

IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN NEUROPÉDIATRIE ET EN PÉDOPSYCHIATRIE

Nora Hazan, Christian Korff, Dante Trojan



Nora Hazan
Christian Korff
Dante Trojan

<https://doi.org/10.35190/Paediatria.f.2025.4.6>

Abstract

Le changement climatique augmente la prévalence et la sévérité de certains troubles neurologiques chez les enfants et est une préoccupation croissante pour la santé publique globale. L'augmentation des températures lors de vagues de chaleur, par exemple, peut directement exacerber les manifestations de certaines épilepsies. De manière indirecte, le changement climatique peut également contribuer à complexifier la gestion de certaines maladies neuropédiatriques chroniques. Les enfants sont particulièrement vulnérables lors de situations qui affectent l'accès aux médicaments et exacerbent les disparités en matière de santé, tel que cela a été rapporté lors de tempêtes hivernales en Amérique du Nord, par exemple. En intégrant l'état actuel des connaissances disponibles et des études de cas, cette revue souligne l'impact du changement climatique sur les enfants atteints de troubles neurologiques.

Introduction

L'échec continu des engagements internationaux destinés à maintenir l'augmentation globale de la température en dessous de 1,5 °C par rapport à l'aire préindustrielle, à maintenir la biodiversité et à stabiliser les systèmes naturels est la plus grande menace pour la santé publique mondiale aujourd'hui⁽¹⁾. Les conséquences du dérèglement climatique ont un impact disproportionné sur les populations les plus vulnérables, telles que les enfants, les personnes âgées, les minorités ethniques, les communautés pauvres et les personnes souffrant de problèmes de santé chroniques⁽¹⁾. Les patient-e-s atteint-e-s de maladies neurologiques sont notamment plus vulnérables à la chaleur. Cette vulnérabilité particulière s'explique par une série de mécanismes. Premièrement, une diminution de la capacité de thermorégulation apparaît dans certaines pathologies touchant le système nerveux central⁽²⁾. De plus, le risque de problématiques sanitaires liées à la chaleur est accru par l'utilisation de certains médicaments utilisés pour le traitement de diverses maladies neurologiques. Ces médicaments provoquent une altération vasomotrice, exacerbant ainsi ce risque⁽³⁾. La compréhension des interactions entre

le changement climatique et les troubles neurologiques est difficile, principalement en raison de la méconnaissance de la physiopathologie de nombreuses maladies du système nerveux. Il est important de noter que la majorité des études examinant l'effet du changement climatique sur la santé neurologique ont été réalisées dans des pays qui disposent d'un financement plus élevé pour les systèmes de santé et qui sont également les moins impactés par le changement climatique. Par conséquent, les effets observés dans ces études ne reflètent pas nécessairement l'ampleur réelle des répercussions du changement climatique à l'échelle mondiale, notamment dans les pays plus touchés par ce dérèglement. Néanmoins, ces recherches jouent un rôle crucial dans notre compréhension et notre capacité d'adaptation à ces changements qui ne cesseront de s'intensifier.

Epilepsie et Vagues de Chaleur

Une augmentation prolongée ou aiguë de la chaleur ambiante, comme celle observée lors d'une vague de chaleur, compromet la capacité du corps à maintenir sa température interne dans la plage nécessaire pour assurer les fonctions vitales⁽⁴⁾. Lorsque le système de thermorégulation est dépassé, une série de réponses pathologiques peuvent se déclencher, pouvant aller jusqu'à l'hyperthermie fatale⁽⁴⁾. Aucune augmentation de la température n'est sans risque, les personnes très jeunes ou très âgées étant particulièrement vulnérables⁽⁵⁾. Une étude rétrospective a révélé que chez les adultes, une élévation de la température peut augmenter l'incidence de crises épileptiques prolongées et de certaines conséquences qui y sont directement liées⁽⁶⁾.

Cette sensibilité à la température affecte aussi particulièrement les enfants en bas âge comme le montrent les crises fébriles qui touchent 3 à 5% d'entre eux. Ces crises sont provoquées par une température corporelle élevée, qui peut dépendre de facteurs internes ou externes^(7,8). Une certaine susceptibilité d'origine génétique joue un rôle crucial chez ces enfants, par exemple en influençant la sensibilité des neurones à la température⁽⁷⁾. Des études sur des modèles de rats ont montré que certains gènes peuvent

Correspondance :
norahazan@gmail.com

influencer la transmission GABAergique, le fonctionnement des canaux ioniques ou encore la réponse immunitaire à la fièvre⁽⁹⁾. Ces données soulignent aussi l'importance de la composante génétique dans la réponse individuelle aux facteurs environnementaux qui peuvent déclencher des crises⁽⁷⁾. Le syndrome de Dravet, par exemple, est lié dans la majorité des cas à des variants pathogènes sur *SCN1A*, qui code pour un canal sodique particulièrement sensible à la température⁽¹⁰⁾. Chez ces patient-e-s, les crises peuvent être déclenchées par une légère augmentation de la température corporelle via la fièvre, les bains chauds et la chaleur ambiante⁽⁷⁾.

Les principaux capteurs de température humains sont constitués de canaux cationiques fonctionnant de façon transitoire, les canaux TRP (pour Transient Receptor Potential), qui sont activés dans des plages de température définies. Par exemple, les canaux sensibles au froid TRPM8 et TRPA1 s'activent respectivement à 15 °C et 17 °C, tandis que le canal sensible à la chaleur TRPV1 s'active à 40 °C. Une variabilité génétique significative au sein de la sous-famille TRPV a été décrite, qui pourrait entraîner des susceptibilités individuelles et influencer les réponses physiologiques aux changements de température. Bien que le lien direct entre cette variabilité et une augmentation des crises épileptiques en réponse aux températures externes reste à établir, l'existence des crises fébriles ou de formes d'épilepsies particulièrement sensibles à la température souligne cette possibilité⁽⁷⁾.

Une étude brésilienne se déroulant lors des étés entre 2000 et 2015 a évalué le risque d'hospitalisation pour crises épileptiques selon la température ambiante. Les résultats ont montré que chaque augmentation de 1 °C au-dessus de la valeur seuil de 26 °C était associée à une augmentation de 4,3% du risque d'hospitalisation. Les patient-e-s âgé-e-s de 20 à 30 ans, notamment les femmes, étaient plus vulnérables à la chaleur⁽¹¹⁾. À notre connaissance, de telles données ne sont pas disponibles en pédiatrie. On peut néanmoins formuler l'hypothèse que chez les jeunes enfants, cette susceptibilité pourrait être encore plus prononcée en raison de leur système de thermorégulation moins développé, augmentant potentiellement leur risque de crises épileptiques face à des températures élevées similaires⁽⁴⁾.

Effets de la chaleur sur les médicaments anti-épileptiques

L'augmentation de la température ambiante ainsi que l'humidité exige un contrôle plus strict de la conservation des médicaments pour les maladies neurologiques. En ce qui concerne les médicaments anti-crisées épileptiques, le stockage de la carbamazépine et de la phénytoïne dans des conditions chaudes et humides altère la stabilité des formes pharmaceutiques et peut réduire la biodisponibilité de 50%⁽⁷⁾. Ces mêmes molécules peuvent être métabolisées différemment selon l'environnement. Par exemple, dans une étude portant sur dix personnes prenant de la diphénylhydantoïne, une diminution des niveaux sériques a été observée durant l'été en raison d'une transpiration accrue⁽⁷⁾.

Infections du système nerveux central par augmentation de la transmission vectorielle:

L'augmentation de la prévalence et de l'incidence de la malaria dans certaines régions du monde est directement associée à l'augmentation des températures et de l'humidité, conditions qui favorisent la prolifération des moustiques vecteurs de la maladie⁽¹²⁾. L'OMS a estimé qu'une augmentation de 2 à 3 °C pourrait augmenter la population à risque d'infection de 3 à 5%⁽¹³⁾. La malaria peut causer une forme d'encéphalite aiguë accompagnée de crises convulsives, affectant particulièrement sévèrement les enfants⁽⁷⁾.

Par ailleurs, l'ingestion des œufs de *Taenia solium* dans la nourriture contaminée peut causer une neurocysticercose, qui est responsable de 30 à 50% des cas de crises d'épilepsie selon la localisation géographique⁽⁷⁾. Bien qu'il n'y ait pas eu d'études spécifiques sur l'effet de l'augmentation de la température et de l'humidité sur la propagation de ce parasite, il est possible que des températures plus élevées, couplées à des systèmes sanitaires déficients favorisent sa diffusion. Cette situation est particulièrement critique pour la santé neuropédiatrique : les enfants exposés à la neurocysticercose sont à risque accru de séquelles neurologiques permanentes et de problèmes développementaux.

En raison de l'augmentation des températures globales, il est prédit que d'ici 2050, 1,3 milliard de personnes supplémentaires pourraient être exposées au virus Zika⁽¹⁴⁾. L'expansion géographique prévue du virus inclut l'Europe de l'Ouest, l'Amérique du Nord, et l'Asie de l'Est⁽¹⁴⁾. Du point de vue neuropédiatrique, le virus Zika est particulièrement préoccupant en raison de ses conséquences dévastatrices sur le développement fœtal en cas d'infection de la femme enceinte. Il est associé à une augmentation des fausses couches, des naissances prématurées, et surtout des cas de microcéphalie, souvent associée à des déficits neurologiques sévères^(14,15).

Cette tendance à l'augmentation de la prévalence et de l'incidence de maladies infectieuses exacerbée par les modifications climatiques, se manifeste également pour d'autres maladies infectieuses ayant un impact sur le système nerveux central, comme la maladie de Lyme et l'encéphalite japonaise. Ces maladies partagent des mécanismes de transmission influencés par les changements de température et d'humidité, augmentant ainsi le risque d'exposition et les complications neurologiques dans les populations pédiatriques⁽⁴⁾.

Catastrophes naturelles

Le changement climatique est un facteur clé dans l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des catastrophes naturelles. Une élévation des températures mondiales entraîne une hausse de l'évaporation de l'eau, saturant l'atmosphère en humidité. Cette humidité, une fois condensée, provoque des précipitations plus abondantes et peut déclencher des inondations. Parallèlement, l'intensification de ces phénomènes météorologiques augmente la sévérité des tempêtes, qui peuvent évoluer en ouragans, typhons,

et tornades⁽¹⁶⁾. Ces catastrophes naturelles ne se limitent pas à des dégâts environnementaux; elles exposent également les populations à des risques accrus de traumatismes physiques, y compris des lésions cérébrales traumatiques. Ces blessures cérébrales peuvent induire des complications neurologiques telles qu'une épilepsie post-traumatique⁽⁷⁾.

Le changement climatique, en augmentant la fréquence des catastrophes naturelles, met également en péril l'accès aux soins médicaux et aux médicaments, exacerbant les maladies préexistantes. Lors des tempêtes hivernales de février 2021 en Amérique du Nord, plus de 700 décès ont été recensés, directement ou indirectement associés à l'événement, 10% d'entre eux étant attribués à l'aggravation de maladies préexistantes liée à un accès limité aux traitements. Ces événements ont également entraîné une hausse des crises chez les personnes atteintes d'épilepsie, potentiellement due au stress accru et à la pénurie de médicaments. Les enfants sont particulièrement exposés à ces risques en raison des perturbations dans la chaîne d'approvisionnement pharmaceutique⁽¹⁷⁾.

Les facteurs tels que le manque de sommeil, le stress et la modification de température, combinés aux défis posés par les catastrophes environnementales, exacerbent les disparités structurelles et menacent de manière disproportionnée la santé des enfants atteints de maladies chroniques. Près de 10% des enfants affectés ont manqué de médicaments lors de ces crises, provoquant une augmentation des visites aux urgences. Malgré une réserve adéquate de médicaments, de nombreuses familles ont rapporté une fréquence accrue des crises, soulignant l'impact profond des stress environnementaux sur la gestion de l'épilepsie pédiatrique⁽¹⁷⁾.

Pollution

Le changement climatique, en modifiant la composition atmosphérique et en favorisant l'accumulation de polluants, contribue à aggraver la pollution de l'air ambiant. Cette pollution atmosphérique, amplifiée par des températures plus élevées et une stagnation accrue de l'air en milieu urbain, a des effets préoccupants sur le neurodéveloppement des enfants. Chez les jeunes enfants, ainsi que durant la vie intra-utérine, la perméabilité accrue de la barrière hémato-encéphalique, permet aux particules fines et ultra-fines présentes dans l'air de pénétrer directement dans le cerveau⁽¹⁸⁾. De nombreuses études humaines suggèrent que l'exposition prénatale à des substances issues de la combustion, telles que les particules fines PM2.5, qui incluent notamment les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ainsi que le dioxyde d'azote (NO₂), est associée à des complications de développement qui se manifestent dès la petite enfance. Ces troubles affectent la structure cérébrale et réduisent les performances aux tests de développement. Par exemple, l'exposition aux HAP pendant la grossesse est associée à des réductions de la substance blanche cérébrale et à des retards dans le traitement de l'information, se traduisant par des symptômes de TDAH et une baisse du QI chez certains enfants. De même,

de fortes concentrations de PM2.5 sont corrélées à une diminution de l'épaisseur corticale et du volume du corps calleux, compromettant les capacités cognitives et de communication. L'exposition au NO₂ est également associée à des altérations du développement psychomoteur^(18,19). Ensemble, ces modifications contribuent au développement de maladies neuro-développementales⁽¹⁸⁾. Ces résultats soulignent l'effet indirect mais significatif du changement climatique sur la santé neurologique pédiatrique, à travers l'amplification de la pollution atmosphérique.

Au-delà des troubles du développement, la pollution de l'air liée au changement climatique pourrait également influencer l'incidence d'accidents vasculaires cérébraux (AVC) dans les populations pédiatriques⁽²⁰⁾. L'association entre la pollution de l'air et les AVC ischémiques a été démontrée à deux niveaux : d'une part, l'exposition à long terme peut être considérée comme un facteur de risque chronique pour les AVC ischémiques; d'autre part l'exposition à court terme peut agir comme un déclencheur d'AVC ischémique aigu chez les personnes présentant des facteurs de risque vasculaire prédisposants. Dans ces deux cas, les mécanismes sous-jacents restent hypothétiques, mais impliqueraient probablement le stress oxydatif, inflammation ainsi que perturbation du système nerveux autonome. Ces mécanismes provoqueraient par la suite des effets délétères sur le système vasculaire cérébral⁽²¹⁾. Dans le contexte du réchauffement climatique, la persistance voire l'aggravation de la pollution dans certaines régions pourrait ainsi contribuer, de manière indirecte mais préoccupante, à une augmentation de ces événements neurologiques sévères.

Eco-anxiété, stress et sommeil

Les événements climatiques extrêmes (inondations, grands feux, tempêtes) sont la cause de pathologies post-traumatiques, dépressions et troubles anxieux, des prévalences allant jusqu'à 83% pour le PTSD et jusqu'à 66% pour les troubles de l'humeur type dépression⁽²²⁾. Outre les troubles de l'humeur, une augmentation des comportements externalisés, tels que l'agressivité, a été rapportée chez les enfants exposés à des événements météorologiques extrêmes (EME), notamment lors de vagues de chaleur en Californie ou à la suite de tornades⁽²³⁾. Ces manifestations comportementales soulignent l'impact potentiel des EME non seulement sur la santé mentale, mais aussi sur le développement cognitif des enfants. En effet, une étude australienne menée après les incendies majeurs de Victoria en 2009, portant sur plus de 24 000 élèves, a révélé une diminution significative des compétences en lecture et en mathématiques chez les enfants scolarisés dans les zones fortement sinistrées. Cette baisse des performances académiques était particulièrement marquée chez les enfants ayant exprimé une plus grande détresse émotionnelle au moment des faits⁽²³⁾. Par ailleurs, des conséquences psychologiques à plus long terme ont également été observées, avec l'apparition de symptômes de stress post-traumatique pouvant persister plus de deux ans après l'exposition à la catastrophe. La réponse d'un enfant face à un événement trauma-

Formation continue

tique varie selon un équilibre propre entre facteurs de protection et facteurs de vulnérabilité, qui influencent l'évolution de son développement.

Ces troubles sont en lien direct avec l'évènement, ou liés aux effets sur l'entourage proche. Même sans avoir vécu directement un événement catastrophique, la prise de conscience au niveau mondial des phénomènes liés au changement climatique s'accompagne également d'une augmentation d'anxiété et de dépression, définie comme « éco-anxiété ».

Dans le contexte actuel des dérèglements climatiques, les enfants et les jeunes adultes sont particulièrement vulnérables à l'éco-anxiété, un phénomène largement documenté par la recherche^(24,25). La précarité, accompagnée de difficultés d'accès aux soins, potentialise ses effets. L'éco-anxiété se marque par des symptômes de tristesse, de colère et un sentiment d'impuissance, qui impactent la qualité de vie⁽²⁴⁾. Une enquête mondiale portant sur 10 000 personnes âgées de 16 à 25 ans a révélé que 59% d'entre elles se sentent très ou extrêmement inquiètes à propos du changement climatique, avec 47% rapportant que ces préoccupations affectent négativement leur vie quotidienne⁽²⁵⁾. Cette augmentation du stress lié à l'avenir de la planète peut avoir des répercussions profondes sur la santé mentale et physique.

Le stress émotionnel engendré par le changement climatique et ses répercussions, telles que l'éco-anxiété, est particulièrement préoccupant car il peut favoriser la l'apparition de crises chez plus de 80% des personnes épileptiques⁽⁷⁾. Chez les individus particulièrement vulnérables aux crises induites par le stress, celles-ci résultent d'une réaction spécifique du cerveau caractérisée par une corrélation entre les niveaux de cortisol, les décharges interictales et une réduction de la connectivité fonctionnelle globale, comme le montrent les enregistrements EEG⁽⁷⁾. Les modifications des habitudes de sommeil, les fluctuations de température et le stress sont des facteurs favorisant la survenue de crises chez de nombreux patient-e-s⁽¹⁷⁾.

L'un des grands facteurs précipitant les crises épileptiques est la fatigue et le manque de sommeil. La privation de sommeil due au stress peut augmenter la fatigue et détériorer le contrôle des crises^(4,7). Pendant les vagues de chaleur, le sommeil de jeunes

enfants et d'adolescent-e-s a été observé comme fragmenté et réduit, avec une déplétion du sommeil N3 et REM, essentiels pour la performance cognitive, la fonction émotionnelle du cerveau, la susceptibilité aux maladies chroniques et infectieuses et la capacité de gestion des crises⁽²⁶⁾. Les températures nocturnes s'élèvent plus rapidement que les températures diurnes. Cette hausse accentue les perturbations du sommeil et, par conséquent, intensifie les risques liés à une gestion inefficace des crises épileptiques⁽²⁷⁾.

Enfin, le changement climatique provoque une migration forcée depuis les pays les plus affectés vers ceux moins directement concernés. Cette situation affecte par exemple les mineurs non-accompagnés, qui sont particulièrement vulnérables en raison de l'incertitude de leur avenir et des événements traumatisants subis lors de leur séparation d'avec leur milieu familial, ce qui peut entraver leur développement neurologique. Au-delà des soins de santé de base tels que la vaccination et le dépistage des maladies infectieuses permettant souvent d'éviter la survenue de complications neurologiques de certaines pathologies, ces jeunes migrants peuvent avoir besoin d'un soutien psychologique pour gérer les traumatismes vécus, ainsi que de traitements neurologiques ciblés pour des symptômes fréquemment observés tels que des céphalées tensionnelles⁽²⁸⁾.

Conclusion

Le changement climatique a un impact potentiel indéniable sur les enfants atteints de pathologies neurologiques. L'augmentation des températures globales, la fréquence accrue des catastrophes naturelles et la pollution croissante entraînent un risque de créer des problématiques pouvant augmenter significativement la complexité de leur prise en charge. Il est d'autant plus nécessaire d'accroître la prise de conscience face à ces défis pour répondre aux besoins sanitaires à venir.

Pour la bibliographie, veuillez consulter notre version en ligne de l'article.

Auteur-e-s

Nora Hazan, Université de Lausanne

Dr med. Christian Korff, Responsable d'unité de Neuropédiatrie, HUG et Université de Genève

Dr med. Dante Trojan, Médecin adjoint et responsable d'unité de Pédopsychiatrie, HUG, Genève

Les auteur-e-s n'ont déclaré aucun lien financier ou personnel en rapport avec cet article.