

Qualité de l'eau de consommation dans les périmètres irrigués de Diomandou et de Nianga

Influence de la source
d'approvisionnement

Lucie Robidoux
Chimiste

Elodie Ghedin
Chimiste

Pascal Handschumacher
Géographe de la santé

Georges Hébrard
Entomologiste médical

Jean-Pierre Schmit
Chimiste

Les deux études concernant la qualité de l'eau de consommation dans la vallée du fleuve Sénégal ont été présentées dans cet ouvrage sous la forme de deux articles séparés. Le premier traite essentiellement de l'effet de l'aménagement de sources d'approvisionnement sur la qualité de l'eau provenant de puits traditionnels et de puits modernes dans deux zones villageoises de la moyenne vallée du fleuve. Le deuxième considère l'effet, sur la qualité de l'eau, de sa manipulation par l'utilisateur, lors de l'intervalle entre le puisage et la consommation, à Richard-Toll. Cet aspect sera présenté plus loin (p.169).

Cette recherche a permis la soutenance d'un mémoire de maîtrise, présenté à l'université du Québec à Montréal (GHEDIN, 1993), et a déjà fait l'objet d'un premier article (GHEDIN *et al.*, 1993).

Introduction

L'approvisionnement en eau potable est un problème majeur dans les pays en développement. La pollution par les déchets, les eaux usées, et les excréments humains ou animaux représente une menace constante pour la qualité de l'eau de consommation (OMS, 1986 b). Là où l'eau est consommée sans être traitée, le potentiel de transmission de maladies hydriques est élevé. Les maladies diarrhéiques sont une cause majeure de morbidité et de mortalité dans les pays en développement; l'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime qu'elles sont responsables de près de cinq millions de morts par année chez les enfants de moins de cinq ans (BRISCOE *et al.*, 1986; CHANDLER, 1984).

Habituellement, on suppose que l'amélioration de la qualité de la ressource en eau amène une baisse de morbidité et de mortalité. On a estimé que l'apport d'eau propre à la consommation éliminerait la moitié des cas de diarrhée (CHANDLER, 1984). Cependant, les efforts pour évaluer l'impact sur la santé d'une amélioration de la ressource en eau ont eu plus ou moins de succès, comme plusieurs auteurs l'ont démontré (BLUM et FEACHEM, 1983; ESREY *et al.*, 1985; ESREY et HABICHT, 1986; SAUNDERS et WARFORD, 1976).

S'il semble évident que la qualité de l'eau dépend du point d'approvisionnement, il reste qu'elle peut aussi être influencée par l'utilisateur. En effet, habituellement, l'utilisateur gère lui-même son point d'eau, et sa réserve quotidienne d'eau, ce qui entraîne la possibilité d'en affecter la qualité, et ce de façon positive ou négative.

Pour comprendre la relation entre la santé et l'eau de consommation, il est donc nécessaire de considérer toutes les étapes qui se succèdent dans l'approvisionnement en eau.

C'est seulement prise dans son ensemble que cette recherche, que nous avons analysée sous forme de deux articles séparés, permettra de répondre à la question suivante : est-ce que les conditions de base sont respectées, sachant que l'eau de consommation ne devrait pas être saline, qu'elle devrait être peu turbide, que l'on ne devrait pas y retrouver d'organismes pathogènes, ni d'éléments pouvant avoir, de façon ponctuelle ou à long terme, un effet néfaste sur la santé ou d'éléments conférant une odeur ou un goût désagréable.

L'étude que nous avons entreprise ne s'adresse qu'au problème de la qualité de l'eau, mais elle met aussi en relief l'interdépendance entre cette qualité, l'approvisionnement en eau et les conditions sanitaires, en démontrant que tous ces facteurs ont un rôle à jouer dans la relation entre l'eau et la santé.

Le problème de contamination de l'eau de consommation peut être abordé à plusieurs niveaux. Cette recherche traite essentiellement de la contamination de l'eau à la source d'approvisionnement, c'est-à-dire au niveau des puits qui approvisionnent les villages étudiés. On y traite de l'effet de l'aménagement des sources d'approvisionnement sur la qualité de l'eau de consommation, en comparant des sources aménagées à des sources non-aménagées. Quelques données physico-chimiques et bactériologiques élémentaires décrivant la qualité de l'eau consommée par les populations des villages de deux périmètres irrigués ont été rassemblées, et l'impact de la gestion de la source d'eau par le consommateur sur la qualité de cette dernière a été évalué.

■ Zone d'étude et méthodes d'échantillonnage

Description des puits étudiés

Trois types de puits ont été identifiés : le puits traditionnel, le puits moderne et le forage. Le puits traditionnel est, sous sa forme la plus simple, un trou creusé à la main dans le sol. Généralement, une margelle en terre séchée protège le trou. Le revêtement intérieur est naturel, donc non bétonné. L'accès au puits est sablonné et le puits n'est pas recouvert. Ce que l'on appelle puits moderne ressemble au puits traditionnel — il est donc souvent creusé à la main — mais le revêtement intérieur et la margelle sont bétonnés. De plus, l'accès au puits est bétonné ou pavé. Dans les deux cas l'eau est puisée à l'aide de seaux ou de sacs accrochés à des cordes. Le forage est un puits foré mécaniquement, bétonné, scellé et équipé d'une pompe pour puiser l'eau. Les pompes des forages ne fonctionnant plus lors de l'étude, ceux-ci étaient ouverts afin de per-

mettre aux utilisateurs d'y plonger des seaux à l'aide de cordes. Dans tous les cas, l'eau puisée, transférée dans des bassines en plastique est transportée par les femmes jusqu'au foyer. L'eau est généralement conservée à domicile dans des jarres en terre cuite appelées « canaris ».

Dans notre étude, les trois types de puits ont été regroupés en deux catégories : les puits traditionnels et les puits modernes, incluant les forages. Le regroupement des puits modernes et des forages en une seule catégorie (les deux types de puits sont creusés à des profondeurs comparables) se fait donc sur la base du recouvrement intérieur, de la margelle et de l'accès qui sont bétonnés. L'accès est un facteur pouvant avoir un effet important sur la qualité de l'eau car les cordes et les seaux qui étaient au sol peuvent contaminer l'eau du puits lors du puisage. Un accès en béton est normalement plus facile à entretenir et à nettoyer qu'un accès en sable.

Sites étudiés

Deux périmètres, Nianga et Diomandou, regroupant des villages et des zones agricoles ont été choisis pour cette étude. Ces sites sont localisés dans le département de Podor. Les sources en approvisionnement d'eau potable de quatre villages situés à l'intérieur de ces périmètres ont été analysées.

Le périmètre MO6bis, aussi appelé périmètre de Diomandou, est de grandeur intermédiaire. Mis en service en 1989, il est géré par trois villages toucouleurs (Diomandou, Thialaga et Dodel) et deux communautés agro-pastorales peuls que l'étude ne couvre pas.

Le quatrième village, également peuplé de Toucouleurs, est appelé Guia et ses terres irriguées se situent à l'intérieur du large périmètre agricole de Nianga, dont la mise en exploitation, plus ancienne date de 1975.

Échantillonnage

Les analyses ont été effectuées en 1991-1992, à trois périodes de l'année : en octobre 1991, à la fin de la saison des pluies, en février 1992, au milieu de la saison sèche et en mai de la même année, à la fin de la saison sèche.

À Guia, les échantillons d'eau proviennent de trois puits traditionnels et un moderne tandis qu'à Diomandou l'eau analysée provient de quatre puits traditionnels, deux forages et un puits moderne. Un échantillon a aussi été prélevé dans le marigot à proximité de Diomandou à un point d'eau où certains villageois s'approvisionnent régulièrement.

L'eau entreposée dans les canaris a aussi été analysée. Un canari correspondant à chaque source d'eau a été échantillonné afin de déterminer l'effet d'entreposage sur la qualité de l'eau.

Matériel et méthodes

Analyses physico-chimiques

La température, le pH, l'oxygène dissous, la conductivité et la concentration d'ammonium ont été mesurés immédiatement au site d'échantillonnage. Les concentrations de nitrate et de chlorure ont été mesurées au plus tard 10 heures après l'échantillonnage. Un pH-mètre Hanna (modèle HI 8424) a été utilisé pour mesurer la température et le pH; le même instrument, muni d'électrodes à ions spécifiques a été utilisé pour mesurer les concentrations d'ammonium (modèle Orion 95-12), de nitrate (modèle Orion 93-07 avec référence modèle 90-02) et de chlorure (modèle Orion 94-17B avec référence modèle 90-02). L'oxygène dissous a été mesuré avec un oxymètre Hanna (modèle HI 8543), et la conductivité avec un conductimètre Hanna (modèle HI 8733).

Analyses bactériologiques

La qualité bactériologique de l'eau a été évaluée par dénombrement d'unité génératrice de colonies (UGC) de coliformes fécaux (CF) et de streptocoques fécaux (SF). Les tests ont été faits par la méthode de la membrane filtrante, décrite dans *Standard Methods* (APHA, 1989).

Le volume requis (soit 100 ml, 10 ml ou 1 ml) de chacun des échantillons d'eau a été filtré à chacun des sites, à l'aide d'une rampe de filtration triple Millipore. Les membranes filtrantes ont été mises en incubation sur milieu standard (bouillon *M-FC* à 44,5 °C pendant 24 heures pour les CF; gélose *KF* à 35 °C pendant 48 heures pour les SF) dans un incubateur millipore MF.

Pour chacun des échantillons, 500 ml d'eau ont été prélevés dans un flacon de polypropylène, et conservé à 4 °C, jusqu'à analyse.

■ Résultats et analyses

Les résultats des tests physico-chimiques et bactériologiques effectués aux sites étudiés sont présentés dans les tableaux I et II. L'interprétation de ces résultats se base sur les normes suggérées par l'OMS (1986 a, 1986 b) et les normes européennes (Lyonnaise des eaux, 1989).

Physico-chimie

Selon les normes européennes, la conductivité d'une eau de consommation ne doit pas dépasser 400 μ Siemens par cm. Au-dessus de ce niveau-guide, les ions dominants confèrent un goût à l'eau et affectent de façon générale sa qualité. La conductivité mesurée dans le puits moderne et un des puits traditionnels à Guia (MG et TG1) dépasse de loin la valeur maximale recommandée (tel qu'indiqué dans la fig. 1A). L'ion dominant est fort probablement le chlorure (fig. 1B) qui dans ces mêmes puits excède les normes : selon l'OMS, 250 mg de Cl^- par litre serait la limite acceptable (LA) mais il serait quand même préférable que le niveau ne dépasse pas la limite souhaitable (LS) de 25 mg par litre.

Il est surprenant de constater par ces résultats que les quatre puits de Guia ne s'approvisionnent pas dans la même source souterraine. Il apparaît que la région comprend un système de failles et de rivières souterraines plutôt que de nappes.

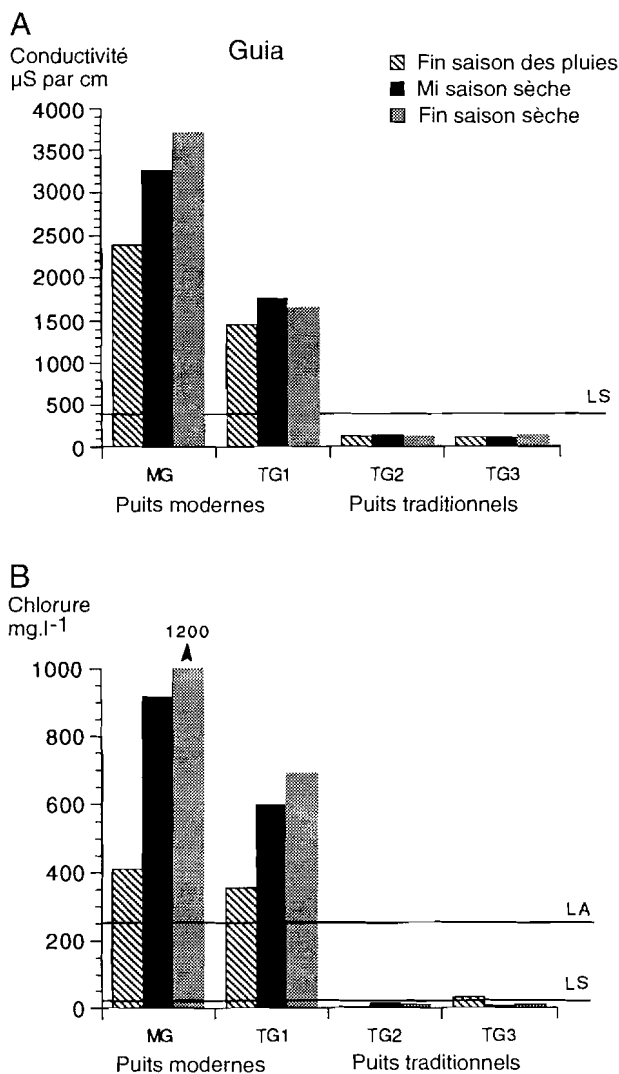
Tableau I
Physico-chimie des points d'eau de Diomandou et de Guia.

	DIOMANDOU						GUIA					
	FD1	FD2	MD	TD1	TD2	TD3	TD4	Mar	MG	TG1	TG2	TG3
	Température en °C											
A	N.D.	31,8	29,9	N.D.	32,2	31,0	31,8	27,8	30,7	30,7	30,2	30,5
B	31,0	31,4	N.D.	32,1	32,0	30,9	31,6	26,1	30,3	29,6	29,7	29,4
C	32,2	32,4	30,6	32,4	31,9	32,1	32,1	27,7	31,1	31,3	31,4	31,5
	pH											
A	N.D.	6,5	7,4	N.D.	6,1	6,4	6,8	6,8	6,5	7,0	6,6	6,7
B	6,5	6,9	N.D.	6,5	6,3	7,0	7,3	7,7	6,9	7,2	7,2	7,1
C	6,7	6,9	8,1	6,4	6,4	6,9	7,1	8,0	7,2	7,4	7,2	7,1
	Conductivité en $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$											
A	N.D.	423	342	N.D.	198	268	602	54	2 390	1462	128	117
B	258	444	N.D.	326	195	298	636	65	3 260	1760	138	107
C	267	430	370	280	159	286	636	58	3 700	1655	120	130
	Chlorure $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$											
A	N.D.	22	4	N.D.	7	4	21	4	412	355	6	33
B	14	39	N.D.	31	11	8	31	9	916	597	15	8
C	23	48	10	45	18	11	41	8	1201	689	11	11
	Nitrate $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$											
A	N.D.	75,0	7,8	N.D.	8,7	11,2	161,4	1,6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
B	4,6	44,0	N.D.	55,0	5,5	7,5	85,0	0,6	90,0	9,5	0,9	0,6
C	6,8	41,0	7,4	63,2	8,2	9,5	82,9	1,8	80,8	18,0	2,2	2,3
	Ammonium $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$											
A	N.D.	< 0,01	< 0,01	N.D.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
B	< 0,01	< 0,01	N.D.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	14,23	0,05	0,50
C	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

(FD : Forage Diomandou; MD : Puits moderne Diomandou; TD : Puits traditionnel Diomandou; MG : Puits moderne Guia; TG : Puits traditionnel Guia; Mar : Marigot; A : Octobre 1991, fin de la saison des pluies; B : Février 1992, milieu de la saison sèche; C : Mai 1992, fin de la saison sèche; N.D. : Non disponible).

Bien que l'échantillonnage ponctuel effectué ne permette pas d'analyser l'évolution de la qualité de l'eau au cours d'une année, les mesures de chlorure suggèrent un effet de dilution. La saison des pluies s'étend de juin à octobre; pendant cette saison, le niveau du fleuve monte et atteint son maximum au cours du mois d'octobre, dans la région de Podor. La source d'eau salée dans laquelle les puits MG et TG1 s'approvisionnent est diluée en octobre tandis qu'au cours de la saison sèche un effet de concentration apparaît.

Figure 1
 A) Conductivité.
 B) Concentrations d'ions de chlorures mesurées à Guia dans les puits modernes et traditionnels. (LA : limite acceptable ; LS : limite souhaitable).



Les recommandations relatives à la concentration de chlorure dans une eau de consommation sont plutôt une question de goût que de salubrité. En ce qui concerne le nitrate, l'OMS situe la limite supérieure acceptable pour la consommation de ce composé à 44 mg de NO_3 par litre, tandis que les normes européennes la situe à 50 mg

par litre. Une concentration trop élevée de nitrate dans l'eau consommée peut en effet affecter l'oxygénation du sang et constituer un danger pour la santé, particulièrement chez les nouveau-nés et les femmes enceintes (Anonyme, 1986).

Le puits moderne de Guia (MG), le forage 2 (FD2) et les puits traditionnels 1 et 4 (TD1 et TD4) de Diomandou présentent une concentration élevée en nitrate. Celle-ci, comparable pour les trois périodes de l'année retenues, indique que ces puits ont tendance à être contaminés de façon permanente.

La pollution par les matières fécales constitue une source majeure de nitrate dans l'eau. Cependant, selon une étude effectuée dans le Sahel rural par GUILLEMIN *et al.* (1986), le contenu en nitrate des nappes souterraines n'est pas un indicateur suffisant d'une pollution fécale. Lors d'une étude effectuée au Botswana par une autre équipe (BRYNOLF, 1983), les analyses bactériologiques et physico-chimiques ont révélé que l'eau des sources les plus contaminées par les bactéries ne contenait que peu de nitrate. Les tests visant à mesurer le nitrate ne constituent donc que des mesures complémentaires aux tests bactériologiques.

Bactériologie

Selon les normes de l'OMS, pour qu'une eau soit propre à la consommation, on ne doit y retrouver ni coliforme fécal ni streptocoque dans un échantillon de 100 ml. Bien que ces recommandations se basent sur une question de risque pour la santé, elles sont trop strictes lorsque l'accès à une eau de qualité est limité. Ce niveau de « propreté » ne peut être atteint sans système d'égoût et/ou de traitement d'eau..

Afin d'interpréter les résultats, les valeurs obtenues ont été divisées en trois catégories correspondant à une qualité relative de l'eau. Entre 0 et 100 UGC par 100 ml, l'eau est considérée comme étant de qualité acceptable (selon FEACHEM, 1980, 1984). Au-dessus de 100 UGC, l'eau est très contaminée et considérée comme impropre à la consommation. Une eau contenant plus de 1 000 UGC par 100 ml peut être considérée comme extrêmement contaminée et comportant un sérieux risque pour la santé.

Deux comparaisons sont effectuées : la première concerne les puits modernes et les puits traditionnels; la deuxième concerne l'eau puisée et l'eau entreposée dans les canaris. Les tests physico-chimiques permettent de déterminer si l'eau du canari provient du point d'eau indiqué. Dans deux cas (TG1 en février 1992 et MG en mai 1992), les résultats des analyses de conductivité et de concentration de chlorure révèlent que l'eau des canaris provenait du marigot et non des points d'eau indiqués.

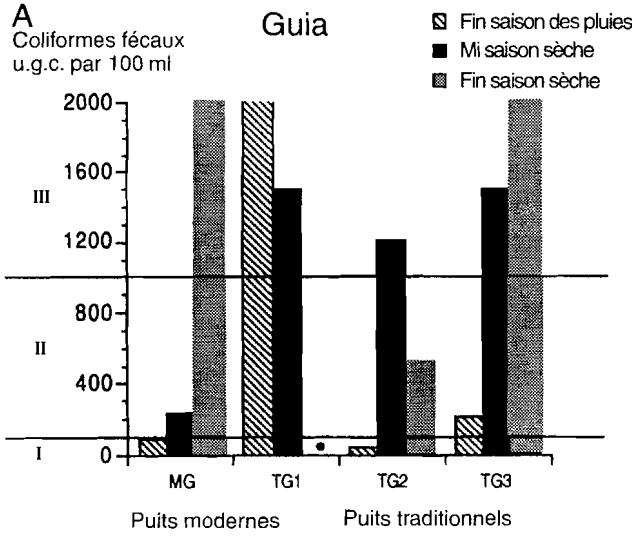
La plus forte concentration d'organismes indicateurs dans les puits se retrouve à Guia au puits traditionnel 1 (TG1) et à Diomandou au puits traditionnel 4 (TD4) où les niveaux de coliformes fécaux en octobre 1991 atteignent 5 000 organismes par 100 ml (tabl. II). Les figures 2 et 3 permettent de visualiser la contamination en fonction des catégories de qualité proposées.

Tableau II

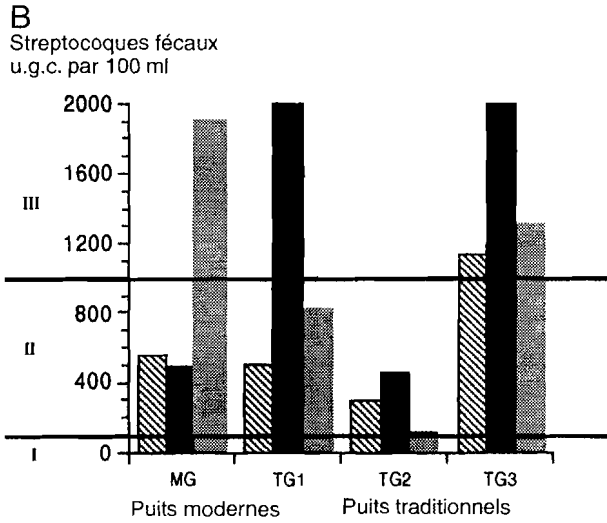
Qualité bactériologique de l'eau à sa source et entreposée, à Diamandou et à Guia.

Prélèvements	Coliformes fécaux			Streptocoques fécaux		
	UGC par 100 ml					
	A	B	C	A	B	C
DIOMANDOU						
FD1	N.D.	40	1 440	N.D.	140	640
Canari-fd1	N.D.	160	40	N.D.	220	265
FD2	N.D.	1 500	340	100	520	15
Canari-fd2	N.D.	235	N.D.	350	200	90
MD	2	N.D.	80	1 430	N.D.	2 790
Canari-md	0	N.D.	0	110	N.D.	120
TD1	N.D.	1 510	270	N.D.	1 060	75
Canari-td1	N.D.	680	170	N.D.	120	120
TD2	6	1 820	770	400	N.D.	145
Canari-td2	4	190	910	114	140	20
TD3	109	3 500	210	N.D.	1 430	245
Canari-td3	7	2 880	500	110	1 380	180
TD4	5 000	1 500	590	1 250	730	1 150
Canari-td4	5 000	N.D.	300	560	1 100	1 350
Marigot	124	590	70	160	400	20
Canari-mar	132	150	80	132	200	25
GUIA						
MG	90	230	3 000	550	490	1 900
Canari-mg	230	1 500	1 000	70	1 220	755
TG1	5 000	1 500	N.D.	500	2 080	820
Canari-tg1	5 000	N.D.	790	490	880	120
TG2	45	1 210	520	290	450	110
Canari-tg2	3	N.D.	720	75	1 770	1 800
TG3	209	1 500	2 600	1 140	3 390	1 300
Canari-tg3	213	930	1 800	800	2 930	700

(FD : Forage Diomandou; MD : Puits moderne Diomandou; TD : Puits traditionnel Diomandou; MG : Puits moderne Guia; TG : Puits traditionnel Guia; Mar : Marigot; A : Octobre 1991, fin de la saison des pluies; B : Février 1992, milieu de la saison sèche; C : Mai 1992, fin de la saison sèche; N.D. : Non disponible).



■ Figure 2
A) Coliformes fécaux.
B) Streptocoques fécaux mesurés dans les sources d'approvisionnement en eau de Guia.



u.g.c. : unité génératrice de colonies
I : 0-100 ugc par 100 ml = acceptable
II : 101-1000 ugc par 100 ml = très contaminée
III : > 1000 ugc par 100 ml = sérieux risque pour la santé
 Les points indiquent les résultats manquants

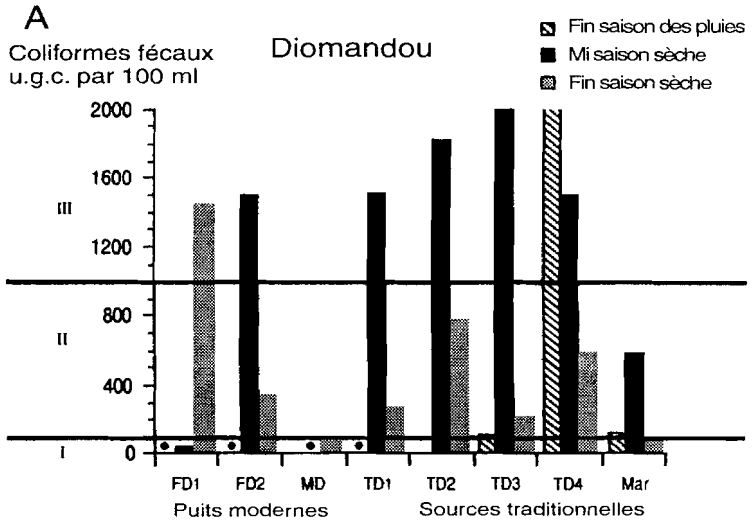
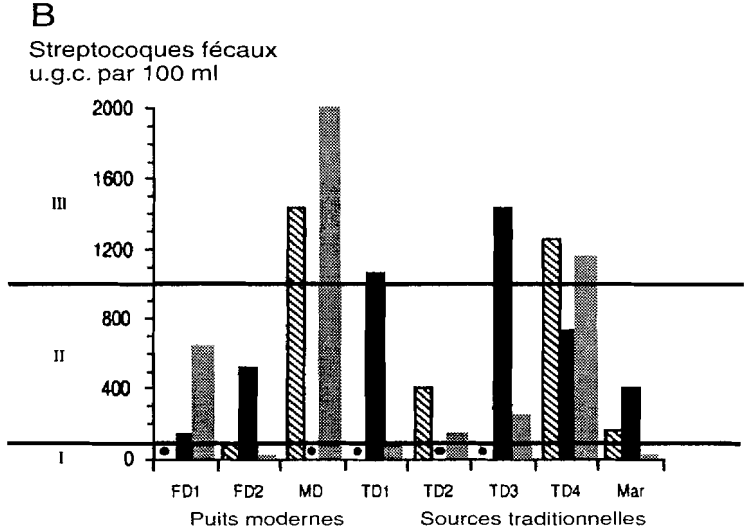


Figure 3

A) Coliformes fécaux.
 B) Streptocoques fécaux
 mesurés dans
 les sources
 d'approvisionnement
 en eau de Diomandou.



u.g.c. : unité génératrice de colonies
 I : 0-100 ugc par 100 ml = acceptable
 II : 101-1000 ugc par 100 ml = très contaminée
 III : > 1000 ugc par 100 ml = sérieux risque pour la santé
 Les points indiquent les résultats manquants

Selon les figures 2 et 3, une tendance démontrant une différence entre les puits traditionnels et modernes n'apparaît pas. La seule exception est le puits moderne de Diomandou. Ce puits appartient au dispensaire de Dodel et son entretien et celui de ses alentours est fait par un responsable désigné. Très peu de coliformes étaient présents dans ce puits. Cependant, les streptocoques apparaissaient en grande concentration, encore plus élevée que pour le puits public testé dans le même village (TD4). Au dispensaire, les latrines sont situées à proximité du puits. Il pourrâit y avoir contamination de la faille souterraine qui approvisionne le puits. Cependant, ceci n'explique pas pourquoi les streptocoques se retrouvent en plus grande concentration que les coliformes. Une hypothèse à vérifier, serait qu'un produit chimique déversé dans la fosse des latrines affecterait de façon sélective les coliformes. Ceci reste à vérifier.

En fait, l'analyse de l'eau des canaris ne donne qu'une idée peu précise du rôle du stockage de l'eau sur sa qualité à la consommation. La troisième partie de ce document traite de cet aspect grâce aux analyses effectuées après que l'eau ait été versée dans les canaris.

Les variations entre le nombre de coliformes observés au puits et dans le canari peuvent être interprétées de la façon suivante : une augmentation indiquerait une contamination lors du transport ou de l'entreposage; une diminution pourrait être représentative d'une mortalité naturelle des organismes après excrétion. Au dispensaire de Dodel, l'eau entreposée est presque totalement exempte de coliformes bien qu'à sa source il y ait une certaine contamination. En questionnant les gens, nous avons appris que l'eau était traitée avec un désinfectant. L'analyse de chlorure révèle que l'eau de javel (NaClO) n'est pas le produit employé.

De manière générale, l'eau du marigot semblait être de qualité supérieure à celle de la plupart des puits. Il y a probablement un effet de dilution et de circulation que l'on ne retrouve pas pour les sources souterraines.

Discussion

Cette étude regroupe des analyses très ponctuelles effectuées à des périodes précises de l'année. Ce mode d'échantillonnage ne permet pas de généraliser les résultats. Cependant, ceux-ci n'en demeurent pas moins représentatifs d'une réalité : à savoir que la plupart des sources étudiées sont trop facilement contaminées.

Cette contamination peut se faire à plusieurs niveaux : a) au niveau du puisage, par le seau et les cordes trainant par terre; b) au niveau du transport, par le contenant ou la bassine; c) lors de l'entreposage, par la tasse servant à puiser l'eau dans le canari, et par la main tenant la tasse. L'étape à laquelle l'eau est contaminée déterminera aussi la propagation de l'infection : si la contamination se produit après la collecte de l'eau, une transmission intrafamiliale sera favorisée, tandis qu'une contamination à la source affectera la communauté de façon générale.

Les animaux que l'on retrouve autour de la source d'eau affectent aussi sa qualité et représentent une source importante de pollution. Lors de la collecte des échantillons, plusieurs animaux ont été observés aux alentours des sites de prélèvement (poules, chiens, chèvres, ânes), ce qui représente un potentiel de contamination assez important.

Conclusion

Lorsque l'OMS a désigné la période 1980-1990 comme la « Décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement », l'objectif était d'améliorer la santé des populations. Dans cette optique, les efforts devaient porter sur l'accessibilité à une source d'approvisionnement en eau de qualité, à proximité du lieu de résidence, et à des installations sanitaires adéquates, deux éléments de base en médecine préventive et en santé publique (FEACHEM, 1984). En 1987, 42 % de la population totale du Sénégal avait accès à une

eau de consommation de qualité et à des installations sanitaires adéquates, contre 37% en 1976. Le fossé entre les populations rurales et urbaines reste important puisque l'on parle, dans le cas des installations sanitaires, de 27% de couverture chez les ruraux et de 69% chez les urbains (OLOKESUSI, 1990).

L'incidence de nombreuses maladies liées à l'eau dépend du climat et de la végétation, de la géographie, des pratiques culturelles, de l'hygiène des populations, des installations sanitaires, de la quantité et de la qualité de l'eau utilisée et du mode d'évacuation des déchets (SAUNDERS et WARFORD, 1976). L'approvisionnement en eau de boisson de qualité n'est qu'une des premières étapes vers l'accroissement du niveau de santé des populations; c'est une étape nécessaire mais clairement insuffisante.

Ainsi, un des éléments-clé du succès d'un programme visant à améliorer l'accès à une eau de qualité est la gestion du site exploité. Il ne suffit pas d'aménager une margelle en ciment et d'installer des pompes. Des actions très simples et peu coûteuses peuvent concourir à une nette amélioration : restreindre l'accès au puits en le clôturant, fermer le puits après chaque usage, laisser la corde et le seau dans le puits et utiliser un système de poulies pour empêcher la corde de toucher le sol, par exemple.

Bibliographie

BLUM (D.), FEACHEM (R. G.), 1983 —
Measuring the impact of water supply and sanitation investments on diarrhoeal diseases : problems of methodology. *International Journal of Epidemiology*, 12 : 357-365.

BRISCOE (J.), FEACHEM (R. G.), RAHAMAN (M. M.), 1986 —
Evaluating health impact : water supply, sanitation, and hygiene education. Doc. CRDI Ottawa, Canada,

BRYNOLF (L. V.), 1983 —
« Pollution de l'eau et hygiène au Botswana ». In : *Les problèmes d'assainissement dans les pays en voie de développement : compte rendu du colloque sur la formation tenu à Lobatsi (Botswana) du 14 au 20 août 1980*, Doc. CRDI Ottawa, Canada : 67-70.

CHANDLER (W. U.), 1984 —
Improving world health: a least cost strategy. Worlwatch paper 59, Washington, D.C.

- ESREY (S. A.), FEACHEM (R. G.), HUGUES (J. M.), 1985 — Interventions for the control of diarrhoeal diseases among young children : improving water supplies and excreta disposal facilities. *Bull. WHO*, 63 : 757-772.
- ESREY (S. A.), HABICHT (J.-P.), 1986 — Epidemiologic evidence for health benefits from improved water and sanitation in developing countries. *Epidemiologic reviews*, 8 : 117-128.
- FEACHEM (R. G.), 1984 — « Infections Related to Water and Excreta : The Health Dimension of the Decade ». In : *Water and Sanitation : Economic and Sociological Perspectives*, Washington, D.C., P.G. Bourne, Academic Press : 21-47.
- GHEDIN (E.), 1993 — *Qualité de l'eau de consommation dans deux périmètres sahéliens au Sénégal*. Mémoire de maîtrise, univ. du Québec à Montréal, 51 p.
- GHEDIN (E.), ROBIDOUX (L.), HANDSCHUMACHER (P.), HÉBRARD (G.), SCHMIT (J.-P.), 1993 — Quality of Drinking Water Sources in Two Sub-desert Sahelian Areas in North-Western Senegal. *International Journal of Environmental Studies*, 44 : 113-130.
- GUILLEMIN (F.), HENRY (P.), MONJOUR (L.), 1986 — Nitrate Content of Ground Water is not a Valid Indicator of Faecal Pollution in Rural Sahel Regions. *Acta Tropica*, 43 : 185-186.
- L'eau : eaux potables, usées, en bouteilles, baignade, pêche, etc.* 1986 — Paris, Syros.
- LYONNAISE DES EAUX, 1989 — *Memento technique de l'eau*. Tome 1, Paris, Degrémont.
- OLOKESUSI (F.), 1990 — An Assessment of the Water-Supply Situation in ECOWAS Countries and the Policy Implications. *J. Water SRT - Aqua.*, 39 : 152-160.
- OMS, 1986 a — *Directives de qualité pour l'eau de boisson*. Vol. 1, Recommandations, Genève.
- OMS, 1986 b — *Directives de qualité pour l'eau de boisson*. Vol. 2, Critères d'hygiène et documentation à l'appui, Genève.
- SAUNDERS (R. J.), WARFORD (J. J.), 1976 — *L'alimentation en eau de communautés rurales : Économie et politique générale dans le monde en développement*. Paris, Banque mondiale.