

# L'éducation et la distribution d'équipements permettent d'améliorer les connaissances sur le mercure et l'utilisation de la cornue dans les communautés d'exploitation aurifère artisanale et à petite échelle au Sénégal

Jacqueline Gerson,<sup>1</sup> Arabella Chen,<sup>2</sup> Falaye Danfakha,<sup>3</sup> Heidi Hausermann<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Earth and Environmental Sciences, Michigan State University, gersonja@msu.edu

<sup>2</sup> Nicholas School of the Environment, Duke University, Arabella.chen@duke.edu

<sup>3</sup> Peace Corps Senegal, danfakhafalaye@gmail.com

<sup>4</sup> Department of Anthropology and Geography, Colorado State University, Heidi.Hausermann@colostate.edu

## POINTS CLÉS

- Nous avons évalué l'efficacité d'une intervention pour réduire les émissions de mercure émises par l'orpaillage dans des communautés qui pratiquent l'extraction aurifère de la région de Kédougou au Sénégal.
- Nous avons procédé par une formation éducative basée sur des graphiques et des approches adaptées à la culture et focalisées sur les communautés à travers notamment la distribution des cornues accessibles et produits à l'échelle locale.
- Cette intervention a contribué à la diffusion des informations sur la dangerosité du mercure.
- Cette intervention a contribué à l'augmentation de l'utilisation des cornues.
- Nous avons constaté que la présence d'un effet de débordement où même ceux qui n'avaient pas bénéficié de l'intervention ont pourtant fait preuve d'une sensibilisation et d'un changement de comportement.

## CONTEXTE

L'exploitation aurifère artisanale et à petite échelle (l'orpaillage) est le contributeur principal à l'émission de mercure dans l'atmosphère dans le monde (1). L'article 7 de la convention de Minamata sur le mercure demande aux pays de réduire leurs émissions de mercure en relation avec l'orpaillage. Le mercure est une neurotoxine qui est néfaste aux personnes (2) tout comme aux animaux (3). Après l'introduction du mercure au corps humain, la toxine peut entraîner des tremblements, des troubles de la vision et une perte de fonctionnalité des membres. Dans les cas graves, l'intoxication au mercure peut s'avérer mortelle (2). Lors du processus de

l'orpaillage, des petits groupes de mineurs extraient des sols et des sédiments. Ensuite, ils cherchent à extraire de l'or en y introduisant du mercure qui se lie par la suite de manière sélective à l'or, donnant comme résultat un amalgame d'or et de mercure que les mineurs peuvent séparer de l'ensemble des sols et sédiments. Cependant, le mercure qu'il reste de cette opération entre dans les sols et les rivières, alors que celui qui est brûlé de l'amalgame est émis dans l'atmosphère et se retrouve plus tard dans les terres et les eaux.

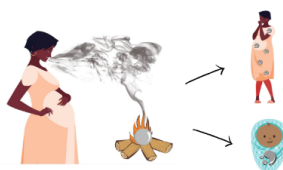
De la part des mineurs, ils sont exposés au mercure par le contact corporel et par l'inhalation des vapeurs de Hg. Puisque la combustion de l'amalgame Hg-or s'effectue souvent dans les communautés et / ou dans

# Protégez-Vous Contre la Toxicité du Mercure Provenant de l'Exploitation Minière

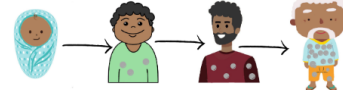
## Comment le Mercure Pénètre dans Votre Corps



Le mercure brûlant se déplace vers les maisons et les personnes voisines



Le mercure entre par le nez ou la bouche lorsque vous êtes près d'un endroit où du mercure est brûlé. Les mères peuvent le transmettre à leur bébé.



Si vous continuez à respirer du mercure, il s'accumule dans votre corps. Le mercure reste dans votre corps.

## Effets Secondaires de l'Exposition au Mercure



Problèmes liés à la parole et à l'audition



Problèmes oculaires, la vision devient floue.



Difficulté à serrer la main et tremblements du corps



Oubli et difficulté à se souvenir



Corps partiellement engourdi et difficulté à bouger les parties du corps



Décès

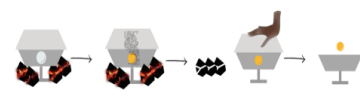
## Comment Vous Protéger du Mercure



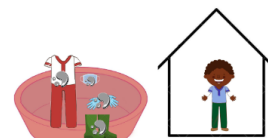
Portez des gants, un masque et des chaussures pour toucher ou brûler du mercure



Brûler du mercure dans une zone éloignée de la communauté



Utilisez une cornue pour empêcher les vapeurs de mercure de s'échapper



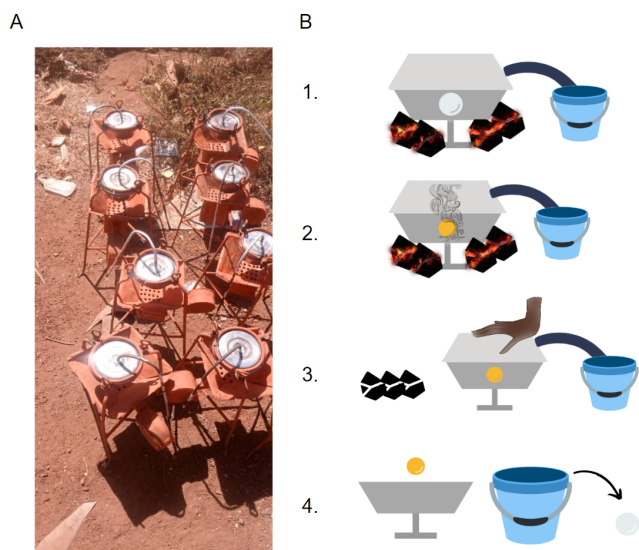
Laisser les vêtements à l'extérieur et les laver avant de les porter à nouveau

**Figure 1.** Des affiches éducatives n'ont été distribuées qu'aux villages d'éducation uniquement et qu'aux villages d'éducation et de distribution d'équipement.

des espaces urbains, les membres des collectivités, tels que des non-mineurs et des enfants, sont également affectés par l'inhalation des vapeurs en suspension dans l'air, par la contamination des espaces habités, et / ou par la consommation des aliments contaminés par le mercure (4).

Dans la région du Kédougou au Sénégal, l'occurrence des activités liées à l'orpaillage a augmenté de façon importante depuis les années 1970 et en particulier au cours des dix dernières années. Cette augmentation a multiplié la production aurifère par dix. Aujourd'hui, plus que 75% de la population régionale participe aux activités liées à l'orpaillage, soit l'extraction elle-même ou les activités liées à soutenir l'industrie locale (comme la vente des provisions, le transport, etc. (5, 6).

Ce résumé de recherche donne un aperçu sur les recherches menées par Duke University, Colorado State University, et Michigan State University. Il considère l'efficacité d'une invention basée sur la sensibilisation et la distribution d'équipement en ce qui concerne la diffusion des informations sur la dangerosité du mercure et l'utilisation des cornues. Le projet a mélangé une formation éducative basée sur des graphiques et sur des approches adaptées à la culture et focalisées sur les communautés et la distribution de cornues accessibles et produits à l'échelle locale. Un rapport plus détaillé se trouve dans la publication intégrale (traduction française disponible dans la section « Supporting Information ») sur le site : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666791623000234#appsec1>.



**Figure 2.** A) Des exemplaires des cornues que l'on a distribué aux mineurs dans les groupes d'éducation et de distribution d'équipement. Un métallurgiste local les a produites à l'aide du matériel qui était déjà disponible dans la région selon un design préalablement optimisé mais qui a ensuite été modifié selon les commentaires des mineurs. B) Une schéma qui explique l'opération des cornues. D'abord, une cuve de condensation à vapeur de Hg alimente un récipient d'eau, ce qui permet la collecte du mercure et empêche sa vaporisation. 1) L'on met l'amalgame Hg-or dans la cornue chauffée avec le couvercle. 2) Le mercure brûle et passe par la cuve de condensation de Hg pour que le mercure tombe dans l'eau en-dessous en laissant l'or derrière. 3) Les mineurs retirent la cornue de la chaleur et attendent qu'elle se refroidisse. 4) L'or laissé sur place peut être récupéré tout comme le mercure déposé dans le récipient d'eau.

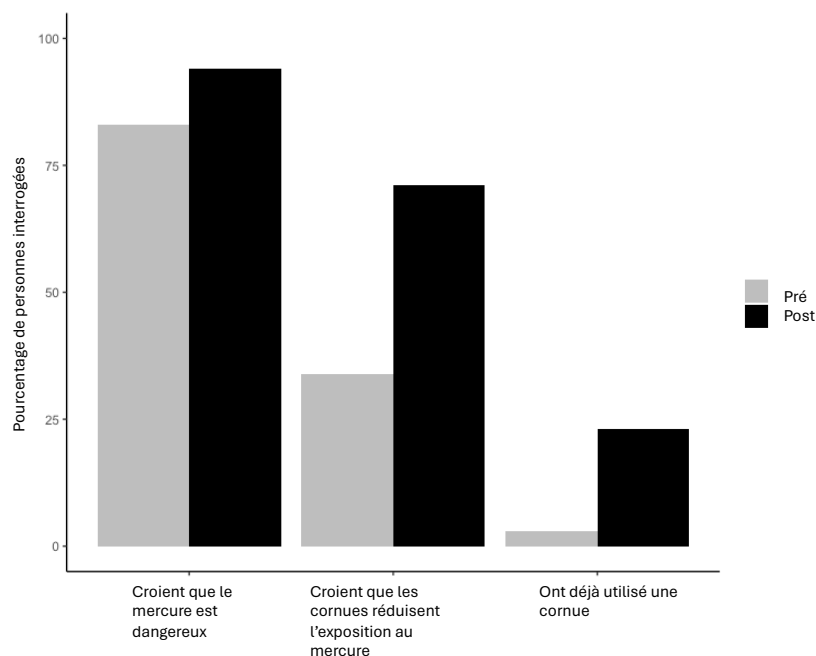
## MÉTHODES

Nous avons analysé les effets de l'éducation et de la distribution de cornues (dispositifs de capture du mercure) par le biais d'enquêtes avant et après l'intervention dans neuf communautés minières sénégalaises. Pour trois communautés, il s'agissait des groupes « témoins » qui n'ont reçu ni éducation ni cornues : Bantako, Gamba-Gamba et Tomboronkoto. Trois communautés n'ont reçu que l'éducation : Kharahenna, Koliya et Ngary. Enfin, trois communautés ont reçu l'éducation et les

cornues : Tenkoto, Mamakhono et Sambranbougou. Nous avons fait des enquêtes préalables et postérieures dans ces villages pour déterminer l'impact de l'intervention sur la sensibilisation au mercure et sur l'utilisation des cornues.

Les séances d'éducation ont eu lieu dans les langues locales, à l'aide de graphiques simples, par des membres de confiance de la communauté. Ces graphiques ont été conçus en incorporant des conseils des collaborateurs sénégalais de la région afin de garantir leur adéquation culturelle. (Figure 1). Les formateurs ont été formés aux informations afin de pouvoir les présenter aux mineurs et aux membres de la communauté et de répondre aux questions posées par les personnes interrogées. Les formateurs ont reçu une indemnité journalière pour leur participation à cette éducation. Les formateurs ont ensuite animé au moins 10 sessions éducatives formelles et des sessions éducatives informelles supplémentaires dans les villages d'éducation seule ainsi que dans les villages d'éducation et de distribution d'équipement de décembre 2020 à mai 2021. Toutes les séances éducatives se sont déroulées dans les langues locales par le biais de réunions formelles (c'est-à-dire des séances conçues pour discuter de ces sujets) et informelles (par exemple, des conversations se déroulant autour d'un thé). Ces sessions ont mis l'accent sur les dangers du Hg et sur l'utilisation de cornues et d'équipements de protection individuelle pour réduire les émissions de Hg et l'exposition à cette substance. Les notables du village (chefs de village, imams, représentants élus), les mineurs, les vendeurs, les groupes de femmes et les jeunes ont tous été ciblés pour les sessions éducatives et d'autres participants ont été identifiés grâce à un échantillonnage en boule de neige. On a également diffusé l'information par la radio locale. Les formations ont eu lieu au cours de cinq mois, de décembre 2020 à mai 2021.

En plus de l'éducation, de la formation et de la distribution d'équipement, les magasins dans les villages ont bénéficié d'une distribution



**Figure 3.** Pourcentage de personnes interrogées dans les enquêtes préalables et postérieures qui A) croient que le mercure est dangereux, B) croient que les cornues réduisent l'exposition au mercure et C) ont déjà utilisé une cornue.

d'équipement, mettant en disponibilité les articles aux acheteurs locaux. L'objectif était d'accroître l'accès aux équipements susceptibles de réduire l'exposition au mercure, tout en exigeant que les personnes investissent dans ces équipements, réduisant ainsi leur dépendance à l'égard d'organisations extérieures et améliorant la durabilité du programme. Un métallurgiste local a fabriqué les cornues à l'aide des équipements disponibles à l'échelle locale et d'un modèle préalablement optimisé pour la capture du Hg par les volontaires de Peace Corps Senegal aux côtés de l'école d'ingénieurs de Kédougou – le Lycée Technique Industriel et Minière de Kédougou (Figure 2). La conception a mis l'accent sur les besoins des mineurs tout en tenant compte de leurs commentaires. La première distribution d'équipements (30 cornues, 33 jeux de gants en latex, 200 masques chirurgicaux) a été livrée gratuitement aux magasins, qui ont par la suite acheté le matériel de réapprovisionnement avec les bénéfices de la vente des produits initiaux. On a mis les propriétaires de magasins en contact direct

avec le métallurgiste local afin qu'ils puissent commander des cornues supplémentaires. Le prix des cornues a été fixé à 15 000 CFA (~24,70 USD), celui des gants à 2 000 CFA (~3,30 USD) et celui des masques à 200 CFA (~0,30 USD).

## RÉSULTATS

### Statistiques Préalables

71% des personnes interrogées ont déclaré que l'exploitation minière était leur principale source de revenus et 88% des mineurs s'y consacraient au moins 30 heures par semaine, avec une moyenne de 39 heures. 90 % des mineurs actuels prévoient de poursuivre leur activité pendant au moins 1 à 3 ans et 73% des mineurs exploitent toute l'année. 75 % des personnes interrogées ont brûlé elles-mêmes l'amalgame Hg-or.

**L'intervention a été efficace dans la sensibilisation des personnes sur la dangerosité du mercure et sur les bénéfices de l'utilisation des cornues.**

Après les séances d'éducation et la distribution d'équipement dans trois villages, presque toutes les personnes interrogées (94% de tout groupe confondu dans les neuf villages) ont déclaré que l'exposition au mercure est dangereuse (contre 83% dans l'enquête préliminaire). Les connaissances et la compréhension des cornues se sont également développées : presque trois-quarts des habitants dans le groupe d'éducation seule ont fait confiance aux rapports que les cornues puissent réduire l'exposition au mercure au moins un peu après l'intervention (contre 34% dans l'enquête préliminaire).

Le succès de cette intervention se doit à la participation des membres de confiance de la communauté, ce qui a assuré que les informations ont été présentées de manière culturellement adaptée et que les participants se sentaient assez à l'aise pour participer et pour poser des questions. Nous avons renforcé l'importance du projet auprès des mineurs et des membres de la communauté en sollicitant le soutien des chefs de villages, des imams et des membres influents de la communauté. Enfin, ayant reconnu l'importance de la durée des séances éducatives, nous les avons organisées au cours de six mois au lieu de quelques jours.

### **L'intervention a été efficace pour le développement de l'utilisation des cornues de la part des mineurs lors de la combustion des amalgames Hg-or.**

Grâce à cette intervention, 23% des personnes interrogées dans les groupes d'éducation et de distribution d'équipement ont dit qu'ils ont utilisé une cornue lors de la combustion de l'amalgame Hg-or (contre 3% avant l'intervention) (Figure 3), 10% utilisent une cornue au moins de temps en temps (contre 2% avant l'intervention) et 5% utilisent fréquemment ou toujours une cornue (contre 0% avant l'intervention).

L'incorporation des conseils des mineurs sur le design de la cornue a joué un rôle majeur dans l'efficacité de l'intervention. Nous avons rendu le

couvercle de la cornue transparent pour que les mineurs puissent observer le processus entier et tout le matériel que nous avons utilisé lors de leur création provenait des magasins locaux pour garantir qu'elles puissent être fabriquées et réparées sans difficulté. Par conséquent, les mineurs ont fait confiance à la nouvelle version des cornues et ont rapidement épuisé l'inventaire de notre première distribution, nous incitant donc à passer immédiatement d'autres commandes.

Ces résultats pèsent lourdement en faveur de l'importance de mélanger l'éducation avec l'accès à l'équipement pour pousser les gens à agir. L'éducation et la sensibilisation seules, comme était le cas du groupe d'éducation seule, ont eu beaucoup moins de succès à développer l'utilisation des cornues. La distribution physique s'est révélée en revanche cruciale pour ce changement de comportement.

### **Les résultats de l'intervention ont impliqué des personnes au-delà des groupes qui ont bénéficié de la formation.**

Nous prévoyions que les groupes ayant reçu la formation aient une meilleure compréhension du mercure, mais nous étions étonnés à apprendre que le groupe témoin suivait aussi cette tendance. Nous croyons que ce fait est le résultat des interactions sociales et des déplacements entre les villages. Il est probable que les informations apprises lors des séances éducatives ont ensuite été communiquées aux autres.

## **CONCLUSION**

Il s'agit de la première étude à examiner les effets d'une combinaison de séances éducatives et d'un accès amélioré aux cornues pour réduire l'exposition des mineurs d'or au Hg. Elle s'appuie sur des approches identifiées pour la première fois lors de réunions communautaires au cours desquelles nous avons demandé aux mineurs, aux chefs de village, aux imams et à d'autres dirigeants locaux de proposer



des solutions pour réduire leur exposition au Hg. Grâce à cette approche ascendante, nous avons collectivement identifié l'amélioration de l'éducation et l'accès à des technologies plus propres comme des solutions potentielles. Nous avons ensuite travaillé auprès des dirigeants locaux pour identifier les meilleurs mécanismes de diffusion de ces informations et équipements.

L'orpaillage est un moyen de subsistance important pour de nombreuses personnes au Sénégal et dans le monde entier. Étant donné le danger de la toxicité du mercure et les niveaux d'exposition élevés des mineurs et des communautés orpaillage, il est essentiel de trouver et de mettre en place des solutions pour réduire leur exposition. Cette étude indique un mécanisme par lequel ceci peut s'effectuer de manière efficace. Nos résultats indiquent qu'une approche éducative basée sur les graphiques et axée sur la communauté en plus d'un accès accru aux cornues jette de bonnes bases pour la réduction des émissions de mercure et l'exposition des communautés orpaillage.

Au cours d'une année, nous avons donné de l'élan à ces sessions de formation et à ces distributions d'équipement et nous avons constaté une réaction positive. Les formateurs s'intéressent à la poursuite de ce travail et les communautés minières saisissent ces opportunités, mais nous devons continuer à investir dans ce programme plutôt que de le déclarer terminé à la fin du cycle de financement. Les études précédentes nous ont appris que l'éducation et la formation pratique doivent être associées. Nous établissons ici que l'éducation peut augmenter les connaissances mais aussi qu'un accès accru aux technologies des meilleures pratiques est vital pour un changement de comportement efficace.

## RÉFÉRENCES

1. UNEP, "Global mercury assessment" (Geneva, 2018), (available at <http://www.unep.org/gc/gc22/Document/UNEP-GC22-INF3.pdf>).

2. E. Ha, N. Basu, S. Bose-O'Reilly, J. G. Dorea, E. McSorley, M. Sakamoto, H. M. Chan, Current progress on understanding the impact of mercury on human health. *Environ. Res.* 152, 419–433 (2017).

3. A. M. Scheuhammer, M. W. Meyer, M. B. Sandheinrich, M. W. Murray, Effects of environmental methylmercury on the health of wild birds, mammals, and fish. *Ambio.* 36, 12–18 (2007).

4. J. R. Gerson, C. T. Driscoll, H. Hsu-kim, E. S. Bernhardt, Senegalese artisanal gold mining leads to elevated total mercury and methylmercury concentrations in soils, sediments, and rivers. *Elem. Sci. Anthr.* 6 (2018), doi:<https://doi.org/10.1525/elementa.274>.

5. B. Doucouré, Développement de l'orpaillage et mutations dans les villages aurifères du sud-est du Sénégal. *Afrique et développement.* XXXIX, 47–67 (2014).

6. A. W. Persaud, K. H. Telmer, M. Costa, M.-L. Moore, Artisanal and Small-Scale Gold Mining in Senegal: Livelihoods, Customary Authority, and Formalization. *Soc. Nat. Resour.*, 1–14 (2017).

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Yaya Cissokho, Diabou Danfakha, Nene Diaby, Cheikh Oumar Diane, Mamadou Diongue et Yamadou Singoura pour leur aide dans la conduite de ce projet. Nous tenons également à remercier tous les éducateurs : Fanta Camara, Koumouna Cissokho, Mahamady Cissokho, Maimouna Cissokho, Soutananding Cissokho, Yaya Cissokho, Aissatou Danfakha, Diabou Danfakha, Koliba Danfakha, Alhouseyni Dangniokho, Kharfa Diallo, Mamadou Diallo, Moussa Diallo, Mory Guirassy, Kamanding Keita, Mady Keita, Sara Keita, Fily Konate et Ganda Tamane. Nous tenons également à remercier tous les enquêteurs : Moussa Camara, Seny Camara, Fily Cissokho, Mady Cissokho, Yaya Cissokho, Ousmane Diaby, Sory Danfakha, Mamadoudou Diallo, Alassane Diediou, Awa Keita, Lamine Sengoura, et Koliba Soumare. Nous remercions Mor Beye pour ses commentaires sur les visuels de l'éducation et l'Institut de recherche en sciences sociales de Duke University ainsi qu'Axel Berky pour leurs commentaires sur les questions de l'enquête. Nous remercions également Bianca Saputra, Erik Jia et Sanna Symer pour leur aide dans l'analyse des données. Nous remercions Ariel Shannon pour son aide dans la traduction en français et Jenna Hynes pour la mise en forme du résumé de la recherche.