieuses informations, d'importantes lacunes en recherche persistent car les effets à long terme de l'exposition aux CEM, en particulier sur les populations humaines, restent mal compris et justifient des recherches approfondies ainsi que des stratégies d'atténuation ciblées.

Commentaires : Cette étude présente des faiblesses méthodologiques importantes. Par exemple, aucune distinction n'est faite entre les différentes catégories de rayonnement non ionisants, alors que cette différenciation est cruciale pour une interprétation précise. De plus, il existe un biais de sélection évident : la revue de la littérature se concentre principalement sur les études rapportant des résultats négatifs, plutôt que sur l'ensemble des recherches pertinentes. Ce phénomène, communément appelé « cherry-picking », compromet gravement l'intégrité méthodologique de l'étude.

## 2. Exposition résidentielle

### 2.1 Champs magnétiques à très basse fréquence (CM-EBF) et radiofréquence : risque de tumeurs du SNC infantile dans une ville où l'exposition aux CM-EBF est élevée

Extremely low-frequency magnetic fields (ELF-MF) and radiofrequency: Risk of childhood CNS tumors in a city with elevated ELF-MF exposure

Correa-Correa, V., Núñez-Enríquez, J.C., et al. (2025). Environmental Research, 286(2), 122858.

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.122858>.

Contexte : Les tumeurs du système nerveux central (SNC) sont le deuxième cancer infantile le plus courant. Bien que leur étiologie soit incertaine, l'exposition aux champs magnétiques de très basse fréquence (CM-EBF) et aux radiofréquences (RF) pourrait être associée à un risque accru. Cette étude vise à examiner la relation entre l'exposition aux CM-EBF et aux RF, ainsi que le risque de tumeur du SNC au sein de la population pédiatrique de la ville de Mexico.

Méthodes : Une étude cas-témoins a été menée dans la ville de Mexico (2017–2022) afin d'évaluer l'exposition aux CM-EBF et RF chez 200 patients ayant une tumeur du SNC et 793 témoins de moins de 16 ans. L'exposition résidentielle aux CM-EBF a été mesurée sur 24 heures et l'exposition aux RF a été évaluée à travers la durée totale des appels téléphoniques portables et l'utilisation des appareils électroniques (avec ou sans internet). Les niveaux d'exposition aux CM-EBF inférieurs à 0,1 µT et le quartile d'exposition aux RF le plus bas (Q1) ont servi de groupes de référence pour les analyses ajustées du rapport de cotes (aOR). L'analyse des données a été réalisée à l'aide de logiciels R et SPSS.

Résultats : Parmi tous les participants, 5,1 % avaient une exposition aux CM-EBF  $\geq 0,3 \mu\text{T}$ . Une exposition élevée aux CM-EBF ( $\geq 0,4 \mu\text{T}$ ) était significativement associée à un risque accru de tumeur du SNC (aOR (intervalle de confiance à 95 %) = 2,39 (1,15–5,00)). Bien que l'utilisation du téléphone portable n'ait montré aucune différence entre les cas et les témoins, une utilisation prolongée des tablettes (avec ou sans internet) était significativement associée à un risque accru de tumeur SNC (aOR = 2,53 (1,39–4,61) et 3,53 (1,45–8,59), respectivement).

Conclusion : Une proportion importante d'enfants de la ville de Mexico est exposée à des niveaux de CM-EBF  $\geq 0,3 \mu\text{T}$ , dépassant les niveaux rapportés dans d'autres populations. Une exposition élevée aux CM-EBF résidentiels, ainsi qu'une utilisation prolongée des tablettes, avec ou sans connexion internet, étaient significativement associées à un risque accru de développer une tumeur du SNC pendant l'enfance.

Limitations:

- Une mesure sur 24 heures est une évaluation à court terme et probablement insuffisante pour évaluer les effets d'une exposition prolongée aux CM-EBF. Pour sélectionner une catégorie de référence, les auteurs utilisent un niveau de  $< 0,1 \mu\text{T}$  afin de permettre la comparaison avec d'autres études qui ont également utilisé ce seuil comme niveau d'exposition de référence. Cependant, il n'existe aucune base biologique pour recommander un niveau d'exposition de  $< 0,1 \mu\text{T}$  comme valeur de référence unique.

- Etant donné que l'exposition aux CM-EBF est fortement influencée par la proximité résidentielle des lignes électriques et la configuration des infrastructures électriques locales, le fait de sélectionner des témoins provenant de petites zones géographiques identiques aurait pu entraîner une surreprésentation des expositions environnementales, masquant potentiellement des associations d'intérêt.
- Une autre limite de cette étude est qu'aucune analyse stratifiée n'a été réalisée pour déterminer si les associations différaient selon les types de tumeurs afin de savoir si les tumeurs malignes ou bénignes présentaient des taux de risque différents.
- Aucun mécanisme évident permettant d'établir un lien entre l'exposition aux CM-EBF ou aux RF et les tumeurs du SNC n'a été mis en évidence. Il est donc possible que d'autres facteurs liés à l'exposition à CM-EBF, que les auteurs n'ont pas pu identifier dans la présente étude, soient plus pertinents en tant que facteurs de risque pour le développement d'une tumeur du SNC chez l'enfant.
- Le biais de rappel, en particulier la différence de rappel entre cas et témoins, ne peut être totalement exclu étant donné que les parents étaient au courant du diagnostic de leur enfant mais plusieurs observations réduisent la probabilité que ce biais ait significativement affecté les résultats.
- En ce qui concerne la catégorie de risque, il n'existe pas de consensus reconnu pour déterminer un seuil, c'est pourquoi plusieurs chercheurs ont utilisé différents éléments pour comparer. Les auteurs analysent eux-mêmes leurs données, sur la base d'études épidémiologiques, d'observations empiriques et de mesures pertinentes en pratique clinique.

### 3. Exposition professionnelle

#### 3.1 Impacts différentiels des co-expositions aux CEM-EBF et au bruit sur les niveaux d'antigènes spécifiques à la prostate : une étude longitudinale

Differential impacts of co-exposures to ELF-EMFs and noise on prostate-specific antigen levels: A longitudinal study

Elyasi, H., Kakavandi, M.G., Almasi, A. et al. (2025). Recherche environnementale, 286(1), 122790. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.122790>.

Contexte : Des études menées sur des animaux indiquent un lien entre l'exposition à des champs électromagnétiques de très basse fréquence (CEM-EBF) et au bruit, et des dysfonctionnements reproducteurs. Néanmoins, les effets potentiels de l'exposition à ces agents sur la prostate chez l'homme restent indéterminés. Afin d'évaluer la relation entre la co-exposition aux CEM-EBF et au bruit, ainsi que les niveaux d'antigène prostatique spécifique (PSA), une étude longitudinale a été menée pendant huit ans auprès des travailleurs d'une centrale thermique de 2016 à 2024.

Méthode : Le niveau de bruit équivalent sur 8 heures (LAeq et LZeq ; unité dB) et la moyenne sur 8 heures de CEM-EBF (unité mG) ont été calculés pour mesurer respectivement l'exposition au bruit et aux CEM-EBF. Les variations des niveaux de PSA ont été estimées par différents modèles de régression linéaire. Au total, les auteurs ont examiné les données issues de 974 observations.

Résultats : Pour chaque augmentation de 10 dB de LAeq, des augmentations significatives des niveaux de PSA transformés en logarithmes ont été observées dans les modèles non ajustés (Coefficient : 0,068 et IC à 95 % : 0,044, 0,091) et ajustés (Coefficient : 0,040 et IC 95 % = 0,012, 0,069). Cette association est restée significative après un ajustement supplémentaire pour les CEM-EBF (aucune modification significative de l'effet pour les CEM-EBF). Dans tous les modèles de régression, aucun changement significatif n'a été observé dans les niveaux de PSA par augmentation unitaire des niveaux de CEM-EBF.

Conclusion : Aucune interaction significative n'a été trouvée entre les CEM-EBF et le bruit. En conclusion, nos résultats indiquent que le bruit pourrait affecter la santé de la prostate. Des études supplémentaires sont nécessaires pour étudier les mécanismes impliqués et valider ce lien.

### 3.2 Étude des effets du bruit professionnel et de l'exposition aux champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence sur la réponse oxydative chez les travailleurs des centrales électriques.

Investigating the Effects of Occupational Noise and Extremely Low-Frequency Electromagnetic Field Exposure on Oxidative Response in Power Plant Workers

Jafarimanesh, S., Ehsani, H., Shaki, F., Moosazadeh, M., Samaei, S.E. (2025). *Bioélectromagnétisme*, 46 :e70027

<https://doi.org/10.1002/bem.70027>

Contexte : Le bruit professionnel et les champs électromagnétiques à très basse fréquence (CEM-EBF) sont courants dans les centrales électriques et représentent des facteurs de risque importants pouvant contribuer au stress oxydatif. Cette étude a examiné comment l'exposition simultanée à ces dangers affecte les biomarqueurs de stress oxydatif chez les travailleurs dans des conditions réelles.

Méthodes : Les participants ont été répartis dans l'un des quatre groupes d'exposition : Contrôle (C), Bruit (N), CEM-EBF (E), ou un groupe combiné bruit et CEM-EBF (NE). Les expositions au bruit et aux CEM-EBF liés au travail ont été, respectivement, mesurées selon les méthodes ISO 9612 et IEEE Std C95.3.1. Pour évaluer le stress oxydatif, des échantillons de sang veineux ont été prélevés auprès de tous les participants et les niveaux plasmatiques de malondiadihyde (MDA), glutathion (GSH), superoxyde dismutase (SOD) et la capacité antioxydante totale (TAC) ont été analysés à l'aide de tests biochimiques validés.

Résultats : Le groupe NE a montré les niveaux de MDA les plus élevés, indiquant une peroxydation lipidique élevée par rapport aux témoins ( $p < 0,001$ ). Les concentrations de GSH étaient plus faibles dans le NE par rapport aux témoins ( $p < 0,001$ ). L'activité des SOD a été significativement réduite dans les groupes N et NE par rapport au groupe témoin ( $p < 0,005$ ). La TAC était la plus faible dans le groupe NE, montrant une diminution significative par rapport aux groupes témoins et uniquement bruit ( $p < 0,05$ ).

Conclusion : Bien que ces résultats suggèrent qu'une exposition simultanée au bruit et aux CEM-EBF peut influencer les biomarqueurs du stress oxydatif, ils ne fournissent pas de preuves directes pour imposer une surveillance ou des interventions spécifiques au travail. D'autres études sont nécessaires pour clarifier les risques potentiels pour la santé et orienter les mesures de sécurité au travail fondées sur des preuves.

## Limitations:

- Le plan transversal limite la capacité à tirer des inférences causales, et l'échantillon relativement petit et potentiellement biaisé peut limiter la représentativité des résultats.
- De plus, des facteurs de risque professionnels importants, notamment le stress lié au travail et les expositions chimiques, n'ont pas été évalués, ce qui pourrait compromettre les associations observées.
- La variabilité des caractéristiques du bruit et des CEM selon les industries, ainsi que la restriction géographique à une seule région, limitent encore la généralisation des résultats.

## 4. Évaluation de l'exposition

/

## 5. Études sur la leucémie

### 5.1 Incidence du cancer infantile autour des installations nucléaires en Grande-Bretagne, 1995–2016.

Childhood cancer incidence around nuclear installations in Great Britain, 1995–2016.

Davies, B., Piel, F.B., Roca-Barcelo, A. et al. (2025). *International Journal of Epidemiology*, 54(4), dyaf107

<https://doi.org/10.1093/ije/dyaf107>

Contexte : Des inquiétudes subsistent quant à l'impact potentiel sur la santé des installations nucléaires. Les clusters historiques de leucémie et de lymphome non hodgkinien (LNHL) chez les enfants vivant près des installations de Sellafield et Dounreay en Grande-Bretagne restent étiologiquement inexpliqués et les sites restent sous surveillance. Les auteurs ont évalué le risque de LNHL, du système nerveux central (SNC) et de toutes les tumeurs solides chez les enfants âgés de 0 à 14 ans vivant à moins de 25 km des installations nucléaires en Grande-Bretagne, entre 1995 et 2016.

Méthodes : Un modèle de régression de Poisson a été utilisé pour estimer le nombre attendu de cas de chaque type de cancer au niveau communautaire dans la population étudiée et pour présenter des rapports d'incidence standardisés par rapport à la population nationale. Les auteurs ont utilisé un modèle de régression de Poisson hiérarchique pour estimer les taux d'incidence ajustés pour chaque type de cancer par la distance entre la communauté de résidence et l'installation nucléaire la plus proche.

Résultats : Aucune preuve d'incidence élevée du LNHL, du SNC ou de tumeurs toutes solides n'a été trouvée chez les enfants résidant dans des communautés proches de sites nucléaires. Dans la zone de 25 km, il n'y avait aucune preuve d'un risque accru de cancer infantile dans les communautés proches des installations.

Conclusion : Dans les données post-1994, il n'y avait aucune preuve d'un risque accru de cancers infantiles dans les communautés situées à moins de 25 km des installations nucléaires en Grande-Bretagne. Les risques précédemment évoqués ne sont plus évidents.

## 5.2 Incidence du cancer et résidence dans l'enfance près du site de déchets radioactifs de Coldwater Creek.

Cancer Incidence and Childhood Residence Near the Coldwater Creek Radioactive Waste Site.

Leung, M., Tang, I.W., Lin, Y.L.L. (2025). *JAMA Network Open*, 8(7), e2521926. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2025.21926>

Contexte : À partir des années 1940, les déchets radioactifs issus de l'effort de développement d'une bombe atomique ont été stockés à l'air libre près de l'aéroport de St. Louis, Missouri et pendant plusieurs décennies ont contaminé le ruisseau voisin de Coldwater Creek. L'objectif de cette étude est d'évaluer si le fait de vivre près de Coldwater Creek durant l'enfance était associé à une incidence de cancer auto-déclarée dans l'étude St Louis Baby Tooth–Late Life Health (SLBT).

Méthodes : L'étude de cohorte SLBT a été mené à St. Louis et a inclus des personnes ayant fait don de leurs dents de lait entre 1958 à 1970 afin d'évaluer leur exposition aux essais nucléaires atmosphériques. Les participants à la présente analyse ont été recrutés du 22 juin 2021 au 18 septembre 2024. L'exposition a été évaluée par la proximité résidentielle de Coldwater Creek (1 km, > 1 à 5 km, > 5 à 20 km et > 20 km) durant l'enfance, lorsque les participants ont donné leurs dents de lait. Les critères d'évaluation étaient les cancers auto-déclarés, à partir desquels plusieurs critères composites ont été élaborés : tout cancer, les cancers solides (sauf les leucémies et lymphomes), les cancers connus pour être radiosensibles (thyroïde, sein, leucémie et cellules basales) et les cancers non radiosensibles (sauf la thyroïde, le sein, la leucémie et les cellules basales). Des rapports de cotes (OR) et des IC à 95 % entre le fait de vivre près de Coldwater Creek et plusieurs cancers auto-déclarés pris en compte ont été estimés, en ajustant pour les caractéristiques sociodémographiques et le revenu médian du quartier.

Résultats : Il y avait 4 209 participants éligibles pour les SLBT, dont 2 369 (56,3 %) étaient des femmes. L'âge moyen à l'inscription était de 63 ans (fourchette de 55 à 77 ans). Le risque de fond de toute forme de cancer était de 24 %. Le rapport de cote était de 1,44 (IC 95 %, 0,96-2,14) pour toute forme de cancer, en comparant les participants vivant à 1 km ou plus près avec ceux vivant à plus de 20 km. Il y avait une association significative pour les cancers radiosensibles (OR, 1,85 ; IC 95 %, 1,21-2,81) mais pas pour les cancers non radiosensibles (OR, 1,41 ; IC 95 %, 0,86-2,30) chez les participants vivant à 1 km ou plus près versus plus de 20 km. Il y avait un faisceau d'indices montrant une association dose-réponse, où les risques de cancer restaient élevés (bien que plus faibles) pour ceux vivant dans des zones tampons de plus de 1 à 5 km et de plus de 5 à 20 km. Malgré l'imprécision dans certaines estimations spécifiques au site, des signaux clairs pour certains organes, comme la thyroïde, ont tout de même été détectés (OR pour les participants vivants à 1 km contre > 20 km, 5,00 ; IC à 95 %, 1,23-20,32).

Conclusion : Dans cette étude de cohorte portant sur des donneurs de dents de lait de la région du Grand St Louis, les faisceaux de preuves suggèrent une association positive entre la vie près de Coldwater Creek durant l'enfance et le risque de cancer.

## Limitations:

- Les résultats ont été auto-déclarés, il peut donc y avoir des erreurs dans la déclaration des cancers spécifiques au site.
- L'étude portait sur un échantillon relativement petit pour étudier les associations avec des cancers spécifiques à certains sites, ce qui a conduit à des estimations instables. Cela signifie également que les auteurs n'ont pas pu examiner la modification de l'effet ni intégrer l'âge au moment du diagnostic (par exemple, dans un modèle des risques proportionnels de Cox), car ils ne pouvaient pas stratifier davantage les données.
- Il y avait un biais de sélection potentiel car les auteurs conditionnaient la participation à l'étude à la survie au cancer pour être inscrits à notre étude — c'est-à-dire que les personnes atteintes de cancer pouvaient être décédées ou étaient moins susceptibles de participer à l'étude. Si cela était lié au fait de vivre près de Coldwater Creek, ce qui est possible étant donné que les auteurs ont constaté que ceux vivant à 20 km ou plus étaient moins susceptibles de participer, on pourrait s'attendre à un biais des résultats vers la valeur nulle.

## 5.3 Concentrations de substances per- et polyfluoroalkyliques pendant la grossesse et à la naissance et risque de leucémie lymphoblastique aiguë chez l'enfant.

Per- and polyfluoroalkyl substance concentrations during pregnancy and at birth and risk of childhood acute lymphoblastic leukemia.

Morimoto, L.M., Metayer, C., Dolios, G. et al. (2025). Recherche environnementale, 285(3), 122436. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.122436>.

Contexte : Les substances Per- et polyfluoroalkyliques (PFAS) constituent une classe de polluants environnementaux persistants ayant des effets cancérogènes potentiels, mais leur impact sur le cancer infantile reste peu étudié. L'exposition d'un enfant aux PFAS peut se produire par différentes voies postnatales, notamment des aliments, de l'eau et des produits de consommation contaminés ; et *in utero*, car les PFAS peuvent traverser le placenta.

Méthodes : Pour étudier l'association entre l'exposition précoce aux PFAS et le risque de leucémie lymphoblastique aiguë (LLA) chez l'enfant, les auteurs ont analysé des échantillons sanguins archivés provenant d'enfants diagnostiqués avec une LLA et d'un groupe de témoins appariés, non atteints de cancer. À l'aide d'une nouvelle technique non ciblée de chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse haute résolution (LC-HRMS), les niveaux de PFAS ont été mesurés dans des échantillons de sang appariés prélevés chez la mère pendant la grossesse et chez le nouveau-né.

Résultats : Cette étude a identifié une association indépendante entre les niveaux de MeFOSAA à la naissance et l'augmentation du risque LLA, en particulier chez les enfants diagnostiqués à 2 ans ou moins. Le MeFOSAA mesuré dans le sang maternel du deuxième trimestre a montré une association faible avec la LLA, bien que ce n'était pas statistiquement significative.

Conclusions : Ces résultats suggèrent que l'exposition précoce à MeFOSAA pourrait jouer un rôle crucial dans le développement de la LLA infantile. Ces résultats corroborent les précédents rapports liant l'exposition au MeFOSAA pendant la grossesse à la LLA infantile, mettant en lumière son potentiel carcinogénique lors de fenêtres clés du développement.

#### Limitations:

- Bien que l'analyse non ciblée soit récemment devenue une méthode analytique robuste pour mesurer les substances chimiques des PFAS dans les études épidémiologiques, les mesures concernent les intensités relatives et non les valeurs de concentration. Bien que cela limite les comparaisons directes avec d'autres études, y compris les données NHANES pour évaluer la généralisation de la population d'étude, cela n'influence pas les estimations de risque de la LLA.
- Plusieurs composés PFAS étaient en dessous de la limite de détection dans une proportion importante d'échantillons, ce qui peut conduire à des estimations d'effet moins stables. Pour y remédier, les auteurs ont effectué plusieurs imputations et les résultats étaient cohérents avec l'analyse initiale (résultats non présentés).
- Enfin, étant donné que les échantillons sanguins de grossesse n'ont été archivés que dans sept comtés californiens (Fresno, Madera, Kings, Tulare, Kern, Orange et San Diego) à partir de l'année 2000, et que la population étudiée ne comprend que les paires mère-enfant jusqu'à l'année de naissance 2009 (date à laquelle le couplage a pris fin), la taille de l'échantillon était relativement petite et insuffisante pour des analyses stratifiées, en particulier pour les sous-types cytogénétiques de LLA.

## 5.4 Étude cas-témoins sur l'exposition résidentielle précoce au tétrachloroéthylène et les risques de cancer infantile et de malformations congénitales.

A case-control study of early-life residential exposure to tetrachloroethylene and risks of childhood cancer and birth defects.

Rhee, J., Michalski, A.M., Kuliszewskic, M.G. et al. (2025). Environment International, 201, 109600. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2025.109600>.

Contexte : Les bâtiments résidentiels disposant d'une installation de nettoyage à sec (CL-DC) peuvent présenter des concentrations de tétrachloroéthylène à l'intérieur nettement plus élevées que les bâtiments sans CL-DC. Les auteurs ont mené une étude cas-témoins afin d'examiner les liens entre l'exposition précoce à la tétrachloroéthylène en intérieur due aux CL-DC et les risques de cancers infantiles (en général et pour la leucémie lymphoblastique aiguë) et de malformations congénitales.

Méthodes : Le registre du Bureau des statistiques démographiques de la ville de New York (NYC) et le registre des cancers et des malformations congénitales de l'État de New York ont été couplés afin d'identifier les cas de cancers infantiles ( $n = 5\ 334$ ) et de malformations congénitales ( $n = 171\ 553$ ) diagnostiqués chez les enfants nés à New York entre 1988 et 2016, ainsi que les témoins ne présentant pas ces conditions ( $n = 596\ 599$ ). Les auteurs ont identifié l'exposition à CL-DC en cartographiant les adresses des certificats de naissance et des permis d'installation de nettoyage à sec (DC) impliquant l'utilisation de tétrachloroéthylène et ont modélisé les concentrations de tétrachloroéthylène à partir de données de mesure issues d'une enquête sur les CL-DC de la ville de New York. À l'aide d'une régression logistique inconditionnelle, des rapports de cote (OR) et des intervalles de confiance (IC) à 95 % reliant les critères d'évaluation à l'exposition à CL-DC ont été calculés.

Résultats : Le fait de vivre dans un bâtiment avec un DC-CL à la naissance était associé à une sténose de la valve aortique (SVA ; OR = 3,1, IC 95 % = 1,6, 5,9), avec un effet exposition-réponse pour la concentration prédictive de tétrachloroéthylène ( $\leq 44 \mu\text{g}/\text{m}^3$  : OR = 2,7, IC 95 % = 1,0, 7,4 ;  $>44 \mu\text{g}/\text{m}^3$  : OR = 3,9, IC 95 % = 1,6, 9,5) et des associations plus fortes pour les enfants dont la mère n'était pas blanche, moins diplômée ou vivant à la naissance dans des quartiers majoritairement non blancs ou plus pauvres. Les auteurs ont observé des résultats nuls pour d'autres critères.

Conclusions : Dans cette étude cas-témoins, l'exposition précoce au tétrachloroéthylène due aux CL-DC dans les bâtiments résidentiels était associée à un risque accru de SVA. Ces découvertes méritent une enquête approfondie.

## 5.5 Exposition prénatale à la pollution de l'air et à la leucémie aiguë pédiatrique : une étude nationale.

Prenatal exposure to air pollution and pediatric acute leukemia: A nationwide study.

Yen, S., Chen, I.C., Lin, W.Z., Lin, K.C., Wu, M.C., Lin, C.H. (2025). Science de l'environnement total, 992, 179975.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179975>.

Contexte : Le cancer infantile, en particulier la leucémie, reste une cause majeure de mortalité chez les enfants, avec des étiologies incertaines. Des études épidémiologiques suggèrent que la pollution de l'air pourrait être un facteur crédible déclenchant des effets génotoxiques, le stress oxydatif et des caractéristiques mutagènes. Cet article a examiné l'impact de l'exposition prénatale à la pollution de l'air sur les occurrences de leucémie infantile à Taïwan.

Méthodes : Cette recherche constitue une enquête nationale exhaustive, utilisant des données basées sur la population et un design cas-témoins apparié. Les données issues de la base de données de santé maternelle et infantile (MCHD) de Taïwan ont été utilisées pour identifier 965 enfants de moins de 16 ans atteints de leucémie et les témoins appariés sans leucémie de 2004 à 2020. Les niveaux d'exposition prénatale aux polluants atmosphériques ont été calculés par 71 stations de surveillance de l'Agence de la protection de l'environnement de Taïwan, en fonction du lieu de résidence maternelle pendant la grossesse. Les cas d'incidence ont été identifiés comme étant des patients ayant effectués soit trois consultations médicales, soit hospitalisés avec un diagnostic de leucémie.

Résultats : Cette étude nationale a inclus 965 cas de leucémie et 3860 témoins à Taïwan. L'exposition prénatale à l' $\text{O}_3$  a montré une association globale marginale avec le risque de leucémie (OR = 1,02, IC 95 % : 1,00–1,04,  $p = 0,059$ ), avec des effets dose-réponse significatifs aux quartiles supérieurs (Q3 : OR = 1,31, IC à 95 % : 1,07–1,60,  $p = 0,010$  ; Q4 : OR = 1,32, IC à 95 % : 1,08–1,62,  $p = 0,007$ ). Inversement, le NO présentait une association protectrice (OR = 0,97, IC à 95 % : 0,95–0,99,  $p = 0,010$ ), en particulier à des niveaux d'expositions plus élevées (Q4 : OR = 0,79, IC 95 % : 0,64–0,96,  $p = 0,020$ ). Les analyses spécifiques au trimestre ont révélé des effets protecteurs du NO au premier et deuxième trimestre et du CO au premier trimestre. Aucune association significative n'a été observée pour PM 2,5, PM 10 ou le  $\text{SO}_2$ .

Conclusion : L'exposition prénatale à l' $\text{O}_3$  augmente le risque de leucémie infantile à Taïwan, tandis que le NO et le CO présentent des effets protecteurs, soutenant des interventions ciblées sur la qualité de l'air et mettant en évidence les fenêtres critiques pour la protection de l'environnement prénatal.

#### Limitations :

- L'exposition aux polluants a été déterminée à l'aide d'estimations au niveau du canton, obtenues grâce à la station de surveillance la plus proche, qui peut se trouver à plusieurs kilomètres des résidences réelles des participants. Cette approche peut avoir conduit à une mauvaise classification de l'exposition, en particulier dans les zones rurales. Des études futures intégrant des évaluations d'exposition à plus petite échelle, par exemple en limitant l'analyse aux participants vivant à moins d'un kilomètre des stations de surveillance, sont nécessaire pour mieux remédier à cette limitation potentielle.
- Les données individuelles sur la mobilité résidentielle pendant la grossesse étaient indisponibles, ce qui a pu contribuer à une mauvaise classification de l'exposition si les participantes ont déménagé entre les trimestres. Bien que les statistiques nationales sur l'enregistrement des ménages à Taïwan suggèrent que les changements de résidence sont relativement rares, avec un taux de migration annuel d'environ 7 %, la mobilité non mesurée reste une source potentielle de biais.
- La nature observationnelle de l'étude limite la capacité à tirer des inférences causales.
- De plus, les informations individuelles sur les covariables importantes, notamment les expositions à l'intérieur et les co-expositions potentielles telles que la fumée de tabac, les facteurs alimentaires et les infections, étaient indisponibles. Un biais de confusion résiduel ne peut être exclu.

## 6. RÉFÉRENCES

Correa-Correa, V., Núñez-Enríquez, J.C., et al. (2025). Extremely low-frequency magnetic fields (ELF-MF) and radiofrequency: Risk of childhood CNS tumors in a city with elevated ELF-MF exposure. *Environmental Research*, 286(2), 122858. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.122858>.

Danho, S., Escobar Huertas, J., Schoellhorn, W. I. (2025). A Systematic Review of the Impact of Electromagnetic Waves on Living Beings. *Cureus*, 17(8): e90355. <http://doi.org/10.7759/cureus.90355>

Davies, B. , Piel, F.B., Roca-Barcelo, A. et al. (2025). Childhood cancer incidence around nuclear installations in Great Britain, 1995–2016. *International Journal of Epidemiology*, 54(4), dyaf107. <https://doi.org/10.1093/ije/dyaf107>

Elyasi, H., Kakavandi, M.G., Almasi, A. et al. (2025). Differential impacts of co-exposures to ELF-EMFs and noise on prostate-specific antigen levels: A longitudinal study. *Environmental Research*, 286(1), 122790. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.122790>.

Jafarimanesh, S., Ehsani, H., Shaki, F., Moosazadeh, M., Samaei, S.E. (2025). Investigating the Effects of Occupational Noise and Extremely Low-Frequency Electromagnetic Field Exposure on Oxidative Response in Power Plant Workers. *Bioelectromagnetics*, 46:e70027. <https://doi.org/10.1002/bem.70027>

Leung, M., Tang, I.W., Lin, Y.L.L. (2025). Cancer Incidence and Childhood Residence Near the Coldwater Creek Radioactive Waste Site. *JAMA Network Open*, 8(7), e2521926. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2025.21926>

Morimoto, L.M., Metayer, C., Dolios, G. et al. (2025). Per- and polyfluoroalkyl substance concentrations during pregnancy and at birth and risk of childhood acute lymphoblastic leukemia. *Environmental Research*, 285(3), 122436. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.122436>.

Rhee, J., Michalski, A.M., Kuliszewskic, M.G. et al. (2025). A case-control study of early-life residential exposure to tetrachloroethylene and risks of childhood cancer and birth defects. *Environment International*, 201, 109600. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2025.109600>.

Yen, S., Chen, I.C., Lin, W.Z., Lin, K.C., Wu, M.C., Lin, C.H. (2025). Prenatal exposure to air pollution and pediatric acute leukemia: A nationwide study. *Science of The Total Environment*, 992, 179975. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179975>.