

DIFFUSEUR ARTISANAL DE CHLORE POUR DÉSINFECTER LES Puits LORS DE L'ÉPIDÉMIE DE CHOLÉRA DE DOUALA (2004)

Guévert E, Van Hecke C, Noeske J, Sollé J, Bitá Fouda A, Manga B

Délégation Provinciale de la Santé publique du Littoral, BP 1329 Douala, Cameroun.

Med Trop 2008 ; **68** : 507-513

RÉSUMÉ • La chloration des puits est recommandée en cas d'épidémie de choléra. Mais les techniques de chloration sont mal codifiées, leur efficacité n'a pas été prouvée, et l'on ne sait pas à quel rythme doit se faire la chloration. L'objectif était de tester un dispositif artisanal de chloration continue, mesurer les taux de chlore résiduel libre obtenus, et en suivre l'évolution, pour prévoir le délai de renouvellement. Dans 2 quartiers de Douala, 18 puits (9/quartier) ont fait l'objet de la mesure quotidienne pendant deux semaines du volume d'eau, du pH et du chlore résiduel, après installation d'un diffuseur artisanal à base de sable et d'hypochlorite de calcium dans un sachet plastique perforé, renouvelé après annulation des taux de chlore. La concentration maximum de chlore résiduel libre a été atteinte après 1 jour (31 chloration sur 36) ou 2 jours (5 sur 36). Elle est demeurée supérieure au niveau minimum de 0,2 mg/l pendant au moins 48 heures dans 33 des 36 chloration. A J4, la moitié des puits avaient une concentration de chlore inférieure à 0,2 mg/l. La concentration de chlore était plus élevée dans les puits familiaux que dans les puits communautaires. Malgré des difficultés de faisabilité et d'acceptabilité, le diffuseur proposé a permis d'assurer la diffusion de chlore à des taux efficaces et non toxiques pendant 3 jours. Des systèmes de diffusion plus prolongée et moins coûteux devraient pouvoir être proposés, dans le cadre d'actions intégrées de lutte contre une épidémie de choléra.

MOTS-CLÉS • Chloration - Puits - Choléra - Epidémie.

HANDMADE DEVICES FOR CONTINUOUS DELIVERY OF HYPOCHLORITE FOR WELL DISINFECTION DURING THE CHOLERA OUTBREAK IN DOUALA, CAMEROON (2004)

ABSTRACT • Well disinfection is generally recommended as an emergency response measure during cholera outbreaks. However few studies have been carried out to document chlorination techniques, prove the efficacy of chlorination, or determine how often disinfection should be performed. The purpose of this study was to test a handmade device for continuous chlorination, to measure the initial concentration of free residual chlorine, and monitor chlorine concentration to determine when renewal is necessary. Eighteen wells in 2 neighbors of Douala, Cameroon, i.e. 9 wells/neighborhood, were tested. Testing included daily measurement of water volume, pH, and residual chlorine for a period of two weeks after installing the handmade device composed of river sand and hypochlorite in a pre-perforated plastic bag that was renewed after disappearance of free residual chlorine. The maximum concentration of residual chlorine was reached after 1 day in 31 out of 36 chlorinations or 2 days in 5 out of 36. On day 4 the chlorine level was less than 0.2 mg/l in half of the wells. The chlorine concentration was higher in family than community wells. Notwithstanding feasibility and acceptability issues, the device allowed chlorination at effective nontoxic levels for 3 days. These findings open the possibility of developing devices allowing longer diffusion at lower cost for use within the framework of integrated cholera epidemic control programs.

KEY WORDS • Chlorination - Well - Cholera - Outbreak.

Les maladies liées à l'eau sont un problème majeur de santé publique à travers le monde. La mauvaise qualité de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène, à l'origine de diarrhées d'origine infectieuse, sont responsables d'1,7 millions de décès chaque année (3,1 % de tous les décès) et de 3,7 % des pertes de « DALYs » (Disability adjusted life years) (1, 2). En particulier le choléra est devenu une préoccupation majeure en Afrique, à l'état endémique comme sur le mode

épidémique : 95 560 cas notifiés en Afrique en 2004, représentant 94 % de tous les cas de choléra déclarés dans le monde ; 125 082 cas en 2005, représentant 95 % du total mondial et une augmentation de 31 % par rapport à 2004 (3, 4). De plus, les épidémies se multiplient dans les grandes villes où elles peuvent concerner des milliers de personnes pendant plusieurs mois (5, 6, 7).

La ville de Douala au Cameroun a été touchée par une épidémie de choléra ayant débuté brusquement en janvier 2004. L'épidémie avait démarré de manière explosive, ayant déjà touché 37 malades avant la notification du premier cas. En moins d'un mois, elle avait gagné 45 quartiers sur les 118

• Courriel : guevert_edouard@yahoo.fr

• Article reçu le 17/09/2007, définitivement accepté le 10/09/2008.

officiellement identifiés, et touché 189 malades, dont 10 décédés. La Coordination Provinciale de lutte contre le choléra a pris des dispositions urgentes, concernant la prise en charge hospitalière, la surveillance épidémiologique, et les activités communautaires (éducation, désinfection du domicile des malades, sécurisation de l'eau à domicile, antibioprophyxie des contacts, actions d'assainissement de masse).

Douala, ville de près de 3 millions d'habitants située sur l'estuaire du Wouri, au niveau de la mer, a été partiellement construite sur des marécages et d'anciens dépotoirs souvent inondés. Le réseau de distribution publique de l'eau comptait 65 000 abonnés en 2004, et un rapide recensement évaluait à plus de 70 000 le nombre de puits, dont la plupart n'atteignaient pas 2 mètres de profondeur puisque la nappe phréatique est très superficielle. Moins de 5 % des habitants utilisaient l'eau des puits pour la boisson (6), mais elle servait à tous les usages domestiques : nettoyage, lessive, vaisselle, toilette, et lavage des légumes. L'eau de boisson, souvent achetée aux abonnés du réseau, ou recueillie auprès des bornes fontaines publiques, était habituellement stockée sans protection dans de grands récipients de 20 à 45 litres, ouverts à toute contamination.

La chloration des puits fait partie des mesures généralement recommandées en cas d'épidémie de choléra (8). Mais il existe peu d'études sur les techniques de chloration : mal codifiées, leur efficacité n'a pas encore été prouvée, et l'on ne sait toujours pas si la chloration doit se faire en une seule fois, ou si elle doit être quotidienne, ou continue (2, 9, 10).

La Coordination Provinciale de lutte contre le choléra à Douala a décidé d'entreprendre la chloration de tous les puits avoisinant le domicile de chaque cas suspect ou confirmé. Il aurait été impossible de mener une chloration quotidienne, et les systèmes de chloration continue n'étaient ni accessibles ni disponibles. Il a donc été décidé de fabriquer artisanalement des dispositifs de diffusion continue et de mesurer les taux de chlore résiduel obtenus au moyen de ces diffuseurs. Après quelques essais préliminaires, un modèle semblait donner les meilleurs résultats, qu'il était nécessaire de vérifier par une étude expérimentale.

BUT DU TRAVAIL

Le présent travail avait donc pour objectifs de vérifier au niveau de la communauté la possibilité d'utiliser un dispositif artisanal de chloration continue, de mesurer les taux de chlore résiduel libre (CRL) obtenus au moyen de ce dispositif, et d'en suivre l'évolution jusqu'à leur annulation, de façon à prévoir le délai de renouvellement du dispositif.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'étude s'est déroulée en octobre et novembre 2004, en fin de saison des pluies, dans deux quartiers de Douala :

« Brazzaville » et « Bépanda Peuple » dans les districts de santé de Nylon et de Deido, qui faisaient régulièrement l'objet d'interventions communautaires en raison d'une haute incidence du choléra.

Dans chacun de ces deux quartiers, 10 puits ont été sélectionnés par échantillonnage probabiliste parmi ceux qui répondaient aux conditions suivantes : accessibilité aux enquêteurs comme aux usagers, faible turbidité apparente de l'eau, parois suffisamment verticales pour permettre de mesurer le volume du puits, consentement du propriétaire. Il pouvait s'agir de puits ouverts ou couverts, familiaux ou communautaires, et le nombre d'utilisateurs était noté.

Le diamètre et la profondeur de l'eau dans les puits étaient mesurés chaque jour durant la première semaine de l'étude.

Le diffuseur de chlore était fabriqué à partir d'un sac de pépiniériste, de sable de rivière, de ficelle, et d'hypochlorite de calcium à 70 % (HCH). Le sac, de 19 x 29 cm, était pré perforé de 8 trous de 6 mm de diamètre. Il était à moitié rempli de sable (environ 500 grammes). L'HCH était alors mélangé au sable : les tests préliminaires avaient permis d'estimer le besoin à 90 g (6 cuillères à soupe) par mètre-cube. Le sac ensuite rempli de sable (environ 1 Kg), était laissé ouvert et suspendu au moyen de la ficelle au milieu du puits, de manière à être totalement immergé.

Le CRL et le pH étaient mesurés au moyen d'un kit commercialisé pour la surveillance des piscines, utilisant le N,N-diéthyl-1,4-phénylène-diamine-1 (DPD1) pour le chlore et le rouge phénol pour le pH. Un seul enquêteur a réalisé toutes les mesures avec le même kit, rincé avant chaque mesure avec l'eau du puits à mesurer. Les prélèvements étaient effectués au moyen du récipient familial.

Les mesures ont été faites à T0, juste avant la première pose du diffuseur, T2 deux heures plus tard, puis tous les jours à la même heure que T0, jusqu'à ce que le CRL soit inférieur à 0,1 mg/litre (ou indosable). Le diffuseur était alors renouvelé, et les mêmes mesures effectuées jusqu'à ce que le CRL soit indosable. Le test non paramétrique de Wilcoxon a été utilisé pour comparer les deux séries, un $p < 0,05$ étant considéré comme significatif.

Le coût du diffuseur a été calculé à partir du prix des composants sur le marché local, sans compter le coût de la main d'œuvre.

RÉSULTATS

Pour pouvoir inclure 20 puits, il a fallu en prospector 30 : dix d'entre eux n'étant pas cylindriques n'ont pas pu être retenus en raison de la difficulté à mesurer leur volume. Parmi les 20 puits inclus, deux ont été secondairement exclus : l'un parce que l'eau était devenue trop trouble et l'autre parce que le diffuseur avait été retiré par le propriétaire sans explication.

Au total 9 puits ont pu être étudiés dans chaque quartier. Le tableau I montre leurs caractéristiques. Comme le

Tableau I. Epidémie de choléra de Douala (2004). Caractéristiques des puits étudiés.

N° du puits	Quartier	Volume (M3)	Ouvert/ Couvert	Familial/ Communautaire	Nombre d'usagers
1	Brazzaville	1,83	Couvert	Familial	4
2	Brazzaville	2,00	Ouvert	Communautaire	?
3	Brazzaville	3,60	Couvert	Familial	6
4	Bepanda	1,27	Couvert	Familial	8
5	Bepanda	0,42	Couvert	Familial	10
6	Bepanda	0,94	Ouvert	Familial	5
7	Bepanda	1,92	Ouvert	Communautaire	> 50
8	Bepanda	0,90	Ouvert	Familial	5
9	Bepanda	1,13	Couvert	Communautaire	10
10	Bepanda	0,85	Ouvert	Familial	6
11	Bepanda	0,80	Couvert	Familial	6
12 (*)	Bepanda	0,50	Ouvert	Communautaire	19
13	Bepanda	4,30	Ouvert	Communautaire	> 40
14	Brazzaville	1,24	Couvert	Familial	3
15	Brazzaville	2,65	Couvert	Communautaire	?
16	Brazzaville	0,68	Couvert	Communautaire	?
17	Brazzaville	1,30	Ouvert	Familial	3
18 (*)	Brazzaville	1,48	Ouvert	Communautaire	?
19	Brazzaville	1,20	Ouvert	Familial	6
20	Brazzaville	1,43	Ouvert	Familial	11

(*) Exclut : N° 12 par le propriétaire. N° 18 pour cause de turbidité.

montre la figure 1, le volume moyen des puits était de $1,73 \pm 0,89$ M³ dans le quartier Brazzaville et de $1,38 \pm 1,16$ M³ à Bépanda Peuple, sans variation significative durant la semaine.

Le pH était à 6,8 à chaque mesure, sauf deux fois où il était à 7. Deux heures après la pose du diffuseur, tous les puits avaient une concentration de CRL au moins égale à 0,1 mg/l. La concentration maximum a été atteinte après 1 jour (31 chloration sur 36) ou 2 jours (5 sur 36); elle est demeurée supérieure au niveau minimum de 0,2 mg/l pendant au moins 48 heures dans 33 des 36 chloration. A J4, la moitié des puits avaient une concentration de CRL inférieure à 0,2 mg/l. Les tableaux II et III montrent les concentrations de CRL des deux séries de chloration, la figure 2 l'évolution des concentrations moyennes de CRL, et la figure 3 l'évolution du nombre de puits ayant une

concentration de CRL supérieure au niveau minimum de 0,2 mg/l pour les deux quartiers et les deux séries de chloration.

Selon le type de puits, on constate que la concentration de CRL était plus élevée dans les puits familiaux que dans les puits communautaires. De même, dans les deux séries, 3 jours après la chloration, 91,6% des puits familiaux avaient toujours un CRL supérieur à 0,2 mg/l, alors que le même jour, 50% des puits communautaires étaient à moins de 0,2 mg/l.

Tous les composants étaient achetés sur le marché local aux prix suivants, en FCFA : sac de pépiniériste = 50 F, 5 mètres de ficelle = 50F, 140 g (moyenne) HCH = 345 F. Le prix du sable était négligeable (quand il était acheté). Le coût total d'un diffuseur était donc de 445 FCFA, soit 0,68 Euro ou 0,90 USD.

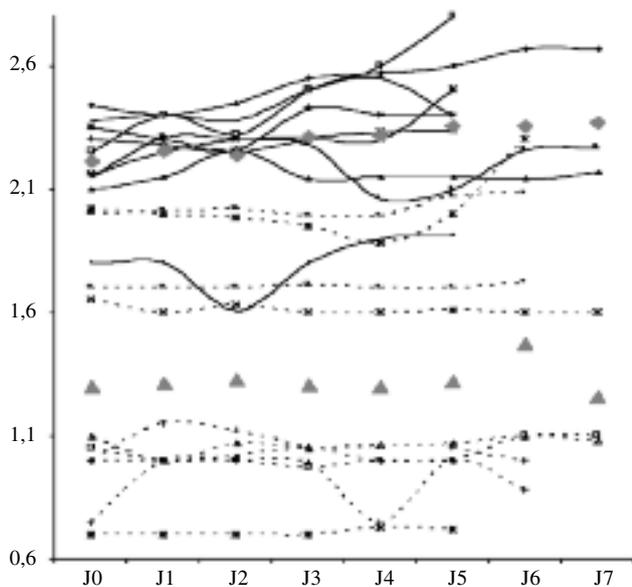


Figure 1. Chloration des puits à Douala durant l'épidémie de choléra de 2004. Evolution du volume des puits étudiés pendant la première semaine (en mètres cube)

Les courbes en traits continus représentent les puits du quartier Brazzaville, et leur moyenne est représentée par les losanges gris. Les courbes pointillées représentent les puits du quartier Bépanda, dont les moyennes sont représentées par les triangles gris.

DISCUSSION

Il existe des recommandations concernant la désinfection des puits par la chloration (8, 11, 12) mais très peu d'études rapportent le résultat de ces techniques. La technique de chloration unique (chloration choc) semble efficace mais ne laisse aucun CRL après 24 heures (9), ce qui permet la recontamination du puits à partir de l'environnement si les sources de pollution sont proches (8, 13).

Compte tenu du manque d'études, des essais préliminaires avaient été réalisés à Douala durant l'épidémie de choléra, de façon à proposer une méthode artisanale de chloration. Après diverses expériences, avec des bouteilles, des boîtes, ou des sacs plastiques, le diffuseur proposé ici avait été le seul retenu en raison de sa simplicité et de la régularité des résultats préliminaires.

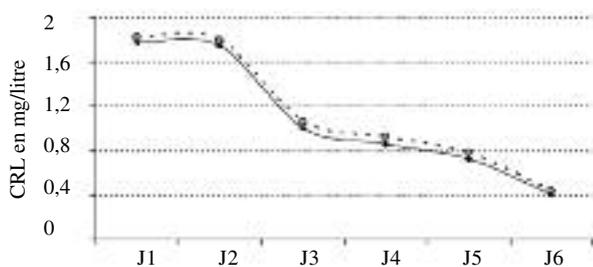


Figure 2. Evolution des concentrations moyennes de CRL dans les deux séries de chloration des puits à Douala (épidémie de choléra - 2004).

L'hypochlorite HCH avait été choisi à cause de sa disponibilité et de son prix. L'hypochlorite de sodium n'est disponible qu'en solution (eau de Javel), ce qui en fait un produit cher et rapidement dégradé (14). Le di-chloro-isocyanurate de sodium (DCCNa) est pourvu de l'activité la plus rapide et la plus puissante, sans toxicité connue aux concentrations habituelles (15, 16). Sa présentation en comprimés est bien adaptée à la chloration individuelle de petites quantités d'eau de boisson, mais elle est très chère et insuffisante pour un puits. Malgré son prix élevé, la présentation en tablettes de 250 g pour les piscines avait été essayée : elle donnait des concentrations trop élevées de CRL, bien supérieures au seuil de toxicité. Il serait intéressant de reprendre les essais en découpant les tablettes en fragments de plus petite taille.

Pour la mesure du pH et du CRL, le kit commercialisé pour les piscines utilise le DPD1 qui est recommandé sur le terrain pour sa facilité, sa simplicité, et son faible coût (8), avec une précision suffisante pour ce type d'étude.

Pour évaluer la faisabilité et la reproductibilité d'un diffuseur artisanal de chlore pour les puits traditionnels, cette étude devait inclure 20 puits de deux quartiers différents de Douala. Or, pour en retenir 18, il a fallu explorer 30 puits : dix d'entre eux n'étaient pas cylindriques, certains ayant même entre eux des communications souterraines, l'un fut exclu parce que son eau était devenue trouble le deuxième jour, et le dernier fut exclu par son propriétaire qui en avait enlevé le diffuseur, tout ceci mettant en question la faisabilité de la technique à grande échelle.

L'acceptabilité de la chloration fait l'objet de discussions (17). Un propriétaire sur 20 a enlevé le diffuseur,

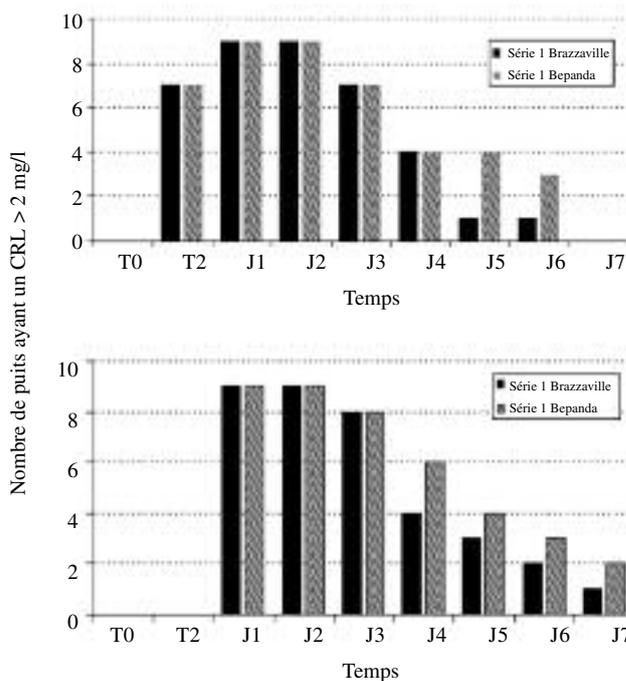


Figure 3. Evolution du nombre de puits ayant un CRL > 2 mg/l en fonction du temps.

Tableau II. Evolution du CRL dans chaque puits (première chloration).

Puits	Temps									
	T0	T2	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8
P1	0	0,30	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	1,00	0,1	0
P2	0	0,60	1,00	0,50	0,10	0,00	0,00	0,00		
P3	0	1,20	0,60	0,60	0,40	0,20	0,10	0,00		
P14	0	0,20	1,20	3,00	1,00	0,40	0,00	0,00		
P15	0	3,00	3,00	1,60	0,10	0,00	0,00	0,00		
P16	0	0,30	1,50	0,30	0,20	0,00	0,00	0,00		
P17	0	0,30	2,00	0,30	0,30	0,20	0,00	0,00		
P19	0	1,50	2,00	1,00	0,50	0,10	0,00	0,00		
P20	0	0,20	3,00	0,60	0,20	0,00	0,00	0,00		
P4	0	0,10	2,00	1,00	0,80	0,50	0,20	0,20	0	
P5	0	0,60	2,00	1,00	0,20	0,10	0,00	0,00		
P6	0	0,10	3,00	3,00	3,00	1,30	0,60	0,20	0	
P7	0	2,00	1,50	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00		
P8	0	0,20	0,50	0,40	0,20	0,10	0,00	0,00		
P9	0	0,30	3,00	2,00	1,50	1,00	0,40	0,00		
P10	0	0,60	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00		
P11	0	3,00	3,00	0,60	0,30	0,00	0,00	0,00		
P13	0	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00	0,80	0,30	0	
moyenne (1)	0	0,86	1,86	1,13	0,76	0,44	0,28	0,09		
Déviat standard (1)		0,91	0,89	0,89	0,94	0,73	0,69	0,24		

T0 = avant chloration; T2 = 2 heures après chloration ; J1,2,3,... jours après chloration.

alors qu'il avait donné son consentement à participer à l'étude : son puits, communautaire, était utilisé par plusieurs familles, si bien que le consentement du seul propriétaire n'était pas suffisant, et l'opposition d'un seul usager a suffi à annuler la procédure. Nous n'avons pas étudié spécifiquement ce problème mais une étude socio-anthropologique avait déjà montré que certains groupes ou certaines personnes n'aiment pas l'eau traitée et préfèrent l'eau « libre », pour son odeur et son goût, ou pour des raisons culturelles ou surnaturelles (6, 18, 19).

Le volume d'eau des puits est resté stable tout au long de l'étude, quels que soient le quartier, le type de puits (familial ou communautaire, ouvert ou couvert) ou le nombre d'usagers. La concentration de CRL diminuait régulièrement, cette diminution étant plus rapide dans les puits communitaires et dans ceux qui étaient utilisés par un grand nombre

Tableau III. Evolution du CRL dans chaque puits (deuxième chlorations).

Puits	Temps							
	J1 (2)	J2 (2)	J3 (2)	J4 (2)	J5 (2)	J6 (2)	J7 (2)	J8 (2)
P1	1,50	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	0,6	0
P2	1,00	0,30	0,20	0,00	0,00	0,00	0	
P3	0,60	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00		
P14	0,50	2,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0	
P15	3,00	3,00	1,00	0,20	0,00	0,00		
P16	1,00	1,00	0,20	0,00	0,00	0,00		
P17	2,00	1,50	0,20	0,00	0,00	0,00		
P19	2,50	2,50	1,50	1,00	0,60	0,00		
P20	1,50	3,00	0,20	0,10	0,00	0,00		
P4	2,00	2,00	2,00	1,50	1,00	1,00	0,6	
P5	1,80	1,50	0,30	0,20	0,00	0,00		
P6	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,50	2,5	
P7	1,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00		
P8	0,80	0,50	0,20	0,20	0,00	0,00		
P9	2,50	3,00	2,00	2,00	1,50	1,00	0	
P10	1,00	1,00	0,20	0,00	0,00	0,00		
P11	1,50	0,80	0,20	0,00	0,00	0,00		
P13	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,50		
moyenne (2)	1,70	1,77	1,02	0,84	0,73	0,42		
Déviat standard (2)	0,80	1,05	1,08	1,12	1,11	0,73		

J1, 2, 3,... jours après chloration.

de personnes. Ceci laisse penser que les variations instantanées du niveau de l'eau dans les puits étaient régulièrement corrigées par la nappe phréatique : plus on puise d'eau, plus décroît le taux de CRL. Outre l'évaporation du chlore, cette décroissance pourrait être due au renouvellement de l'eau à partir de la nappe phréatique, ainsi qu'à l'utilisation de récipients sales, augmentant la consommation de CRL.

Pour chaque puits, la décroissance du taux de CRL était semblable dans les deux séries, confirmant la validité des mesures, et la régularité de cette décroissance dans chaque puits.

Le pH était toujours inférieur ou égal à 7, en deçà de la valeur inhibant l'activité désinfectante du chlore (8, 12). La concentration maximum de CRL n'a jamais atteint le seuil de toxicité, mais elle est restée supérieure à 1 mg/L pendant plus d'un jour dans la moitié des puits. La disparition du CRL est intervenue entre J3 et J4 dans tous les puits communautaires, contre J4-J6 dans les puits familiaux. On peut en déduire que le diffuseur artisanal proposé ici délivrait du chlore en concentration suffisante pour au moins 3 jours dans les deux quartiers étudiés à Douala : le rythme de renouvellement à retenir pourrait donc y être bihebdomadaire.

Si l'on calcule un volume apparent de distribution initiale, en divisant la quantité de HCH disposée dans le puits par la concentration maximum de CRL mesurée, il est intéressant de noter une grande différence par rapport à la mesure manuelle du volume du puits. Théoriquement pour 90 g de HCH 70 % dans 1 M³ d'eau la concentration devrait être de 63 mg/l de chlore (8). En réalité, comme le laissent prévoir les essais préliminaires, la concentration maximum n'a jamais dépassé 3 mg/l, soit 20 fois moins ; elle y était même le plus souvent bien inférieure. Ceci confirme l'importante consommation de chlore par les matières organiques en suspension dans les puits, mais laisse également penser que le volume dans lequel se distribue réellement le chlore est bien supérieur à celui du puits : la nappe phréatique proche participe vraisemblablement à ce volume de distribution. Il pourrait donc être plus intéressant de mesurer la concentration en CRL après stabilisation, quelques heures après la chloration, plutôt que de tenter de mesurer le volume approximatif du puits. Ceci permettrait de recourir à la même procédure pour tous les puits, quelle que soit leur forme, et quelle que soit la nature du sol environnant, puisqu'elle tiendrait compte non pas du volume mesuré du puits mais du volume dans lequel se distribue le chlore. Cette nouvelle procédure permettrait aussi de tester d'autres types de diffuseurs ou d'autres produits, en incluant un choix plus large de puits, dans toutes variétés d'environnement géologique.

Le coût du diffuseur a été calculé sans tenir compte de la main d'œuvre puisque chaque propriétaire était censé le fabriquer lui-même, et sans prendre en compte le prix du kit de mesure du pH et du CRL. Au total un diffuseur coûtait 445 FCFA, soit moins de 0,7 € ou de 0,9 USD, ce qui peut sembler très accessible pour une famille. Cependant la méthode nécessite un renouvellement bihebdomadaire, et ceci pendant toute la durée de l'épidémie, sachant qu'à Douala les épidémies peuvent durer plusieurs mois (8 mois en 2004, 2 ans en 1997-98). Ainsi, un coût de 3 600 FCFA par mois (5,5 € ou 7,2 USD) peut finalement se révéler élevé pour la population. A l'inverse il serait intéressant de tester l'utilisation de tablettes de DCCNa, malgré un prix d'achat légèrement plus élevé, car elles pourraient garantir pendant plus longtemps la stabilité des concentrations en CRL, une diffusion plus lente permettant d'espacer le renouvellement du dispositif.

En zone rurale, le traitement d'un point d'eau unique peut suffire à interrompre une épidémie de choléra dans certaines localités (8). Mais ailleurs l'efficacité de la chloration des puits reste l'objet de discussions étant donné la complexité de la transmission du choléra. Le vibron vit sous différentes formes dans l'environnement : portage chronique, transmission à bas bruit par des malades asymptomatiques, formes non cultivables dans les eaux de haute salinité, association avec des organismes aquatiques. Les eaux saumâtres des régions côtières et les zooplanktons sont des réservoirs où le vibron peut survivre très longtemps, sous forme non cultivable. Ainsi l'explication de la transmission du choléra est passée d'un système simple (homme-pathogène) à un sys-

tème à trois ou quatre facteurs (virus-bactérie- organismes aquatiques -hommes) (5, 13, 20, 21).

Plusieurs études en pays en développement ont montré que la chloration de l'eau de boisson à domicile réduit l'incidence de la diarrhée de 20 à 48 % (22). Dans différents milieux, urbains et ruraux, il a été montré que le traitement domiciliaire de l'eau était environ deux fois plus efficace pour réduire les diarrhées endémiques que le traitement conventionnel à la source ou au point de distribution (23). La chloration à domicile est aussi l'intervention la plus efficace pour prévenir les maladies diarrhéiques dans un grand nombre de sites ou de pays (11).

L'objectif de la chloration des puits de Douala était de réduire la charge bactérienne de l'environnement immédiat des malades, et de réduire les contacts entre *V. cholerae* et la population humaine au niveau domiciliaire, dans l'espoir d'obtenir une diminution du nombre de cas de choléra, étant donné que le risque de choléra-maladie est « dose dépendant » (11, 18). Mais la chloration des puits ne dispensait nullement du traitement domiciliaire, qui était recommandé au cours des visites systématiques et des séances d'éducation et sensibilisation. Au contraire, elle n'était qu'une des composantes du paquet d'activités communautaires autour du domicile de chaque patient : désinfection de la maison, du puits, des latrines ; éducation populaire sur la transmission du choléra, sa prise en charge, sa prévention ; antibioprophyxie individuelle des contacts (24, 25).

Il serait impossible de démontrer l'impact ou l'efficacité de la seule chloration des puits sur l'extension du choléra durant cette épidémie. Mais il semblait nécessaire, ou au moins utile, de réduire le pouvoir infectant de l'environnement immédiat des malades et de leurs contacts à domicile.

CONCLUSION

Bien qu'elle n'ait concerné qu'un petit nombre de puits à Douala, les résultats de la présente étude montrent qu'il est possible de fabriquer à coût moyen un diffuseur artisanal pour une chloration continue des puits traditionnels pendant au moins 3 jours, avec des concentrations efficaces de CRL, restant bien en deçà du seuil toxique. Mais la mesure des dimensions des puits est souvent difficile voire impossible et il serait utile d'expérimenter une autre méthode pour calculer les besoins en chlore, quel que soit le dispositif proposé ou quel que soit le produit utilisé. Il serait également intéressant de tester d'autres techniques ou d'autres dérivés chlorés, de façon à obtenir une diffusion plus lente permettant d'espacer le renouvellement et ainsi de réduire le coût du dispositif. La chloration des puits a pour objectif de contribuer à la lutte communautaire contre l'épidémie, à côté d'autres actions indispensables d'éducation et de prévention, comme la désinfection, la sécurisation domiciliaire de l'eau de boisson et l'hygiène individuelle.

RÉFÉRENCES

1. Ashbolt NJ. Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions. *Toxicology* 2004; 198 : 229-38.
2. Thompson T, Sobsey M, Bartram J. Providing clean water, keeping water clean : an integrated approach. *Int J Environ Health Res* 2003; 13 : S89-94.
3. World Health Organization Cholera 2004. *Wkly epidemiol Rec* 2005; 80 : 261-8.
4. World Health Organization Cholera 2005. *Wkly epidemiol Rec* 2006; 81 : 297-308.
5. Gil AI, Louis VR, Rivera IN, Lipp E, Hug A, Lanata CF *et al.* Occurrence and distribution of *Vibrio cholerae* in the coastal environment of Peru. *Environ Microbiol* 2004; 6 : 699-706.
6. Guévert E, Noeske J, Solle J, Essomba JM, Mbonji Edjenguele, Bitá A *et al.* Déterminants du choléra à Douala. *Med Trop* 2006; 66 : 283-91.
7. Ndour CT, Manga NM, Kâ R, Dia/Badiane NM, Fortez L, Seydi M *et al.* L'épidémie de choléra de 2004 à Dakar : aspects épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques. *Med Trop* 2006; 66 : 33-8.
8. World Health Organization. Cholera and other epidemic diarrhoeal diseases control- technical cards on environmental sanitation. Document WHO/EMC/DIS/97.6. Geneva 1997; 46 p.
9. Rowe AK, Angulo FJ, Roberts L, Tauxe R. Chlorinating well water with liquid bleach was not an effective water disinfection strategy in Guinea-Bissau. *Int J Environ Health Res* 1998; 8 : 339-40.
10. Hellard ME, Sinclair MI, Dharmage SC, Bailey MJ, Fairley CK. The rate of gastroenteritis in a large city before and after chlorination. *Int J Environ Health Res* 2002; 12 : 355-60.
11. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. 3d edition 2004. 515 p.
12. Akin EW, Hoff JC, Lippy EC. Waterborne outbreak control : which Disinfectant? *Environ Health Perspect* 1982; 46 : 7-12.
13. Torres Codeço C. Endemic and epidemic dynamics of cholera : the role of the aquatic reservoir. *BMC Infect Dis* 2001; 1 : 1.
14. Reller ME, Mong YJ, Hoekstra RM, Quick RE. Cholera prevention with traditional and novel water treatment methods : an outbreak investigation in Fort-Dauphin, Madagascar. *Am J Public Health* 2001; 91 : 1608-10.
15. Baylac P. Le dichloroisocyanurate de sodium : un désinfectant majeur de l'eau de boisson. *Med Trop* 2002; 62 : 594-6.
16. Agence Française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA). Avis relatif à l'emploi en tant qu'auxiliaire technologique en alimentation humaine d'un produit à base de dichloro-s-triazinetrione de sodium pour le lavage et la décontamination par trempage effectués par le consommateur final des fruits et légumes consommés crus. Afssa - Maisons Alfort (France) Saisine n° 2004-SA-0146 - 7 octobre 2004.
17. MK Kindhauser. Global defence against the infectious disease threat. Who Geneva 2003. 241 p.
18. Colwell RR, Huq A, Islam MS, Aziz KM, Yunus M, Khan NH *et al.* Reduction of cholera in Bangladeshi villages by simple filtration. *Proc Natl Acad Sci USA* 2003; 100 : 1051-5.
19. United Nations Children's Fund (UNICEF). A manual on communication for water supply and environmental sanitation. Programmes Water, Environment and Sanitation. Technical Guidelines N° 7. 1999. 74 p.
20. Huang G, Lin T, Jiang J. A new look at the mechanism of cholera endemicity caused by *Vibrio cholerae* biotype El tor. *Chin Med J* 2000; 113 : 568-70.
21. Sack DA, Sack RB, Nair GB, Siddique AK. Cholera. *Lancet* 2004; 363 : 223-33.
22. Crump JA, Otieno PO, Slutsker L, Keswick BH, Rosen DH, Hoekstra RM *et al.* Household based treatment of drinking water with flocculant-disinfectant for preventing diarrhoea in areas with turbid source water in rural western Kenya : cluster randomised controlled trial. *BMJ* 2005; 331 : 478-83.
23. Clasen T, Nadakatti S, Menon S. Microbiological performance of a water treatment unit designed for household use in developing countries. *Trop Med Int Health* 2006; 11 : 1399-405.
24. Guévert E, Solle J, Mouangue A, Noeske J, Bitá A, Fonkoua MC *et al.* Évolution de la sensibilité de *Vibrio cholerae* 01 après utilisation prolongée d'antibiotiques en traitement et en prophylaxie au cours de l'épidémie de choléra de Douala (Cameroun) 2004. *Med Mal Inf* 2006; 36 : 329-34.
25. Noeske J, Guévert E, Kuaban C, Solle J, Fonkoua MC, Mouangue A, *et al.* Routine use of antimicrobial drugs during the 2004 cholera epidemic in Douala, Cameroon. *East Afr Med J* 2006; 83 : 596-601.



Cambodge © E. Lightburn