

Radon environnemental et asthme infantile

[Lana Mukharesh](#) , MD, ^{1,2} [Kimberly F. Greco](#) , MPH, ³ [Tina Banzon](#) , MD, ^{2,4} [Petros Koutrakis](#) , PhD, ⁵ [Longxiang Li](#) , ScD, ⁵ [Marissa Hauptman](#) , MD, MPH, ^{2,6} [Wanda Phipatanakul](#) , MD , MS, ^{2,4} et [Jonathan M. Gaffin](#) , MD, MMSc ^{1,2}

[Informations sur l'auteur](#) [Informations sur les droits d'auteur et la licence](#) [Avertissement PMC](#)

La version finale éditée par l'éditeur de cet article est disponible sur [Pediatri Pulmonol](#)

Données associées

[Déclaration de disponibilité des données](#)

[Aller à:](#)

1 | INTRODUCTION

L'asthme est la maladie chronique de l'enfance la plus courante aux États-Unis, touchant plus de 4 millions (6 %) d'enfants de moins de 18 ans. ¹ De multiples facteurs contribuent aux symptômes, au diagnostic et à la morbidité de l'asthme, notamment les polluants de l'air intérieur. ² Plus de 90 % du temps est passé à l'intérieur ³, ce qui rend l'exposition intérieure aux irritants respiratoires particulièrement importante.

Le radon (^{222}Rn) est un gaz rare d'origine naturelle, formé à partir de la désintégration radioactive de l'uranium dans le sol, les roches et les eaux souterraines. Il peut s'infiltrer par les fissures et s'accumuler dans des endroits mal aérés ou fermés, affectant ainsi la qualité de l'air intérieur. Les produits de désintégration du radon inhalés (^{214}Po , ^{218}Po) émettent des rayons α , causant des

dommages à l'épithélium respiratoire, ce qui est une cause bien établie de cancer du poumon ⁴ et, plus récemment, a été associé à la morbidité liée à la maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC). ⁵

Sur la base du mécanisme des lésions des voies respiratoires et des découvertes récentes sur la BPCO, nous avons émis l'hypothèse que l'exposition au radon serait associée au diagnostic d'asthme et aux symptômes d'asthme chez les enfants.

[Aller à:](#)

2 | MATÉRIELS ET MÉTHODES

Il s'agissait d'une étude transversale utilisant les données d'une enquête de dépistage provenant de trois études cliniques prospectives financées par les National Institutes of Health/National Institute of Allergy and Infectious Diseases dans des écoles élémentaires ; Étude sur l'asthme dans les écoles du centre-ville ; SICAS-1 ($n = 1358$), mené entre 2008 et 2013, SICAS-2 pilote ($n = 44$), de 2013 à 2014, et SICAS-2 ($n = 1862$), mené entre 2015 et 2020. Ces études visaient globalement à évaluer l'effet de l'environnement intérieur sur la morbidité asthmatique chez les enfants d'âge scolaire souffrant d'asthme. Pour chacune de ces études, les parents d'enfants des écoles primaires du nord-est des États-Unis ont rempli un bref questionnaire de dépistage concernant le diagnostic de l'asthme et les symptômes spécifiques de l'asthme. Des questionnaires ont été distribués dans les salles de classe à tous les enfants afin qu'ils soient complétés par leur tuteur et collectés par l'équipe d'étude à leur retour. Des détails supplémentaires concernant les méthodes ont été publiés précédemment. ^{6,7}

Pour la présente analyse, le résultat principal, le diagnostic d'asthme, a été déterminé en répondant « oui » à un diagnostic d'asthme d'un médecin et/ou à l'utilisation actuelle d'un médicament contre l'asthme sur un formulaire d'éligibilité au dépistage de la population étudiée. Les critères de jugement secondaires comprenaient le signalement de symptômes de respiration sifflante, de difficultés respiratoires nocturnes, de toux nocturne et de jours d'école manqués. Les réponses étaient divisées en « jamais » par rapport à « parfois » ou « beaucoup ».

Des estimations des concentrations mensuelles de radon ont été calculées pour la zone de tabulation du code postal de l'école de chaque participant dans la région de 2005 à 2018 grâce à un modèle d'apprentissage automatique en deux étapes qui a été publié précédemment.⁸ Des moyennes mobiles ont été calculées pour 1, 5, 7, 12 et 24 mois d'exposition avant l'évaluation des résultats.

Un modèle de régression logistique a été utilisé pour évaluer l'association entre l'asthme et les symptômes et l'exposition au radon dans le sol (pCi/L), en ajustant l'âge, la race, la cohorte et l'année d'évaluation.

[Aller à:](#)

3 |. RÉSULTATS

Il y a eu 3 264 répondants à l'enquête de dépistage avec des données complètes sur l'exposition scolaire qui ont été incluses dans l'analyse. L'âge moyen des participants était de 8 ans (intervalle de 3 à 15 ans), 27 % s'identifiaient comme noirs, 22 % comme blancs, 7 % comme métis et 44 % comme autres races. La

prévalence de l'asthme était de 25 %. Les symptômes respiratoires signalés de toux nocturne étaient de 36 %, la respiration sifflante de 29 %, les difficultés respiratoires nocturnes de 14 % et les jours d'école manqués de 13 %. Les plages d'estimations mensuelles du radon (pCi/L) dans l'environnement scolaire sont présentées dans [Tableau 1](#). L'analyse de régression logistique a démontré une association significative entre l'exposition au radon à court terme (1, 5 et 7 mois) et le diagnostic d'asthme, ainsi qu'entre l'exposition au radon à court et à long terme (12 et 24 mois) et le risque d'absentéisme scolaire deux fois plus élevé. ($p < 0,05$). L'effet des fenêtres d'exposition au radon à court et à long terme et des symptômes respiratoires était presque universellement positif, mais n'atteignait pas une signification statistique ([Tableau 2](#)).

TABLEAU 1

Plages d'estimations du radon en milieu scolaire (pCi/L)

Fenêtre d'exposition	Estimations du radon
Moyenne mobile sur 1 mois	0,96-1,71
Moyenne mobile sur 5 mois	1,02-1,77
Moyenne mobile sur 7 mois	1,04-1,78
Moyenne mobile sur 12 mois	1,01-1,73
Moyenne mobile sur 24 mois	1,03-1,70

[Ouvrir dans une fenêtre séparée](#)

Abréviation : pCi/L, picocuries par litre d'air.

TABLEAU 2

Exposition au radon et conséquences respiratoires

Durée d'exposition au radon	Diagnostic de l'asthme	Respiration bruyante	Difficulté à respirer la nuit	Toux nocturne	Jours d'école manqués
<i>N</i>	3242	3192	3188	3228	3225

Durée d'exposition au radon	Diagnostic de l'asthme	Respiration bruyante	Difficulté à respirer la nuit	Toux nocturne	Jours d'école manqués
Moyenne mobile sur 1 mois	1,86 (1,16-2,99) *	1,27 (0,81-2,01)	1,08 (0,60-1,95)	1,02 (0,66-1,57)	2,25 (1,23-4,15) **
Moyenne mobile sur 5 mois	1,97 (1,25-3,11) **	1,46 (0,94-2,26)	1,23 (0,70-2,18)	1,18 (0,78-1,78)	2,37 (1,32-4,28) **
Moyenne mobile sur 7 mois	1,89 (1,19-2,99) **	1,40 (0,90-2,18)	1,21 (0,68-2,14)	1,12 (0,74-1,70)	2,23 (1,2-4,05) **
Moyenne mobile sur 12 mois	1,65 (1,00-2,73)	1,16 (0,72-1,88)	1,03 (0,55-1,92)	0,96 (0,61-1,51)	2,00 (1,04-3,83) *
Moyenne mobile sur 24 mois	1,72 (0,99-3,00)	1,19 (0,70-2,02)	1,02 (0,51-2,02)	1,01 (0,61-1,66)	2,25 (1,10-4,60) *

[Ouvrir dans une fenêtre séparée](#)

Remarque : analyse de régression logistique ajustée en fonction de l'âge, de la race, de la cohorte et de l'année. Les données sont présentées sous forme de rapport de cotes et d'intervalle de confiance à 95 %.

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$.

[Aller à:](#)

4 | DISCUSSION

Dans cette cohorte scolaire d'enfants soumis à un dépistage de la morbidité liée à l'asthme et des symptômes respiratoires, nous avons constaté que l'exposition au radon à court et à long terme dans les écoles était associée à un risque accru d'avoir un diagnostic d'asthme et d'absentéisme scolaire. Nous avons systématiquement trouvé des associations positives non significatives avec l'exposition au radon et le signalement de

respiration bruyante, de toux nocturne et de difficultés respiratoires nocturnes. Ces résultats correspondent à notre modèle d'hypothèse selon lequel l'exposition au radon est associée au diagnostic et à la morbidité de l'asthme. Les enfants ont été examinés au printemps de l'année universitaire en prévision du recrutement dans l'étude de recherche pour l'année universitaire suivante. ⁶ Nous avons caractérisé nos expositions à court terme pour capturer l'année scolaire en cours - 1, 5 et 7 mois - car cela reflétait la période pendant laquelle les sujets avaient été exposés à l'école pendant la majorité de leurs journées pendant plus de six mois à l'école. moment où vous avez répondu au sondage. Les évaluations à plus long terme (12 et 24 mois) peuvent être moins précises, car la possibilité de ne pas avoir l'école comme principale source d'exposition augmente avec des périodes de mesures plus longues, comme pendant les vacances et les week-ends. De plus, les enfants peuvent ne pas avoir fréquenté la même école au cours des années précédentes ; Cependant, nous pensons qu'il est peu probable que cela affecte sensiblement nos résultats, car le participant moyen était âgé de 8 ans (environ la deuxième année) et fréquentait probablement la maternelle et la première année dans la même école que celle où son exposition a été évaluée.

Nos travaux antérieurs ont identifié des contributions significatives des expositions scolaires aux symptômes respiratoires, ⁹⁻¹¹ et il semble que le radon puisse avoir un effet similaire. Lors de l'évaluation de nos critères de jugement secondaires, nous avons constaté une probabilité accrue de symptômes respiratoires signalés en cas d'exposition au radon ; cependant, cette association n'était pas statistiquement significative. Il convient de souligner que les niveaux de radon estimés dans notre cohorte d'étude étaient tous inférieurs au niveau exploitable de 4 pCi/L recommandé par l'Environmental Protection Agency (EPA) des

États-Unis pour l'atténuation du radon. ¹² Malgré ces faibles niveaux, nous avons pu trouver une association entre l'exposition au radon et l'asthme, ce qui suggère que les effets du radon sur la santé pourraient être ressentis à des niveaux qui ne déclencheraient pas une intervention dans les bâtiments publics ou privés. Il convient de noter que l'EPA n'a pas déterminé de niveau d'exposition sécuritaire au radon ¹² et que les mesures d'atténuation peuvent réduire les niveaux à moins de 0,5 pCi/L. ¹³

Bien que provocateurs, ces résultats sont limités par la nature de la conception de l'étude transversale qui évalue le résultat à un moment donné, ce qui limite la confiance dans les inférences causales reliant l'exposition au résultat. L'évaluation du radon a été modélisée à partir de mesures locales et de constructions géospatiales, et le résultat a été déterminé par le rapport des parents, ce qui peut conduire à une imprécision dans l'exposition réelle et le résultat. Cependant, le modèle du radon a utilisé une méthode en deux étapes qui augmente la précision des niveaux estimés. ⁸ La prévalence de l'asthme dans cette étude est également particulièrement élevée, mais n'est pas très éloignée de celle que l'on peut observer dans les districts scolaires urbains aux États-Unis. Néanmoins, un certain niveau de biais de déclaration peut être présent dans le résultat de l'asthme, bien qu'il soit peu probable qu'il ait influencé les résultats associatifs du radon sur ce résultat. Enfin, en raison de la brièveté de l'enquête de dépistage, il n'a pas été possible d'ajuster les facteurs de confusion potentiels, notamment les données démographiques des participants, leur adresse personnelle, leurs antécédents médicaux et d'autres expositions environnementales. Notre étude portait sur une cohorte scolaire et nous nous sommes donc concentrés uniquement sur les expositions au niveau scolaire. De futures études longitudinales sont nécessaires pour étudier l'exposition au

radon à la fois à l'école et à la maison afin de valider nos résultats et de déterminer une relation causale entre le radon et l'asthme.

En conclusion, à notre connaissance, il s'agit de la première étude à impliquer le radon comme facteur de risque modifiable important pour l'asthme infantile.

[Aller à:](#)

REMERCIEMENTS

Nous remercions les entreprises suivantes pour leurs généreux dons. Lincoln Diagnostics, Inc., Decatur, IL, États-Unis, appareils Multi-Test II ; Greer, Inc, Lenoir, NC Extraits allergéniques pour tests cutanés. Thermo Fisher, Inc. Test ^{ImmunoCAP®}. Monaghan Medical, Inc. Aero-Chambers et Aeorcrine, Inc. Machines NiOx. Ce travail a été réalisé avec le soutien de Harvard Catalyst | Le Harvard Clinical and Translational Science Center (National Center for Research Resources et National Center for Advancing Translational Sciences, National Institutes of Health Award UL1 TR002541) et les contributions financières de l'Université Harvard et de ses centres de santé universitaires affiliés. Le contenu relève de la seule responsabilité des auteurs et ne représente pas nécessairement les opinions officielles de Harvard Catalyst, de l'Université Harvard et de ses centres de santé universitaires affiliés, ou des National Institutes of Health. D'autres documents en nature ont été fournis par Alk Abello, Lincoln Diagnostics et Thermo Fisher Scientific. Nous remercions également les écoles communautaires, les participants et leurs familles pour le soutien qu'ils ont apporté à l'étude. Cette publication a été rendue possible grâce à la subvention RD-835872 de l'EPA des États-Unis. Son contenu relève de la seule responsabilité du bénéficiaire et ne représente pas nécessairement les vues officielles de l'US EPA. De plus, l'EPA des

États-Unis n'approuve pas l'achat de produits ou services commerciaux mentionnés dans la publication. Le Dr Gaffin est soutenu par R01 ES030100 des National Institutes of Health. Le Dr Phipatanakul est soutenu par les subventions U01 AI 152033 et K24 AI 106822 des National Institutes of Health and Allergy Asthma Awareness Initiative, Inc. Le Dr Hauptman est soutenu par K23 ES 031663 des National Institutes of Health. Le Dr Phipatanakul rapporte des honoraires de conseil de Genentech, Novartis, Regeneron, Sanofi, GSK et Astra Zeneca pour des traitements liés à l'asthme, en dehors des travaux soumis. Les travaux du Dr Koutrakis ont été soutenus par le RD-835872 de l'US EPA.

Informations sur le financement

RD-835872 ; K24 AI 106822 ; K23 ES031663 ; R01ES030100 ; U01 AI 152033

[Aller à:](#)

Notes de bas de page

CONFLIT D'INTÉRÊT

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

[Aller à:](#)

DÉCLARATION DE DISPONIBILITÉ DES DONNÉES

Les données qui étayent les conclusions de cette étude sont disponibles auprès de l'auteur correspondant sur demande raisonnable.

LES RÉFÉRENCES

1. Données de l'enquête nationale annuelle sur la santé. *Centre national des statistiques de la santé. Département américain de la Santé et des Services sociaux. Centres pour le Contrôle et la Prévention des catastrophes* . Consulté le 13 juin 2022. <https://www.cdc.gov/asthma/most-recent-national-asthma-data.htm>
2. Esty B, Permaul P, DeLoreto K, Baxi SN, Phipatanakul W. Asthme et allergies en milieu scolaire . *Clin Rev Allergie Immunol* . 2019 ; 57 (3): 415-426. doi : 10.1007/s12016-019-08735-y [[Article gratuit PMC](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
3. Vardoulakis S, Giagloglou E, Steinle S et al. Exposition intérieure à certains polluants atmosphériques dans l'environnement domestique : une revue systématique . *Int J Environ Res Santé Publique* . 2020 ; 17 (23) :8972. doi: 10.3390/ijerph17238972 [[Article gratuit PMC](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
4. Darby S, Hill D, Auvinen A et al. Radon dans les maisons et risque de cancer du poumon : analyse collaborative des données individuelles de 13 études cas-témoins européennes . *BMJ* . 2005 ; 330 (7485):223. doi : 10.1136/bmj.38308.477650.63 [[Article gratuit PMC](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
5. Conde-Sampayo A, Lorenzo-González M, Fernández-Villar A, Barros-Dios JM, Ruano-Ravina A. Exposition au radon résidentiel et à la BPCO : une revue systématique . *Int J Chron Obstruer Pulmon Dis* . 2020 ; 15 : 939-948. doi: 10.2147/COPD.S245982 [[Article gratuit PMC](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
6. Phipatanakul W, Bailey A, Hoffman EB et al. L'étude sur l'asthme dans les centres-villes scolaires : conception, méthodes et leçons apprises . *J*

Asthme . 2011 ; 48 (10) :1007-1014. doi:

10.3109/02770903.2011.624235 [[Article gratuit PMC](#)] [[PubMed](#)]
[[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

7. Phipatanakul W, Koutrakis P, Coull BA et al. L'étude d'intervention sur l'asthme dans les centres-villes scolaires : conception, justification, méthodes et leçons apprises . *Essais Contemp Clin* . 2017 ; 60 : 14–23. doi:

10.1016/j.cct.2017.06.008 [[Article gratuit PMC](#)] [[PubMed](#)]
[[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

8. Li L, Blomberg AJ, Stern RA et al. Prédiction des concentrations mensuelles de radon domestique au niveau communautaire dans la grande région de Boston avec un modèle d'apprentissage d'ensemble . *Environ Sci Technol* . 2021 ; 55 (10) : 7157-7166. doi : 10.1021/acs.est.0c08792

[[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

9. Sheehan WJ, Permaul P, Petty CR et al. Association entre l'exposition aux allergènes dans les écoles des centres-villes et la morbidité asthmatique chez les étudiants . *JAMA Pédiatre* . 2017 ; 171 (1):31-38. doi :

10.1001/jamapediatrics.2016.2543 [[Article gratuit PMC](#)] [[PubMed](#)]
[[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

10. Lai PS, Sheehan WJ, Gaffin JM et al. "Exposition scolaire aux endotoxines et morbidité asthmatique chez les enfants des quartiers

défavorisés ". *Poitrine* . 2015 ; 148 (5) : 1251-1258. doi: 10.1378/chest.15-0098 [[Article gratuit PMC](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

11. Gaffin JM, Hauptman M, Petty CR et al. Exposition au dioxyde d'azote dans les salles de classe des enfants asthmatiques des quartiers défavorisés . *J*

Allergie Clin Immunol . 2018 ; 141 (6) : 2249-2255. doi:

10.1016/j.jaci.2017.08.028 [[Article gratuit PMC](#)] [[PubMed](#)]
[[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

12. Agence de protection de l'environnement des États-Unis. Radon . Consulté le 8 août 2022. <https://www.epa.gov/radon>

13. Steck DJ. L'efficacité des mesures d'atténuation pour réduire le risque de radon dans les maisons unifamiliales du Minnesota . *Santé Phys* . 2012 ; 103 (3): 241-248. est ce que je:
10.1097/HP.0b013e318250c37a [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

AUTRES FORMATS

- [PubReader](#)
- [PDF \(297 Ko\)](#)

ACTIONS

- Citer
- Collections

PARTAGER

- 
- 
- 

RESSOURCES

- Articles similaires
- Cité par d'autres articles
- Liens vers les bases de données NCBI

AMA

APA

MLA

N

LM

SUIVRE NCBI