

Aperçu des études épidémiologiques sur les effets sur la santé des champs électriques et magnétiques ELF (ELF-EMF) publiées au troisième trimestre 2024.

Leander De Mol

Unité de Recherche Médecine du Travail et des Assurances

Département de la Santé publique et des Soins primaires

Université de Gand

Index

1. Revues et méta-analyses.....	3
1.1. Champs électromagnétiques de très basse fréquence provenant de transformateurs intérieurs : revue des études d'évaluation de l'exposition professionnelle et résidentielle.....	3
1.2. Risques pour la santé du personnel médical dus aux champs magnétiques utilisés en imagerie par résonance magnétique.....	4
2. Exposition résidentielle	4
3. Exposition professionnelle	4
4. Évaluation de l'exposition	5
4.1. Prédiction des impacts de l'exposition aux champs électromagnétiques sur le système immunitaire des travailleurs des centrales électriques à l'aide de règles de prise de décision floues.	5
5. Etudes sur la leucémie.....	6
5.1. Incidence et mortalité de la leucémie infantile dans le monde et relation avec l'indice de développement humain.	6
5.2. Température ambiante élevée pendant la grossesse et risque de leucémie lymphoblastique aiguë chez l'enfant : une étude observationnelle.	6
5.3. La durée de l'allaitement réduit le risque de leucémie infantile et modifie le risque de développer des troubles gastro-intestinaux fonctionnels.....	7
5.4. Étude de l'épilepsie familiale et du cancer de l'enfant basée sur la population danoise.	8
6. Références.....	10

1. Revues et méta-analyses

1.1. Champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences de transformateurs intérieurs : revue des études d'évaluation de l'exposition professionnelle et résidentielle

Rathebe, P. C., Matjutla, N., Ndwandwe, V., & Mafa, T. (2024). Extremely low-frequency electromagnetic fields from indoor transformers: a review of occupational and residential exposure assessment studies. *Cogent Engineering*, 11(1).

Contexte : L'utilisation généralisée d'appareils électriques et électroniques au 21^e siècle a conduit à l'exposition humaine aux champs électromagnétiques (CEM) et à des menaces potentielles pour la santé publique. Parmi les appareils électriques, les postes de transformation intérieurs ont exposé le grand public et les travailleurs à des niveaux potentiellement élevés de champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences (CEM-EBF), entraînant des conséquences aiguës et graves sur la santé. Dans cette revue, les effets sur la santé résultant de l'exposition professionnelle et résidentielle aux CEM-EBF provenant des postes de transformation intérieurs ont été évalués en synthétisant les données probantes provenant d'études publiées.

Méthodes : Le modèle PECO (Population, Exposure, Comparison and Outcome) a été utilisé comme guide pour documenter les données, et le guide PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses) a été utilisé pour sélectionner les études qui correspondent aux critères d'inclusion.

Résultats : A l'aide du guide PRISMA, un total de 13 études ont été inclus dans cette revue. Le niveau d'exposition aux champs magnétiques (CM) le plus élevé trouvé dans une étude d'évaluation de l'exposition résidentielle était de 11,60 μ T, à 0,2 m au-dessus du poste de transformation, le plus bas à 0,1 μ T étant dû à des appareils électroménagers. L'évaluation de l'exposition professionnelle a révélé que le niveau d'exposition le plus élevé était de 4,67 μ T dans la salle des transformateurs et le plus bas de >0,05 μ T. Le cancer était surtout prévalent dans les études résidentielles avec une période d'exposition plus longue (>34 ans) et avec des symptômes d'exposition non spécifiques (période d'exposition de 3 ans et 18 mois) dans les études d'exposition professionnelle.

Conclusions : Cette revue n'a pas trouvé suffisamment de preuves pour suggérer que les niveaux moyens d'exposition aux CEM-EBF provenant des transformateurs intérieurs pourraient présenter des risques importants pour la santé. Cependant, ces résultats ont des implications notables pour la santé environnementale et la sécurité au travail.

1.2. Risques pour la santé du personnel médical dus aux champs magnétiques utilisés en imagerie par résonance magnétique.

König, A. M., Pöschke, A., & Mahnken, A. H. (2024). Health risks for medical personnel due to magnetic fields in magnetic resonance imaging. *RöFo - Fortschritte Auf Dem Gebiet Der Röntgenstrahlen Und Der Bildgebenden*

Contexte : L'état actuel des connaissances médicales et scientifiques sur les effets de l'exposition aux champs électromagnétiques des travailleurs dans le domaine de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) clinique a été résumé par les auteurs.

Méthodes : Une recherche documentaire systématique a été effectuée pour analyser les risques pour la santé du personnel médical liés aux champs magnétiques générés par l'IRM. Au total, 7273 articles ont été identifiés, dont 7139 ont été exclus après examen du titre et du résumé. Après l'examen du texte intégral, 34 articles ont été inclus dans ce travail.

Résultats : Il existe un certain nombre de publications scientifiques sur l'apparition d'effets sensoriels à court terme tels que vertige, goût métallique, scintillements lumineux (phosphènes) ainsi que effets neurocognitifs et neurocomportementaux. Par exemple, une exposition à court terme à des champs magnétiques (CM) utilisés imagerie clinique a entraîné une réduction de 4 % de la vitesse et de la précision ainsi qu'une réduction de 16 % de la sensibilité au contraste visuel à courte distance. La précision œil-main et la vitesse de coordination sont affectées.

Les études à long terme concernent, entre autres, l'influence des CM sur la qualité du sommeil, qui pourrait être liée à un risque accru d'accidents. Les données sur l'exposition des travailleurs de la santé aux CM pendant la grossesse sont systématiquement obsolètes. Cependant, il a été conclu qu'il n'y a pas de modifications particulières en ce qui concerne la durée de la grossesse, les naissances prématurées, les fausses couches et le poids à la naissance. Les études épidémiologiques font défaut.

Conclusions : En mettant l'accent sur le personnel de santé, il existe un besoin considérable de données de haute qualité, en particulier sur les conséquences de l'exposition à long terme aux champs électromagnétiques de l'IRM clinique et les effets sur la grossesse.

2. Exposition résidentielle

/

3. Exposition professionnelle

/

4. Évaluation de l'exposition

4.1. Prédiction des impacts de l'exposition aux champs électromagnétiques sur le système immunitaire des travailleurs des centrales électriques à l'aide de règles de prise de décision floues.

Korenevskiy, N. A., Al-Kasasbeh, R. T., Shaqadan, A., Myasoedova, M. A., Al-Qodah, Z., Rodionova, S. N., Eltous, Y., Filist, S., & Maksim, I. (2024). Prediction of health impacts of exposure to electromagnetic field on the immunity system of power plants workers using fuzzy decision-making rules. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*.

Contexte : Cette étude vise à améliorer les évaluations de la santé dans les environnements présentant des facteurs de risque industriels en intégrant des indicateurs de statut oxydatif, tels que les niveaux de peroxydation lipidique et l'activité antioxydante, dans des modèles pronostiques et diagnostiques.

Méthodes : Une nouvelle approche a été développée pour évaluer quantitativement le niveau de protection de l'organisme en synthétisant des règles de décision floues hybrides qui intègrent des indicateurs du statut oxydatif. La méthodologie a été validée par le biais d'une étude de cas portant sur la prédiction de la cardiopathie ischémique chez les conducteurs de train, qui présentent un risque élevé d'invalidité et de mortalité en raison de leur environnement professionnel.

Résultats : L'incorporation du statut oxydatif dans les règles de décision pronostique a considérablement amélioré la précision et l'efficacité de la prédiction de la maladie. En particulier, des modèles mathématiques flous ont également été développés pour prédire et diagnostiquer les maladies du système immunitaire chez les travailleurs de l'industrie de l'énergie électrique exposés aux champs électromagnétiques et à d'autres facteurs de risque. Les tests statistiques ont révélé que les règles de décision atteignaient une précision de prédiction supérieure à 0,85 ; avec une précision de détection à un stade précoce atteignant 0,95.

Conclusions : Ces résultats fournissent aux spécialistes de la pathologie du travail un outil précieux pour améliorer la précision de la prédiction et du diagnostic des maladies en milieu industriel. L'intégration d'indicateurs de statut oxydatif dans les modèles pronostiques offre une approche prometteuse pour améliorer la santé des travailleurs exposés à des facteurs de risque industriels.

5. Etudes sur la leucémie

5.1. Incidence et mortalité de la leucémie infantile dans le monde et relation avec l'indice de développement humain.

Mohammadian-Hafshejani, A., Farber, I. M., et Kheiri, S. (2024). Global incidence and mortality of childhood leukemia and its relationship with the Human Development Index. *PLoS ONE*, 19 (7 juillet).

Contexte : La leucémie infantile (CL) est une préoccupation mondiale majeure, représentant 33 % des nouveaux cas de cancer et 31 % des décès par cancer chez les enfants âgés de 0 à 14 ans. Cette étude visait à analyser les taux d'incidence et de mortalité de la CL dans le monde en 2020 et la relation avec l'Indice de Développement Humain (IDH).

Méthodes : Dans cette étude écologique, les auteurs ont analysé les données de 2020 sur l'incidence et la mortalité par cancer chez les enfants âgés de 0 à 14 ans du projet GLOBOCAN. Les taux d'incidence standardisé selon l'âge (TISA) et de mortalité standardisé selon l'âge (TMSA) de CL pour 100 000 personnes ont été calculés. Le coefficient de corrélation de Pearson a été utilisé pour examiner l'association entre la leucémie infantile, le TISA et le TMSA, avec un seuil de signification statistique de $P < 0,05$.

Résultats : En 2020, il y a eu un total de 67 008 nouveaux cas de CL dans le monde, dont 57,85 % chez les garçons. Le TISA global pour la CL était de 3,4 pour 100 000 (3,9 chez les garçons, 3 chez les filles). En outre, il y a eu 25 080 décès liés à la CL, dont 58,86 % chez les garçons. Le TMSA global pour CL était de 1,3 (1,4 chez les garçons, 1,1 chez les filles). Une corrélation positive significative ($r = 0,405$, $P \leq 0,001$) a été observée entre le TISA global et le TMSA global pour CL. Il y avait une forte corrélation positive ($r = 0,770$, $P = 0,001$) entre l'IDH et le TISA de leucémie infantile, mais aucune association significative ($r = 0,077$, $P = 0,337$) n'a été observée avec le TMSA.

Conclusion : Cette étude révèle que la CL reste un fardeau sanitaire important dans le monde. Une corrélation positive entre le TISA de CL et l'IDH a été identifiée, indiquant un rôle potentiel des facteurs socio-économiques dans l'incidence de CL.

5.2. Température ambiante élevée pendant la grossesse et risque de leucémie lymphoblastique aiguë chez l'enfant : une étude observationnelle.

Rogne, T., Wang, R., Wang, P., Deziel, N. C., Metayer, C., Wiemels, J. L., Chen, K., Warren, J. L., & Ma, X. (2024). High ambient temperature in pregnancy and risk of childhood acute lymphoblastic leukaemia: an observational study. *The Lancet Planetary Health*, 8(7), e506–e514.

Contexte : Les températures ambiantes élevées sont de plus en plus fréquentes en raison du changement climatique et sont associées à un risque d'issues défavorables de la grossesse. La leucémie lymphoblastique aiguë est la tumeur maligne la plus fréquente chez les enfants, son incidence augmente et, aux États-Unis, elle touche de manière disproportionnée les enfants latino-américains.

Cette étude visait à étudier l'association potentielle entre une température ambiante élevée pendant la grossesse et le risque de leucémie lymphoblastique aiguë chez l'enfant.

Méthodes : Les données des registres californiens des naissances (enfants nés entre le 1er janvier 1982 et le 31 décembre 2015) et des cancers (enfants diagnostiqués avec un cancer infantile en Californie entre le 1er janvier 1988 au 31 décembre 2015) ont été utilisées pour identifier les cas de leucémie lymphoblastique aiguë diagnostiqués chez les nourrissons et les enfants âgés de 14 ans et moins ainsi que les témoins appariés par sexe, race, origine ethnique et date de la dernière menstruation. Les températures ambiantes ont été estimées sur une grille de 1 km. L'association entre la température ambiante et la leucémie lymphoblastique aiguë a été évaluée par semaine de gestation, limitée à mai-septembre, en tenant compte des facteurs de confusion. Une méta-régression bayésienne a été appliquée pour identifier les fenêtres d'exposition critiques. Pour les analyses de sensibilité, une période de 90 jours avant la grossesse (en supposant qu'il n'y a pas d'effet direct avant la grossesse) a été évaluée, ajustée pour tenir compte de l'humidité relative et des particules de moins de 2,5 microns de diamètre aérodynamique, et a permis de construire un ensemble de données appariées alternativement pour le contraste d'exposition selon la saison.

Résultats : 6849 cas de leucémie aiguë lymphoblastique infantile ont été identifiés et, parmi ces cas, 6258 présentaient des données suffisantes pour être inclus dans l'étude. 307 579 témoins appariés ont été inclus. La majorité de la population étudiée était composée de garçons (174 693 [55,7 %] sur les 313 837 inclus dans l'étude) et d'origine latino-américaine (174 906 [55,7 %]). Le pic d'association entre la température ambiante et le risque de leucémie lymphoblastique aiguë a été observé à la 8e semaine de grossesse, où une augmentation de 5 °C était associée à un rapport de cotes de 1,07 (IC à 95 % 1,04-1,11). Un effet légèrement plus important a été observé chez les enfants latino-américains (RC 1,09 [IC à 95 % 1,04-1,14]) que chez les enfants blancs non latino-américains (RC 1,05 [1,00-1,11]). Les analyses de sensibilité ont étayé les résultats de l'analyse principale.

Conclusions : Ces résultats suggèrent une association entre une température ambiante élevée en début de grossesse et le risque de leucémie lymphoblastique aiguë chez l'enfant. La réplication et l'étude des mécanismes pourraient permettre d'élaborer des stratégies d'atténuation.

5.3. La durée de l'allaitement réduit le risque de leucémie infantile et modifie le risque de développer des troubles gastro-intestinaux fonctionnels.

Bener, A., Tokaç, M., Tewfik, I., Zughair, S. M., Ağan, A. F., & Day, A. S. (2024). Breastfeeding Duration Reduces the Risk of Childhood Leukemia and Modifies the Risk of Developing Functional Gastrointestinal Disorders. *Breastfeeding Medicine*, 19(7), 539–546.

Contexte : L'objectif de cette étude était de tester l'hypothèse selon laquelle la durée de l'allaitement maternel dans la petite enfance réduit le risque de leucémie ou de lymphome infantile, et modifie le risque de développer des troubles gastro-intestinaux fonctionnels (FGID).

Méthodes : Cette étude cas-témoins a impliqué le recrutement d'enfants atteints d'une tumeur maligne lymphoïde et de symptômes gastro-intestinaux fonctionnels et des enfants en bonne santé comme témoins. Des questionnaires ciblés ont été utilisés pour recueillir des données sur les

antécédents d'allaitement et d'autres facteurs de risque clés. Des analyses univariées et multivariées ont été menées.

Résultats : Sur les 334 enfants atteints d'une tumeur maligne lymphoïde, 65 % étaient des garçons. Le groupe témoin comprenait 334 participants du même âge et du même sexe. La plupart (n = 189 ; 56,6 %) des enfants atteints de leucémie étaient âgés de moins de 10 ans. Les différences entre les cas et les témoins comprenaient la durée de l'allaitement ($p < 0,0001$), le poids moyen à la naissance ($p < 0,001$), l'âge de la mère ($p < 0,001$), l'âge du père ($p < 0,001$), le rang de naissance ($p < 0,001$), le nombre moyen d'enfants ($p < 0,001$), le percentile de l'indice de masse corporelle (IMC) ($p = 0,042$) et le statut tabagique maternel ($p = 0,012$). Une durée d'allaitement allant jusqu'à 6 mois, comparée à un allaitement de plus de 6 mois, était associée à une augmentation des rapports de cotes (OR) pour la leucémie lymphoblastique aiguë (OR = 3,43, intervalle de confiance [IC] à 95 % 2,37-4,98 ; $p < 0,001$), le lymphome hodgkinien (OR = 1,58, IC à 95 % : 0,88-2,84, $p = 0,120$), le lymphome non hodgkinien (OR = 2,14, IC à 95 % : 1,25-3,65, $p = 0,005$) et global (OR = 1,95, IC à 95 % : 1,40 à 2,71, $p < 0,001$). Les cas différaient également des témoins en ce qui concerne les troubles gastro-intestinaux fonctionnels (TGIF), tels que les maux d'estomac ($p < 0,001$), la dyspepsie ($p < 0,001$), la satiété précoce ($p = 0,017$), la satisfaction intestinale ($p < 0,001$), les ballonnements ($p < 0,001$), les nausées ($p = 0,005$), les vomissements ($p = 0,039$), la constipation ($p = 0,003$), la diarrhée ($p = 0,010$), la congestion du canal gastro-intestinal ($p = 0,039$), les douleurs musculaires ($p = 0,008$), l'incontinence fécale ($p = 0,021$), et l'indigestion ($p = 0,003$).

L'analyse de régression multivariée par étapes a révélé que le tabagisme maternel ($p < 0,001$), l'alimentation au lait artificiel ($p < 0,001$), la durée de l'allaitement ($p < 0,001$), le rang de naissance ($p = 0,002$), l'âge de la mère ($p = 0,004$) et le poids de naissance de l'enfant ($p = 0,009$) étaient des prédicteurs de la leucémie.

Une analyse plus approfondie a montré que la dyspepsie ($p < 0,001$), la congestion du canal gastro-intestinal ($p < 0,001$), la constipation ($p = 0,009$), la diarrhée ($p = 0,013$), la satisfaction intestinale ($p = 0,021$), les ballonnements ($p = 0,022$), la durée de l'allaitement ($p < 0,001$) et les maux d'estomac ($p = 0,025$) étaient des prédicteurs significatifs du développement de symptômes de TGIF après ajustement pour l'âge, le sexe et d'autres variables confondantes.

Conclusions : Cette étude a confirmé que l'allaitement a un certain effet sur la réduction du risque possible de lymphome et de leucémie infantile et des symptômes de TGIF par rapport aux enfants témoins en bonne santé.

5.4. Étude de l'épilepsie familiale et du cancer de l'enfant basée sur la population danoise.

Platamone, C. C., Deng, C., Mazumder, R., Ritz, B., Olsen, J., Hansen, J., Saechao, C., & Heck, J. E. (2024). Danish population based study of familial epilepsy and childhood cancer. *European Journal of Epidemiology*. *d'épidémiologie*.

Contexte : Les résultats d'études portant sur l'association entre l'épilepsie maternelle ou infantile, l'utilisation d'anticonvulsivants pendant la grossesse et le cancer infantile sont incohérents et parfois contradictoires. Cette étude visait à évaluer le lien entre le diagnostic de l'épilepsie, l'utilisation d'anticonvulsivants et les cancers infantiles.

Méthodes : En reliant les bases de données nationales danoises, les auteurs ont obtenu des informations sur les diagnostics d'épilepsie et de cancer infantile, ainsi que des données sur l'utilisation d'anticonvulsivants. Les rapports de cotes ajustés de tous les cancers infantile ou de certains cancers par rapport à l'épilepsie maternelle ou infantile et aux traitements anticonvulsivants ont été estimés à l'aide d'une régression logistique conditionnelle.

Résultats : L'épilepsie maternelle était positivement associée à tous les cancers infantiles des enfants, en particulier à la leucémie lymphoblastique aiguë (rapport des cotes (OR) = 1,68, intervalle de confiance (IC) à 95 % = 1,16, 2,43) et à la tumeur de Wilms (OR = 2,13, IC à 95 % = 0,97, 4,68). En considérant la consommation maternelle (au cours de la vie) d'anticonvulsivants, une association positive a été trouvée avec tous les cancers (OR = 1,14, IC à 95 % = 1,00, 1,30) et les tumeurs du système nerveux central (SNC) (OR = 1,36, IC à 95 % = 1,04, 1,76) ainsi que le neuroblastome (OR = 1,76, IC à 95 % = 1,06, 2,90) chez les enfants. L'utilisation d'anticonvulsivants maternels avant ou pendant la grossesse était liée aux tumeurs du système nerveux central chez la progéniture (OR = 1,99, IC à 95 % = 0,99, 4,00).

Conclusions : Cette étude indique que certains médicaments anticonvulsivants peuvent être cancérigènes pour les enfants exposés in utero.

6. Références

- Rathebe, P. C., Matjutla, N., Ndwandwe, V., et Mafa, T. (2024). Champs électromagnétiques à très basse fréquence provenant de transformateurs intérieurs : examen des études d'évaluation de l'exposition professionnelle et résidentielle. *Cogent Engineering*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2399302>
- König, A. M., Pöschke, A. et Mahnken, A. H. (2024). Risques pour la santé du personnel médical dus aux champs magnétiques en imagerie par résonance magnétique. *RöFo - Avancées dans le domaine des rayons X et des techniques d'imagerie*. <https://doi.org/10.1055/a-2296-3860>
- Korenevskiy, N. A., Al-Kasasbeh, R. T., Shaqadan, A., Myasoedova, M. A., Al-Qodah, Z., Rodionova, S. N., Eltous, Y., Filist, S., & Maksim, I. (2024). Prédiction des impacts sur la santé de l'exposition aux champs électromagnétiques sur le système immunitaire des travailleurs des centrales électriques à l'aide de règles de prise de décision floues. *Revue internationale d'ingénierie et de gestion de l'assurance des systèmes*. <https://doi.org/10.1007/s13198-024-02489-3>
- Mohammadian-Hafshejani, A., Farber, I. M., et Kheiri, S. (2024). Incidence et mortalité mondiales de la leucémie infantile et sa relation avec l'indice de développement humain. *PLoS ONE*, 19 (7 juillet). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304354>
- Rogne, T., Wang, R., Wang, P., Deziel, N. C., Metayer, C., Wiemels, J. L., Chen, K., Warren, J. L. et Ma, X. (2024). Température ambiante élevée pendant la grossesse et risque de leucémie lymphoblastique aiguë chez l'enfant : une étude observationnelle. *The Lancet Planetary Health*, 8(7), e506–e514. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(24\)00121-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00121-9)
- Bener, A., Tokaç, M., Tewfik, I., Zughair, S. M., Ağan, A. F. et Day, A. S. (2024). La durée de l'allaitement réduit le risque de leucémie infantile et modifie le risque de développer des troubles gastro-intestinaux fonctionnels. *Médecine de l'allaitement*, 19(7), 539-546. <https://doi.org/10.1089/bfm.2024.0033>
- Platamone, C. C., Deng, C., Mazumder, R., Ritz, B., Olsen, J., Hansen, J., Saechao, C. et Heck, J. E. (2024). Étude basée sur la population danoise de l'épilepsie familiale et du cancer de l'enfant. *Revue européenne d'épidémiologie*. <https://doi.org/10.1007/s10654-024-01149-x>