

La réduction des cas de diarrhée à l'île Sainte-Marie, Madagascar. Résultats d'un programme d'intervention WASH dans les écoles.

RÉSUMÉ

Introduction :

Les écoles de l'île de Saint-Marie, au large de la côte est de Madagascar, ont participé à des programmes WASH et éducatifs. Nous rapportons une étude sur l'association entre le programme, l'accès durable au traitement de l'eau dans les écoles, et l'impact sur l'incidence de la diarrhée dans la région.

Méthodes :

Nous avons réalisé une étude longitudinale quasi-expérimentale sur la durabilité du programme en examinant la poursuite de la chloration de l'eau au point d'utilisation, du stockage de l'eau potable et des pratiques de lavage des mains sur les cas de diarrhée des enfants de 1 à 14 ans. Les dossiers des patients des centres de santé entourant les 20 écoles ont été consultés. L'hypochlorite de sodium a été produit localement pour le traitement de l'eau, et la durabilité du programme a été évaluée entre 2016 et 2021.

Résultats :

Avant le programme, aucune des écoles ne pratiquait le traitement de l'eau, l'eau de 70% (7/10) des puits était le plus souvent boueuse ou saumâtre, et tous les puits d'eau n'étaient pas couverts. Dans 35% (7/20) des écoles, il n'y avait pas de dispositif de lavage des mains, et le lavage des mains n'était pas encouragé dans les autres écoles. Après l'intervention, 40% des sources d'eau ont été entièrement remplacées, et 60% d'entre elles ont reçu des améliorations de leurs puits, de leur capacité de stockage et, dans certains cas, une source d'eau supplémentaire pour répondre aux besoins des élèves. Le club de l'eau des élèves, guidé par le manuel de l'enseignant, était responsable de toutes les activités liées au traitement de l'eau, garantissant ainsi la durabilité du programme. Les cas de diarrhée ont diminué de 58 % entre 2018 et 2021.

Conclusions :

Un système d'approvisionnement en eau durable et fiable, fournissant une eau saine et suffisante, notamment pour le lavage des mains et la boisson, adapté aux conditions rencontrées sur le terrain, a été possible grâce à une coopération entre plusieurs acteurs qui ont participé activement à la conception et à la mise en œuvre du programme. Il semble y avoir une forte association entre la diminution des cas de diarrhée et la mise en œuvre du programme.

Mots-clés : WASH, eau, assainissement et hygiène, éducation, école, Madagascar.

1. INTRODUCTION

Les enfants de Madagascar ont une des prévalences de retard de croissance les plus élevées au monde. On estime que 42% de ses enfants connaissent un retard de croissance (Vonaesch et al 2021), ce qui est inquiétant car une mortalité plus élevée est observée chez les enfants présentant un retard de croissance (Victora et al 2021), qui ont également un risque plus important de développer des troubles cognitifs plus tard dans la vie (Prendergast, 2014).

Une étude sur les facteurs nutritionnels, familiaux, domestiques et socio-économiques associés aux retards de croissance des enfants à Madagascar, a souligné que le fait de ne pas avoir un accès constant au savon était associé à une augmentation de 80% des retards de croissance des enfants dans la capitale, Antananarivo. Les auteurs suggèrent que l'hygiène des mains est l'intervention WASH la plus simple et la plus efficace à mettre en œuvre. En outre, les comorbidités telles que la diarrhée et la dermatite se sont avérées être des facteurs de risque, tandis qu'un niveau d'éducation plus élevé de la mère était un facteur de protection contre le retard de croissance (Vonaesch et al. 2021). Ces résultats reflètent la nature multifactorielle du retard de croissance, qui nécessite des interventions dans différents secteurs tels que l'hygiène des mains, l'éducation et la nutrition pour enrayer ce problème (Argaw et al. 2019, Hawkes et al. 2020).

Les électro-chlorinateurs transforment l'eau salée en hypochlorite de sodium (NaClO) par électrolyse. La production locale de désinfectant peut permettre de surmonter les obstacles au traitement et à la désinfection de l'eau en Afrique rurale, tels que la logistique, les fluctuations de prix et la qualité. Des stations de réseaux d'eau communautaires au Bénin (Nogueira et al 2022), des hôpitaux (Durvernay et al 2019) et des écoles au Burkina Faso (Durvernay et al 2022) ont bénéficié d'une amélioration de la qualité de l'eau après avoir intégré la production d'hypochlorite de sodium. La chloration in situ peut assurer la décontamination, diminuant les maladies hydriques comme cela a été rapporté dans une installation de réfugiés au Soudan (Salih et Alam-Elhuda, 2019) et éviter la recontamination de l'eau pendant le stockage, observée fréquemment dans les zones où les conditions d'hygiène sont critiques (Meierhofer et al, 2018).

Notre hypothèse sous-jacente était que les interventions sur la qualité de l'eau au point d'utilisation (POU) utilisant le stockage de l'eau potable (SWS), le traitement de l'eau (WT) par la chloration et l'éducation par le biais de programmes scolaires garantiraient la pratique cohérente des comportements WASH. Comme indiqué dans la littérature, les améliorations WASH permettraient de prévenir la diarrhée (Migele et al. 2007 ; Dreibelbis et al 2014,

McMichael 2019). Par conséquent, vingt écoles de l'île Sainte-Marie, à Madagascar, ont été suivies avant et après un programme WASH. Les données sur l'incidence de la diarrhée recueillies auprès des centres de santé et les enseignements tirés sont présentés, dans l'espoir d'aider les autorités gouvernementales, les ONG, les communautés locales et toute personne planifiant des programmes WASH dans le secteur de l'éducation.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Zone d'étude et population

Sainte-Marie est une île au large de la côte est de Madagascar qui couvre une superficie de 222 km² avec une population estimée à 30 000 habitants. Le programme comprenait 20 écoles avec un total de 4.547 élèves de 2 à 14 ans répartis sur l'ensemble de l'île. Les centres de santé situés à proximité de l'école ont été identifiés pour surveiller l'incidence des cas de diarrhée (Figure1). Des informations sur les conditions de base concernant les installations de lavage des mains, la source d'eau et la qualité générale de l'eau ont été recueillies avant l'intervention (Tableau 1).

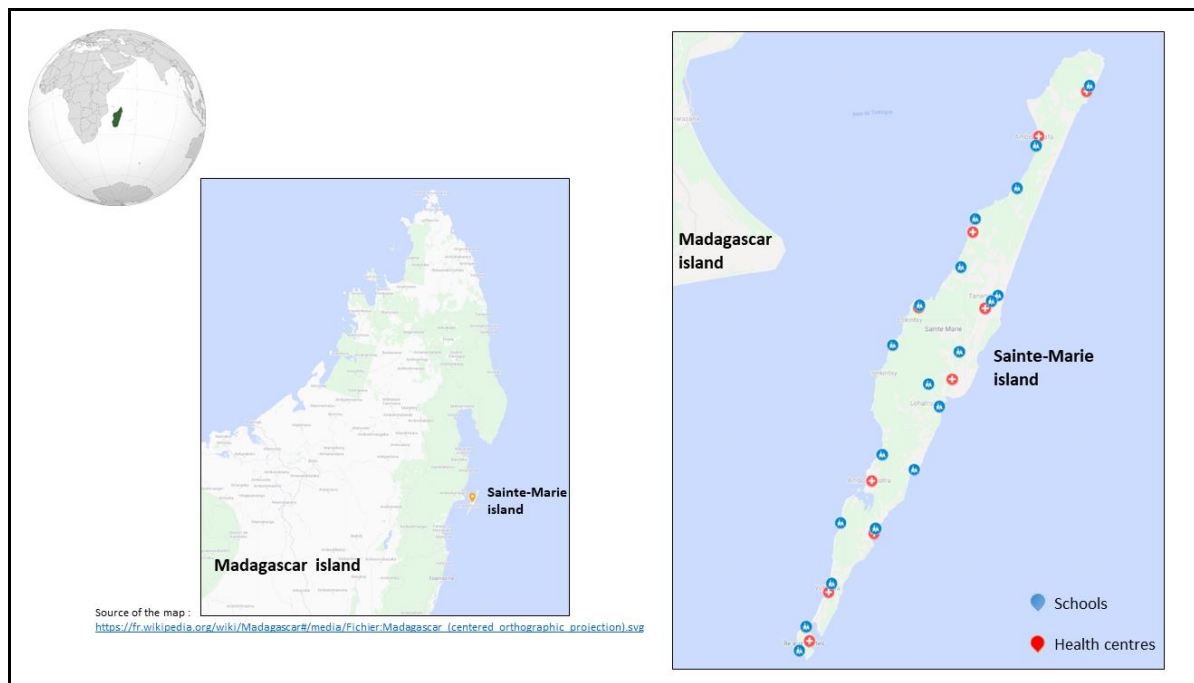


Figure 1 - Localisation des écoles et des centres de santé sur l'île de Sainte-Marie.

2.2 L'intervention - Ranomadio

L'objectif final était de concevoir un système fiable fournissant une eau sûre et suffisante, notamment pour le lavage des mains et la boisson, adapté aux conditions rencontrées sur le terrain. L'objectif de chlore actif était de 1,5 ppm et la turbidité de l'eau inférieure à 5 NTU. Une conception d'étude longitudinale quasi-expérimentale a permis la collecte des données et l'interprétation des résultats.

L'étude pilote

De novembre 2016 à novembre 2018, 8 écoles ont été successivement inscrites dans un programme appelé Ranomadio 1. Ce programme prévoyait une production centralisée d'hypochlorite de sodium, distribuée dans les écoles par l'opérateur en charge du traitement de l'eau, permettant un traitement de l'eau potable toutes les 48h. Les écoles étaient situées principalement dans la région sud. Un système de collecte des eaux de pluie a été installé dans chaque école, et l'opérateur a effectué le traitement de 2 à 3 bidons de 215L selon la taille de l'école. Des programmes pédagogiques de sensibilisation au traitement de l'eau et à l'hygiène des mains ont été introduits dans les écoles avec l'aide du service éducatif local CISCO (School District of Sainte Marie). L'acceptation du goût de l'eau après chloration par les élèves a été vérifiée.

L'intervention

De mars 2019 à janvier 2021, 12 nouvelles écoles et les 8 écoles ayant participé au pilote ont été inscrites au programme Ranomadio 2. Ce programme a permis une production décentralisée d'hypochlorite de sodium avec l'installation d'un électro-chlorateur dans chaque école. La production pendant les 2 premières semaines a été assurée par les enseignants puis un club de l'eau, formé par les élèves, sous la supervision d'un enseignant a assuré la tâche quotidienne. Les activités du club de l'eau, tout au long de l'année, ont consisté en la formation au traitement de l'eau, la production de chlore, l'injection de chlore dans les fontaines des classes, le contrôle des résidus dans l'eau potable, le contrôle de la propreté des matériels (bols, tasses, bidons de transport, et table d'appui), la vérification et le remplissage des récipients de lavage des mains (savon, eau à disposition) et le nettoyage des installations.

Un système de collecte de l'eau de pluie, des puits et des forages ont été installés ou améliorés en fonction des installations précédentes de l'école. Le stockage de l'eau potable a également été mis en place dans chaque classe par l'installation d'une fontaine de 50 litres

avec un robinet où l'eau est chlorée quotidiennement. Un manuel de l'enseignant, développé par l'unité scolaire de la Fondation Antenna et précédemment utilisé au Burkina Faso (Ref 1., duvernay et al 2022) a été adapté au contexte malgache par CISCO et le Ministère de l'Education Nationale et de la Formation Technique et Professionnelle de Madagascar (Ref2). Il contenait des fiches techniques, du matériel pédagogique et des instructions sur :

- Les avantages du traitement de l'eau à domicile, les sources de contamination de l'eau et les pratiques de stockage de l'eau ;
- Les caractéristiques, le fonctionnement et l'entretien de l'électro-chlorateur et des panneaux solaires installés.
- Comment réaliser des travaux pratiques sur la production de chlore et la purification de l'eau en classe à l'aide du dispositif d'électrochloration ;
- Pratique pédagogique pour mettre en place et entretenir les équipements nécessaires au traitement quotidien de l'eau dans une école, et comment construire un tippy-tap.
- Comment promouvoir les changements de comportement en matière d'hygiène et d'assainissement.

L'installation de robinets à bascule a permis de se laver les mains en utilisant le pied pour incliner le récipient sans avoir besoin de toucher le robinet. On évite ainsi la contamination. Le savon est suspendu à une corde à côté du récipient (figure 2). Un engagement fort de CISCO, du système scolaire, du ministère de la santé et la création de clubs d'eau étudiants ont permis l'implantation en douceur du programme. Un accord a été signé pour qu'après la phase d'installation et de mise en œuvre, CISCO soit en charge de la chloration et du programme pédagogique dans les écoles.

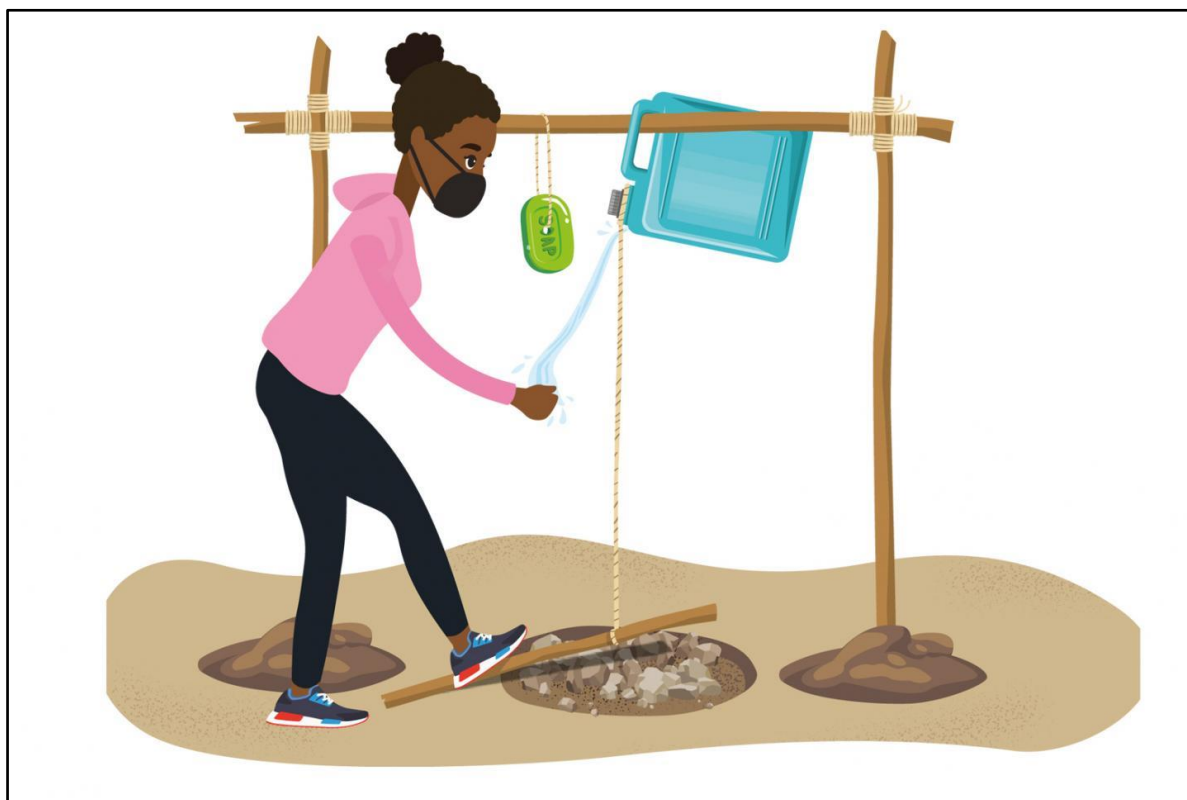


Figure 2- Schéma du Tippy-tap. Crédit : UNICEF

Pendant le COVID, les écoles ont été fermées pendant trois mois (avril-juin 2020), et il était interdit aux habitants de se réunir en groupes de plus de 50 personnes. Des masques ont été adoptés dans les lieux publics. Au début, une installation mobile de lavage des mains a été installée par l'UNICEF dans 3 écoles. Les habitants sont retournés à la vie quotidienne vers la fin de 2020, en adoptant les masques dans les espaces publics.

2.3 Production d'hypochlorite de sodium

La production centralisée d'hypochlorite de sodium dans le programme Ranomadio 1 a été réalisée avec un appareil WATA-Standardtm (Développé par Antenna Foundation, commercialisé par Watalux SA). En 2 heures, en utilisant 2 litres d'eau, 50 grammes de sel, et un réseau électrique de 220V, il a produit une solution de 2L d'hypochlorite de sodium à une concentration de 5 g/L, permettant de potabiliser jusqu'à 10.000 L d'eau. Le désinfectant a été distribué dans les écoles participant à l'étude pilote. Un opérateur externe a réalisé la production pendant la phase d'étude pilote.

La production décentralisée d'hypochlorite de sodium dans chacune des 20 écoles du programme Ranomadio 2 a été réalisée avec des appareils Mini-WATAtm (Développé par Antenna Foundation, commercialisé par Watalux SA). En 2 heures en utilisant 0,5 litres d'eau, 12,5 grammes de sel, et de l'électricité (kit solaire de l'appareil, réseau électrique national, ou installation solaire 220V déjà en place), il a produit 0,5 L d'hypochlorite de sodium permettant la potabilisation de 2.500 L d'eau. Le club de l'eau a réalisé la production pendant la période d'intervention.

Mesures de qualité

WataTesttm a été appliqué pour tester la concentration de chlore après la production et WataBluetm a été utilisé pour vérifier le chlore résiduel.

La potabilisation de l'eau a été calculée à 1,5mg de chlore actif par litre avec 0,5 à 1ppm de chlore résiduel selon les normes de l'OMS.

2.4 Collecte des données et calculs

Les données de base ont été collectées dans chaque école avant le début du programme. Dans les 8 écoles pilotes durant 2016-2018 et dans les 12 autres écoles de mars 2019- janvier 2021.

L'incidence des cas de diarrhée a été acquise dans les centres de soins, à partir des dossiers historiques des patients, au cours des mois de mars et avril 2022. Le ministère de la Santé publique a supervisé l'opération, et les données ont été certifiées par le Service de santé publique des archives de Sainte-Marie.

Une estimation à 3 points basée sur des données historiques a été utilisée pour calculer la longévité du dispositif en années, directement liée à la continuité du programme. Ensuite, un coût annuel par élève basé sur les paiements initiaux pour l'installation et la maintenance du programme a été calculé en tenant compte des années de longévité prévues du dispositif. En d'autres termes, pendant combien de temps les écoles pourront-elles profiter des installations mises en place sans avoir à remplacer les pièces/instruments utilisés dans le processus de collecte, de stockage et de chloration de l'eau. Les calculs des économies directes des familles ont été basés sur le montant moyen dépensé lorsqu'un enfant a un épisode de diarrhée. Les calculs des économies réalisées par le gouvernement grâce au programme sur les consultations médicales sont basés sur des données historiques

collectées auprès des centres de santé et une estimation basée sur la dernière année du programme jusqu'à la longévité prévue des dispositifs.

3. RÉSULTATS

L'intervention pour améliorer la qualité de l'eau était basée sur les conditions antérieures de l'école. Les sources d'eau qui fournissaient une eau de turbidité \leq à 5 NTU ont été conservées et améliorées si nécessaire. Les conditions de stockage de l'eau et les installations de lavage des mains ont été adaptées à la taille et à la nécessité de l'école. Les conférences et les programmes pédagogiques ont été adaptés aux groupes d'âge.

Au départ, avant le début du programme, l'eau de 70% (7/10) des puits était généralement boueuse ou saumâtre, et tous les puits d'eau n'étaient pas couverts. Dans trois écoles, le puits était à sec en novembre et décembre, et les élèves ont dû aller chercher l'eau dans une rivière ou un ruisseau à proximité. Dans 35% (7/20) des écoles, il n'y avait pas d'installation de lavage des mains avant le programme ; dans 5 écoles, aucune installation n'était en place, et dans 2, elles n'étaient pas opérationnelles.

Le traitement de l'eau n'était effectué dans aucune des 20 écoles avant le programme et le lavage des mains. Il n'était pas non plus encouragé dans les écoles disposant d'un système de lavage des mains en fonctionnement.

Écoles au départ (N=20)	
Installations principales de lavage des mains	
<i>Non présent</i>	5
<i>Robinets non opérationnels</i>	2
<i>Les robinets fonctionnent parfaitement</i>	3
<i>Tippy-Tap</i>	4
<i>Seaux à robinet</i>	6
Source d'eau	
<i>Puits d'eau non couvert</i>	10
<i>Montagnes</i>	5
<i>Eau de pluie</i>	7

Rivière/flux	4
--------------	---

Tableau 1- Conditions de base de l'école

Après évaluation, 5 puits sur 10 ont été améliorés : excavation pour augmenter la profondeur, nettoyage et couverture adéquate. Les puits de 5 écoles n'ont pas été retenus comme source d'eau car l'eau était saumâtre. Dans ces cas, l'installation d'un réservoir de 2500L avec un support en béton a permis de collecter l'eau de pluie. Le système qui collectait l'eau des montagnes n'était pas fonctionnel dans 3 écoles ; un réservoir de 2500 L l'a également remplacé pour collecter l'eau de pluie. Les systèmes qui fonctionnaient ont été nettoyés et le réservoir pour le stockage de l'eau a été remplacé. La plupart des systèmes de collecte de l'eau de pluie, 5/7, ont été remplacés par de nouveaux systèmes car les problèmes d'infrastructure présentés précédemment ne permettaient pas de stocker l'eau longtemps ou étaient fragiles. L'eau collectée dans la rivière/le ruisseau n'était pas claire et, dans la plupart des cas, n'était utilisée pour la boisson que pendant la saison sèche. Le système a été conservé, mais le réservoir de 2500L est devenu la principale source d'eau. Par conséquent, 40 % de la source d'eau des écoles a été entièrement remplacée afin qu'un débit plus sûr et durable puisse être utilisé. En outre, 60 % des sources d'eau ont bénéficié d'améliorations de leurs puits, de leur capacité de stockage et, dans certains cas, d'une source d'eau supplémentaire. Des fontaines d'eau potable de 50 litres ont été placées dans les classes. Des tippy-taps ont été installés dans toutes les écoles. Le nombre d'appareils installés suivait la taille de l'école. Le club de l'eau des élèves et les enseignants ont reçu une formation sur le traitement de l'eau et l'entretien du système installé. Ils ont également participé à la construction des Tippy-taps afin de pouvoir les remplacer en cas de besoin.

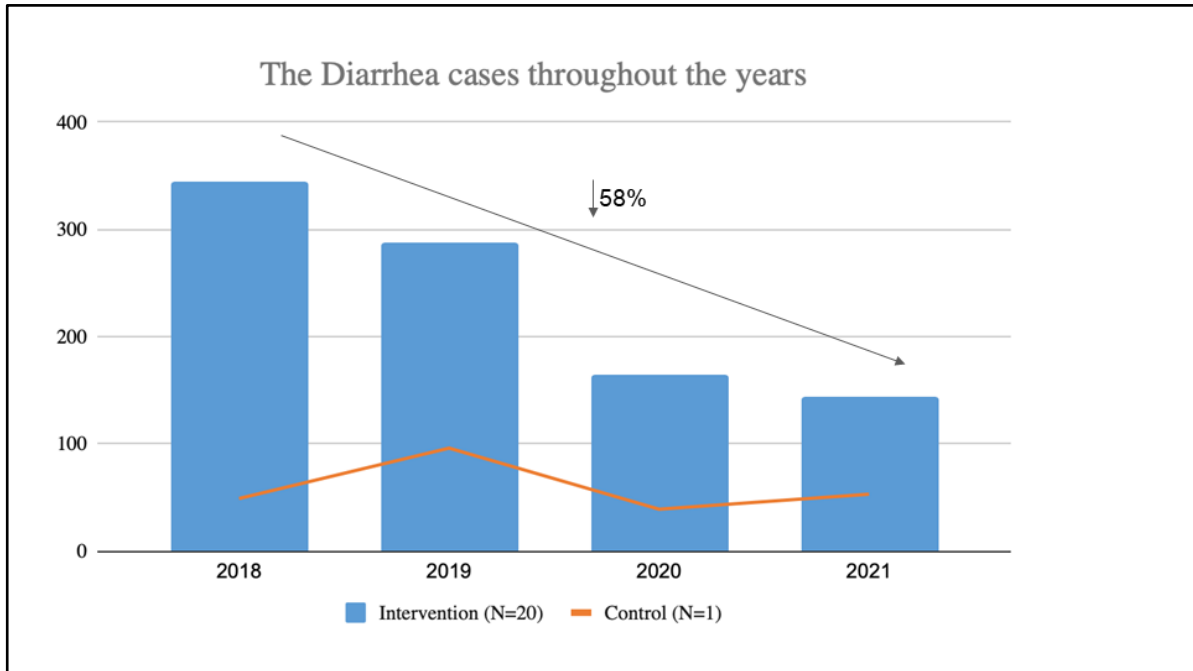


Figure 3- Les cas de diarrhée au fil des années

Au cours de l'année 2018, le nombre de cas de diarrhée chez les enfants de 1 à 14 ans dans les centres de santé entourant les 20 écoles inscrites au programme était de 344. Les enfants sont inscrits dans les écoles après l'âge d'un an et complètent 2 ans pendant l'année scolaire. En 2019, les cas de diarrhée dans les mêmes centres de santé étaient de 287, et le nombre a continué à diminuer de 2020 (164 cas) jusqu'à la fin de 2021 (144 cas), ce qui a entraîné une diminution de 58 % du nombre de cas en 2021 par rapport à 2018. La même tendance n'a pas été observée dans le centre de santé utilisé comme contrôle, situé loin des écoles et assistant une autre population.

Le coût global du programme s'est élevé à environ 90.000 dollars. Le coût d'exploitation est minime car seul le sel de cuisine est nécessaire pour la production d'hypochlorite de sodium, et le club de l'eau des étudiants est responsable des tâches quotidiennes. Les réactifs utilisés pour contrôler la concentration de chlore après la production et le chlore résiduel dans l'eau sont généralement utilisés pendant la mise en œuvre du projet et jusqu'à ce que la courbe d'apprentissage soit établie. Après cela, le contrôle de la production est effectué par inspection visuelle (présence de bulles pendant le processus) et par l'odeur du chlore. En utilisant une estimation à 3 points basée sur des données historiques, nous avons calculé 8,3 années de longévité du dispositif, servant 4 547 élèves, ce qui représente 2,4 dollars par élève par an. Les économies directes réalisées par les familles sur les médicaments ont été en moyenne de 1,16 dollars, car les dépenses peuvent varier de 0,32 à 2 dollars en fonction de la gravité de la diarrhée, ce qui représente 60 % d'un revenu quotidien. Au cours des 8,3

années de continuité et avant que CISCO n'ait à faire des investissements significatifs dans les installations, le gouvernement devrait économiser 1796 dollars sur les consultations, ce qui représente 8 mois de salaire d'une infirmière dans un centre de santé.

4. DISCUSSION

Une récente revue systématique a identifié un manque d'informations publiées sur le WASH dans les écoles par rapport au WASH communautaire (McGinnis et al. 2017). Il existe encore moins d'études sur les actions durables à long terme pour garantir le traitement de l'eau. Dans cet article, nous avons étudié les interventions WASH dans 20 écoles d'un pays à faible revenu, Madagascar, où l'accès à l'eau potable, les installations de lavage des mains et l'éducation à l'hygiène ont été fournis en partenariat avec les autorités locales. Un système d'eau adapté à chaque école permettait de disposer d'une eau saine et suffisante, notamment pour le lavage des mains et la boisson. Un dispositif d'électrochloration exploité par le club de l'eau des étudiants produisait localement de l'hypochlorite de sodium pour le traitement de l'eau. Le taux de cas de diarrhée a chuté de 58 % entre 2018 et 2021. Ce programme est un exemple de partenariat entre les ONG, les écoles et les autorités locales visant un accès durable au traitement de l'eau.

L'engagement des gouvernements locaux autour du programme WASH est essentiel pour assurer la réussite et la durabilité des programmes. Un système autofinancé et facile à mettre en œuvre peut assurer la continuité (Cord et al 2022). Il est cependant crucial de comprendre les impacts des différents types de programmes WASH sur les résultats sanitaires. Nous avons constaté que la mesure dans laquelle les étudiants opèrent en tant qu'agents de changement dicte l'engagement de l'école et garantit un accès durable et universel à un système WASH adapté à leur contexte socio-économique. Nos résultats sont conformes à une étude sur la volonté des élèves d'utiliser des comprimés de chlore comme nouvelle méthode de traitement. Une augmentation significative ($p < 0,05$) de leur attitude envers le traitement de l'eau (100%), la qualité de l'eau (78%) et la consommation d'eau (67%) a été observée après le programme en Tanzanie. En outre, plus de 90 % des étudiants étaient prêts à acheter des tablettes de chlore si elles étaient disponibles (Felix et al 2022). Ce qui indique l'importance de responsabiliser les étudiants comme cela a été fait avec le club de l'eau.

Le programme a été conçu en deux parties afin que nous puissions mettre en œuvre les enseignements tirés de la phase pilote à plus grande échelle lors d'une intervention. Au cours de la phase pilote, la production décentralisée d'hypochlorite de sodium et sa distribution à chaque école s'est avérée coûteuse et non viable à long terme. Pourtant, cette phase était essentielle pour comprendre A) le seuil d'acceptation de l'eau chlorée. Les communautés

qui ne sont pas habituées à boire de l'eau chlorée peuvent l'associer à un mauvais goût (Pickering et al., 2019). Comme il s'agit du principal déterminant affectant l'adhésion à une source d'eau donnée, l'étude pilote était un essai si les enfants boiraient de l'eau chlorée à la concentration pratiquée dans l'école ; B) les détails manquants lors du traitement et du stockage de l'eau dans les écoles. B) les détails manquants lors du traitement et du stockage de l'eau dans les écoles, ce qui a conduit à modifier la taille des récipients de stockage pour garantir la disponibilité de l'eau à tous les élèves ; C) l'incorporation de la technologie, du fonctionnement des électro-chlorateurs et du traitement de l'eau par la communauté, ce qui garantit la cohérence de l'intervention WASH. Dans de nombreux cas, la technologie choisie est inadaptée aux conditions locales, ce qui rend l'exploitation et le suivi difficiles. Le club de l'eau des élèves, le manuel de l'enseignant et la formation dispensée dans chaque école ont été adaptés pour susciter l'engagement de la communauté dans le processus de changement et d'adoption de la nouvelle technologie.) Enfin, l'engagement des autorités locales a largement contribué au succès du programme. Les autorités locales chargées de la santé et de l'éducation ont joué un rôle essentiel en apportant leur soutien. La phase pilote était un processus de liaison.

La qualité de l'eau des forages est considérée comme étant de meilleure qualité que l'eau provenant d'autres sources comme les forages, l'eau de pluie et l'eau de surface (Johnson et al., 2016) ; cependant, la préférence a été donnée aux réservoirs de récupération (collecte des eaux de pluie). En raison de la proximité de l'école avec la mer, l'eau des forages était saumâtre. Le coût d'une foreuse est trois fois supérieur à celui d'un collecteur d'eau de pluie (la foreuse doit être transportée de Tamatave à Sainte Marie par bateau, et du carburant est nécessaire) et creuser un puits de plus de 20m était logistiquement impossible.

Il faut être prudent dans l'interprétation des résultats de la diminution de la diarrhée au fil des années. Une épidémie de COVID s'est produite pendant le programme, et les résultats ont pu être influencés par d'autres programmes, même si les écoles ont déclaré que ce n'était pas le cas puisqu'elles n'ont participé à aucun autre programme pendant cette période. Mais la sensibilisation au lavage des mains pour bloquer la transmission du virus pourrait avoir encouragé cette habitude dans la communauté. Cette tendance n'a toutefois pas été observée dans le centre de santé témoin situé dans la zone éloignée du programme. En utilisant une approche similaire à la nôtre dans les écoles kenyanes et en recueillant des rapports dans les cliniques voisines, les auteurs ont observé une baisse de 46% des cas de diarrhée chez les enfants après un an de projet. Les coûts annuels par élève sont plus élevés que ceux de notre programme, 4,80 dollars, mais cela s'explique par le fait que le chlore n'est pas produit localement et que leur programme nécessite un soutien opérationnel (Migele, 2007). Une récente méta-analyse sur le calcul des coûts et le financement du programme WASH dans les écoles fait état des difficultés de la budgétisation et de sa grande

variation selon la zone géographique, le contexte local et les besoins du projet (McGinnis et al. 2017). Le calcul du coût par élève ne favorise pas les petites écoles comme celles que l'on trouve sur l'île Sainte-Marie. La même dépense pour un immense établissement est nécessaire pour un petit. Il faut faire attention lors de la comparaison des programmes WASH dans différents lieux géographiques. Les difficultés d'acquisition des équipements nécessaires au processus de chloration peuvent jouer un rôle important dans l'orientation du programme, comme cela a été observé en travaillant sur une île où tout était coûteux et hors de portée. Le financement est un élément crucial. Habituellement, les communautés et les autorités locales n'ont pas la possibilité de fournir le paiement initial sans le soutien des ONG. Cependant, dans notre approche, la conception et le fonctionnement sont conçus conjointement par la communauté scolaire et les autorités locales. Plus important encore, le programme a été intégré par CISCO après sa mise en œuvre, ce qui garantit sa durabilité. Bien que notre étude n'ait pas été réalisée en aveugle et qu'elle soit potentiellement ouverte à une certaine forme de biais de déclaration, les taux d'incidence de la diarrhée extraits d'un dossier hospitalier ne devraient pas être exposés à un risque de biais de déclaration, comme c'est le cas pour la diarrhée autodéclarée (Najnin et al 2019).

LIMITES DE L'ÉTUDE

Nous avons planifié le programme étape par étape en fonction de la situation géographique et des fonds disponibles. Il n'a donc pas été lancé de manière uniforme au fil des ans, ce qui a entraîné des difficultés dans l'analyse.

L'épidémie de COVID pourrait avoir influencé le comportement et l'accès à l'assainissement, entraînant des changements sanitaires indépendants de notre volonté.

5. CONCLUSIONS ET IMPLICATIONS POUR L'AVENIR

Le programme a été amélioré conjointement avec la communauté scolaire et les autorités locales et s'est avéré durable avec un respect total de la mise en œuvre du dispositif. En outre, son influence sur les indicateurs de santé de la région a été observée. Il semble y avoir une forte association entre une diminution des cas de diarrhée dans le programme mis en œuvre. Les formules utilisées dans les écoles, la production locale d'hypochlorite de sodium ainsi que la formation au traitement de l'eau et à l'hygiène des mains, seront étendues à d'autres écoles sous la seule responsabilité de CISCO. Au niveau communautaire, le principal distributeur d'eau urbain de l'île (JIRAMA), 3 réseaux ruraux d'approvisionnement en eau et 5 centres de santé seront équipés d'électrochloreurs afin de

produire du chlore pour les besoins de traitement et de désinfection de l'eau. La production locale de chlore et la chloration peuvent constituer une solution provisoire précieuse pour réduire l'incidence des maladies diarrhéiques jusqu'à ce que l'eau potable soit rendue accessible à la communauté. Les défis et les adaptations de cette mise en œuvre feront l'objet d'une étude d'impact ultérieure.

FINANCEMENT

Ce programme a été financé conjointement par la commune de Bernex et la Fondation Antenna, Suisse ; le Rotary Club de Bourges, et l'Association GHIMAO, France. Les ministères de l'éducation et de la santé de Madagascar ont mis à disposition leur personnel et leurs infrastructures.

APPROBATION ÉTHIQUE

Non applicable. Cet article ne contient pas d'études sur des sujets humains ou animaux. L'incidence de la diarrhée a été recueillie dans les centres de santé dans le cadre du département des statistiques du ministère de la santé.

DÉCLARATION DE CONFLIT D'INTÉRÊTS

Cette recherche a été conceptualisée et analysée par la Fondation Antenna (une organisation à but non lucratif en Suisse qui vise à diffuser les innovations qui améliorent les besoins essentiels des populations les plus vulnérables du monde).

RÉFÉRENCES

McGinnis SM, McKeon T, Desai R, Ejelonu A, Laskowski S, Murphy HM. A Systematic Review : Costing and Financing of Water, Sanitation, and Hygiene (WASH) in Schools. *Int J Environ Res Public Health*. 2017 Apr 20;14(4):442. doi : 10.3390/ijerph14040442. PMID : 28425945 ; PMCID : PMC5409642.

Vonaesch P, Djorie SG, Kandou KJE, Rakotondrainipiana M, Schaeffer L, Andriatsalama PV, Randriamparany R, Gondje BP, Nigatoloum S, Vondo SS, Etienne A, Robinson A, Hunald FA, Raharimalala L, Giles-Vernick T, Tondeur L, Randrianirina F, Bastaraud A, Gody JC, Sansonetti PJ, Rendremanana RV ; AFRIBIOTA Investigators. Facteurs associés au retard de croissance chez les enfants de moins de cinq ans à Antananarivo, Madagascar et

Bangui, République centrafricaine. *Matern Child Health J.* 2021 Oct;25(10):1626-1637. doi : 10.1007/s10995-021-03201-8. Epub 2021 Aug 12. PMID : 34383227 ; PMCID : PMC8448698.

Hawkes, C., Ruel, M. T., Salm, L., Sinclair, B., & Branca, F. (2020). Double duty actions : Saisir les opportunités des programmes et des politiques pour lutter contre la malnutrition sous toutes ses formes. *Lancet*, 395(10218), 142-155.

Argaw, A., Hanley-Cook, G., De Cock, N., Kolsteren, P., Huybregts, L., & Lachat, C. (2019). Les moteurs de la tendance au retard de croissance des enfants de moins de cinq ans dans 14 pays à revenu faible et intermédiaire depuis le tournant du millénaire : Une analyse groupée multiniveau de 50 enquêtes démographiques et sanitaires. *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu11102485>

Victora, C. G., Christian, P., Vdaletti, L. P., Gatica-Dominguez, G., Menon, P. et Black, R. E. (2021). Revisiter la dénutrition maternelle et infantile dans les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire : Des progrès variables vers un programme inachevé. *Lancet*, 397(10282), 1388-1399.

Prendergast, A. J., & Humphrey, J. H. (2014). Le syndrome de retard de croissance dans les pays en développement. *Pédiatrie et santé internationale de l'enfant*, 34(4), 250-265.

<https://www.wateraid.org/uk/sites/g/files/jkxoof211/files/schools-challenge-ks1-tippy-tap-instructions.pdf>

Migele, J. ; Ombeki, S. ; Ayalo, M. ; Biggerstaff, M. ; Quick, R. Diarrhea prevention in a Kenyan school through the use of a simple safe water and hygiene intervention. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2007, 76, 351-353.

Dreibelbis, R. ; Freeman, M.C. ; Greene, L.E. ; Saboori, S. ; Rheingans, R. The impact of school water, sanitation, and hygiene interventions on the health of younger siblings of pupils : A cluster-randomized trial in Kenya. *Am. J. Public Health* 2014, 104, 91-97. [CrossRef] [PubMed]

McMichael C. Water, Sanitation and Hygiene (WASH) in Schools in Low-Income Countries : A Review of Evidence of Impact. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Jan 28;16(3):359. doi : 10.3390/ijerph16030359. PMID : 30696023 ; PMCID : PMC6388361.

Huber AC, Mosler HJ : Détermination des facteurs comportementaux pour les interventions visant à augmenter la consommation d'eau potable : une étude transversale sur le terrain dans les zones rurales de l'Éthiopie. *Int J Environ Health Res* 2013;23:96-107.

PICKERING, A. J., CRIDER, Y., SULTANA, S., SWARTHOUT, J., GODDARD, F. G. B., ANJERUL ISLAM, S., SEN, S., AYYAGARI, R. & LUBY, S. P. 2019. Effet de la chloration de l'eau potable en ligne au point de collecte sur la diarrhée infantile dans le Bangladesh urbain

: un essai contrôlé randomisé en grappe en double aveugle. *The Lancet Global Health*, 7, e1247-e1256.

MEIERHOFER, R., BANZIGER, C., DEPPELER, S., KUNWAR, B. M. & BHATTA, M. 2018. De la source d'eau au robinet des filtres en céramique-Facteurs qui influencent la qualité de l'eau entre la collecte et la consommation dans les ménages ruraux au Népal. *Int J Environ Res Public Health*, 15.

SALIH, A. & ALAM-ELHUDA, D. 2019. La chloration des réservoirs des systèmes locaux de puits, réservoirs et robinets est un outil rapide et efficace pour contrôler les maladies liées à l'eau : Corrélation entre la charge des agents pathogènes et le taux de réponse clinique. *J Epidemiol Glob Health*, 9, 185-190.

Najnin N, Leder K, Forbes A, Unicomb L, Qadri F, Ram PK, Winch PJ, Begum F, Biswas S, Parvin T, Yeasmin F, Cravioto A, Luby SP. Inconsistency in Diarrhea Measurements when Assessing Intervention Impact in a Non-Blinded Cluster-Randomized Controlled Trial. *Am J Trop Med Hyg*. 2019 Jul;101(1):51-58. doi : 10.4269/ajtmh.18-0872. PMID : 31162005 ; PMCID : PMC6609177.

Cord C, Javernick-Will A, Buhungiro E, Harvey A, Jordan E, Lockwood H, Linden K. Pathways to consumer demand and payment for professional rural water infrastructure maintenance across low-income contexts. *Sci Total Environ*. 2022 Apr 1;815:152906. doi : 10.1016/j.scitotenv.2021.152906. Epub 2022 Jan 6. PMID : 34998778.

Wolf J, Hubbard S, Brauer M, Ambelu A, Arnold BF, Bain R, Bauza V, Brown J, Caruso BA, Clasen T, Colford JM Jr, Freeman MC, Gordon B, Johnston RB, Mertens A, Prüss-Ustün A, Ross I, Stanaway J, Zhao JT, Cumming O, Boisson S. Efficacité des interventions visant à améliorer l'eau potable, l'assainissement et le lavage des mains au savon sur le risque de maladie diarrhéique chez les enfants dans les pays à faibles et moyens revenus : examen systématique et méta-analyse. *Lancet*. 2022 Jul 2;400(10345):48-59. doi : 10.1016/S0140-6736(22)00937-0. PMID : 35780792.

Manuel enseignant RanoMadio : https://antenna.ch/wp-content/uploads/2019/09/Guide_Ranomadio_Ecole_VF.pdf

Manuel enseignant BURKINA FASO : <https://antenna.ch/wp-content/uploads/2019/09/Manuel-Eau-Saine-%C3%A0-IEcole-adapt%C3%A9-au-Burkina-VF.pdf>

Getrude A. Felix, Tula. M. Ngasala, Geophrey Mbatta ; Willingness of boarding school students in Tanzania to employ point-of-use water treatment : a case study. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development* 1er janvier 2022 ; 12 (1) : 52-57. doi : <https://doi.org/10.2166/washdev.2021.134>