Dynamiques environnementales

Journal international de géosciences et de l'environnement

36 | 2015

Environnement et santé : où en est la géographie ?

Qualités de l'eau et santé en contexte urbain sahélien et semi-aride

Approche géographique à Nouakchott (Mauritanie)

Water quality and health in sahelian semi-arid urban context : geographical approach in Nouakchott (Mauritania)

Ibrahima Sy, Doulo Traoré, Brama Koné, Aminata Niang Diène, Baidy Lô, Ousmane Faye, Jürg Utzinger, Guéladio Cissé et Marcel Tanner

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/dynenviron/1035>

DOI : 10.4000/dynenviron.1035

ISSN : 2534-4358

Éditeur

Presses universitaires de Bordeaux

Édition imprimée

Date de publication : 1 juillet 2015

Pagination : 166-181

ISBN : 979-10-300-0107-5

ISSN : 1968-469X

Référence électronique

Ibrahima Sy, Doulo Traoré, Brama Koné, Aminata Niang Diène, Baidy Lô, Ousmane Faye, Jürg Utzinger, Guéladio Cissé et Marcel Tanner, « Qualités de l'eau et santé en contexte urbain sahélien et semi-aride », *Dynamiques environnementales* [En ligne], 36 | 2015, mis en ligne le 01 juillet 2016, consulté le 10 décembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/dynenviron/1035> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/dynenviron.1035>

La revue *Dynamiques environnementales* est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Image satellitale de la ville de Nouakchott, janvier 2001 (source : Laura Rocchio, Landsat Project Science Office, using data obtained from the University of Maryland's Global Land Cover Facility, wikimedia commons).

Qualité de l'eau et santé en contexte urbain sahélien et semi-aride: approche géographique à Nouakchott (Mauritanie)

Ibrahima Sy^{1,2}, Doulo Traoré^{3,4}, Brama Koné⁴, Aminata Niang Diène³, Baidy Lô⁵, Ousmane Faye⁴, Jürg Utzinger¹, Guéladio Cissé¹, Marcel Tanner¹

Résumé/Abstract

L'accès à une eau potable en quantité suffisante représente un enjeu majeur de santé publique dans une ville sahélienne semi-aride à l'instar de Nouakchott en Mauritanie où le faible taux de raccordement des ménages au réseau d'adduction conduit à une multitude de recours et pratiques avec un risque de contamination de l'eau et de propagation de maladies hydriques (diarrhée, choléra, typhoïde, parasitoses, dermatoses, etc.). Ainsi, ce papier cherche à analyser l'impact de la qualité de l'eau sur les inégalités de risques sanitaires en milieu urbain. Pour ce faire, l'approche méthodologique combine une démarche socio-environnementale, microbiologique et épidémiologique basée sur l'utilisation de sources de données diverses (enquêtes nationales, études bactériologiques de l'eau et morbidité diarrhéique diagnostiquée). Dans l'ensemble, les résultats montrent que seuls 25,6% des ménages disposent de sources d'approvisionnement améliorées en eau potable au moment où une majeure partie de la population a recours à des modes d'alimentation précaires avec une dotation journalière inférieure à la norme recommandée de 20 litres par personne. Les analyses bactériologiques montrent que 93% des points d'eau qui alimentent environ 74% des ménages sont contaminés avec des valeurs comprises entre 10 et 80 coliformes fécaux par 100 ml d'eau. Ce degré de contamination corrobore avec le niveau de prévalence de la diarrhée (12,8%) dont la morbidité se révèle aussi inégale que la variabilité des modes d'approvisionnement et de la qualité microbiologique de l'eau selon les communes. Dès lors, l'exposition aux maladies diarrhéiques à travers le prisme de l'eau pose un véritable problème de santé publique. Il s'avère indispensable de développer une stratégie axée sur la sensibilisation, l'aménagement des points d'eau et le traitement avant la consommation pour améliorer la qualité de l'eau à tous les niveaux de la chaîne d'approvisionnement.

Water quality and health in sahelian semi-arid urban context: geographical approach in Nouakchott (Mauritania).

Access to drinking water with sufficient quantity is a major public health issue in a semi-arid sahelian city like Nouakchott where the low household connection rate to the supply network led to a multitude of remedies and practices with a risk of water contamination and propagation of water-borne diseases (diarrhea, cholera, typhoid, parasitic infections, skin diseases, etc.). Thus, this paper proposes to analyze the impact of water quality on health risks inequalities in urban areas. To do this, the methodological approach combines a socio-environmental, microbiological and epidemiological demarche based on the use of various data sources (national surveys, bacteriological studies of water and diarrheal morbidity provided by health facilities). Overall, the results show that only 25.6% of households have improved water source when a majority of the population recourse on precarious modes with a daily supply less than the recommended standard of 20 liters per person. Bacteriological analyzes show that 93% of water points supplying about 74% of the households are contaminated with values between 10 and 80 fecal coliforms per 100 ml of water. This degree of contamination corroborates with the level of diarrhea prevalence (12.8%) whose morbidity appears so unequal that the variability of supply modes and water microbiological quality according to the municipalities. Therefore, exposure to diarrheal diseases through water prism is a real public health problem. It is essential to develop a strategy focalized in the people awareness, the water sources management and water treatment before consumption to improve water quality at all levels of supply chain.

Mots clés/Key-words

Eau, qualité, contamination, risque, diarrhée, Nouakchott.

Water, quality, contamination, risk, diarrhea, Nouakchott.

Introduction

Eau, ville et santé, une relation complexe

L'accès à l'eau potable est un besoin fondamental pour une bonne santé. Cependant, l'eau contaminée peut être un vecteur important de maladies hydriques

considérées comme menaces pour la santé humaine (Cairncross et al., 2010). Dès lors, la garantie d'une eau de consommation saine est un enjeu de santé publique majeur surtout dans les villes où la gestion de l'assainissement et de l'hygiène publique est souvent défectueuse (Tessier, 1991; Prüss-Ustün et al., 2008). Un approvisionnement correct en eau courante de bonne qualité permet de diminuer les

1. Swiss Tropical and Public Health Institute (Swiss TPH), Basel, Switzerland
2. Centre de Suivi Ecologique (CSE), Dakar, Sénégal
3. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Dakar, Sénégal

4. Centre Suisse de Recherche Scientifique (CSRS), Abidjan, Côte d'Ivoire
5. Université des Sciences, de Technologies et de Médecine (USTM), Nouakchott, Mauritanie

risques de contamination (péril fécal) et de protéger efficacement la santé humaine (Dos Santos et Legrand, 2007).

Le rôle indiscutable de l'eau potable sur la santé humaine a d'ailleurs poussé les Nations Unies à s'engager à réduire de moitié le nombre de personnes n'ayant pas accès à l'eau potable pour 2015 (Objectifs du Millénaire pour le Développement). Malgré cette volonté affichée, seuls 68% au lieu de 74% (cible) de la population en Afrique Sub-Saharienne a accès à l'eau potable (JMP, 2015). Même si souvent les besoins en eau potable arrivent parfois à être satisfaits, les risques de contamination demeurent très élevés dans les villes du fait de la pollution et des problèmes d'assainissement du milieu (WHO-UN-Habitat, 2010).

Dans les espaces urbains africains, l'accès à une eau de qualité en quantité suffisante devient de plus en plus difficile avec la croissance urbaine et une bonne partie de la population recourt souvent à des sources d'eau non sécurisées et contaminées avec de graves risques pour la santé humaine (diarrhées, choléra, typhoïde, parasitoses, bilharzioses, etc.). Les maladies liées à l'eau contaminée représentent un fardeau lourd qui touche environ 2,3 milliards de personnes et est responsable de 60 % de la mortalité infantile dans le monde (Briscoe *et al.*, 1989 ; Tumwine *et al.*, 2002 ; OMS, 2014). Parmi ces pathologies, la diarrhée occupe un rang élevé avec environ 4 milliards d'épisodes morbides et 1,8 millions de décès par an dont 90 % chez les enfants de moins de 5 ans, principalement dans les pays en développement (Umesh *et al.*, 2003 ; Fewtrell *et al.*, 2005 ; OMS, 2015). Une part importante de cette morbidité affecte en général les villes du fait des effets de densités humaines (JMP, 2015).

La dynamique spatio-temporelle des maladies d'origine hydrique obéit très souvent à une géographie de l'eau distribuée dans une ville (Vaguet, 1986 ; Sy, 2006). Dès lors, il est intéressant d'analyser la répartition de ce type de pathologie au sein de la ville en la mettant en relation avec les inégalités socio-spatiales d'accès à l'eau potable ainsi que l'impact des différentes pratiques sur les risques de contamination de la ressource.

L'eau dans le contexte urbain de Nouakchott : un enjeu vital

Située sur la façade maritime du désert mauritanien, Nouakchott illustre bien ce problème de l'eau potable dans les villes de contexte semi-aride et sahélien. Soumise à une forte croissance urbaine dans un contexte de difficile planification des réseaux d'adduction, cette ville fait face à une pénurie chronique d'eau potable qui affecte plus les quartiers périphériques, irréguliers et précaires. Selon l'Enquête Nationale à Indicateurs Multiples (ONS, 2011), 47% des ménages disposent d'une source d'approvisionnement améliorée (robinet et borne fontaine) en eau de boisson tandis que la grande majorité des habitants recourt à des systèmes précaires (camions citernes, charretiers revendeurs, puits, etc.). Ce taux d'accès à des sources améliorées est l'un des plus faibles des grandes agglomérations du pays (moyenne urbaine de 59,4%) malgré une production

journalière estimée à près de 60.000 m³ (Ould Samba et Perrin, 2008). De plus, il apparaît de très grandes inégalités spatiales et sociales dans la distribution de cette quantité d'eau disponible entre les différentes entités géographiques de la ville. Dans l'ensemble, seuls 28,7% des ménages pauvres ont accès à une source d'eau améliorée (MICS, ONS, 2014).

La multiplication des modes d'approvisionnement précaires et les problèmes d'assainissement dans les aires de distribution accroissent les risques de contamination de l'eau potable. En effet, une grande quantité de l'eau distribuée provient de nombreux points d'eau (potences, bassins, bornes fontaines, puits, etc.) exposés à la contamination à cause de l'inexistence de systèmes d'assainissement et de la présence de latrines à fond perdu à proximité des sources (Château *et al.*, 2007). D'ailleurs, une étude microbiologique réalisée par le Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement (MHA) avec l'appui de l'UNICEF montre que 26 % des points d'eau, 32 % de l'eau transportée et 70 % de l'eau stockée dans les ménages sont contaminés faisant courir de graves risques de santé publique (UNICEF-MHA, 2011).

Une telle situation a été sans doute à l'origine de la recrudescence du choléra ces dernières années avec 3406 cas recensés en 2005 et des maladies diarrhéiques en progression nette à Nouakchott. Selon l'Enquête MICS en 2011 (ONS, 2014), la prévalence se situait aux alentours de 18,3% en 2011 chez les enfants de moins de 5 ans à Nouakchott alors que la moyenne nationale urbaine est de 17,7%. De manière plus générale, la situation de l'accès à l'eau dans nombre de centres urbains explique sans doute que la Mauritanie figure parmi la catégorie de pays où la morbidité diarrhéique est un phénomène beaucoup plus urbain que rural (Ngwe et Banza-Nsungu, 2007).

Dans la ville de Nouakchott, la quantité mais aussi la qualité de l'eau se trouve être, de manière directe ou indirecte, la première cause de transmission de la diarrhée qui se manifeste par ailleurs par d'importantes inégalités socio-spatiales (Gagneux *et al.*, 1999 ; Sy *et al.*, 2011). Ainsi, cette présente contribution cherche à analyser les liens entre les disparités socio-spatiales dans la qualité de l'eau distribuée et les inégalités de la morbidité diarrhéique observées en milieu urbain à Nouakchott.

I- Méthodologie

Les données quantitatives et qualitatives utilisées dans cet article proviennent de sources diverses (enquêtes, études et rapports) focalisées sur un ensemble d'indicateurs désagrégés à l'échelle de la commune et collectées dans le cadre d'un projet de recherche soutenu par la Coopération Suisse dont l'objectif est la production d'un atlas socio-sanitaire de Nouakchott. Les informations, à caractère socio-environnemental, microbiologique et épidémiologique, mobilisées ont fait l'objet d'une analyse statistique et d'une représentation cartographique.

Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude couvre le district de Nouakchott (Wilaya) capitale de la Mauritanie. Elle abrite une population de 723 265 habitants en 2009 (ONS, 2009) inégalement répartis entre les 9 Moughataas (Départements) qui correspondent aux communes d'arrondissement regroupées au sein de la Communauté Urbaine de Nouakchott (CUN). L'approche développée dans le cadre de cette présente réflexion prend en considération l'ensemble des 9 communes que compte la ville avec leurs limites administratives précises (**figure 1**).

Données mobilisées

Données socio-environnementales

Les informations socio-environnementales concernent principalement les indicateurs sur les divers modes de recours pour l'approvisionnement en eau potable qui proviennent de l'Enquête Permanente sur les Conditions de Vie des ménages en Mauritanie (EPCV) réalisée par l'ONS en 2008-2009. C'est une opération nationale de collecte de données à l'échelle départementale effectuée sur l'ensemble du territoire national en deux passages. Cette collecte réalisée sur une taille d'échantillon de 13 705 ménages devait fournir une gamme de données et d'indicateurs pertinents et actualisés permettant de mesurer l'accès, l'utilisation et la satisfaction des populations par rapport aux principaux services sociaux de base. Les informations sur l'accès à l'eau potable utilisées dans ce papier présentées à l'échelle de la commune proviennent de cette enquête dont près de la moitié des ménages réside à Nouakchott.

Ces données quantitatives ont été complétées par des informations qualitatives issues des études de la Communauté Urbaine de Nouakchott (CUN) sur la distribution de l'eau mais également des fonds cartographiques numériques obtenus auprès de la Direction de l'Aménagement du Territoire et de l'Action Régionale (DATAR) de la Mauritanie.

Données microbiologiques

Elles portent essentiellement sur les analyses bactériologiques menées à Nouakchott en 2009 pour évaluer l'impact de la qualité de l'eau sur la santé de la population. Réalisée par l'Institut National de Recherche en Santé Publique (INRSP) de Mauritanie pour le compte de la Communauté Urbaine de Nouakchott (CUN), l'étude microbiologique devait permettre de connaître le degré de contamination bactérienne, chimique et parasitaire afin de déterminer les niveaux d'exposition de la population.

L'étude s'est déroulée de juin à août 2009 dans les 9 communes de la ville : des échantillons d'eau ont été prélevés sur le réseau de distribution (châteaux d'eau, robinets

à domicile) de la Société Nationale de Distribution d'Eau (SNDE) et sur 150 points d'eau (potences, bassins d'eau et bornes fontaines) pour une analyse physico-chimique et bactériologique. Une évaluation de la situation de l'hygiène environnementale a été réalisée ainsi que les coordonnées géographiques ont été relevées pour tous les points d'eau prélevés.

Les analyses bactériologiques effectuées ont été orientées sur la recherche de coliformes afin de fournir des indicateurs sur la qualité de l'eau distribuée à Nouakchott avec une désagrégation des informations à l'échelle de la commune. La présence de coliformes surtout fécaux dans l'eau potable a été considérée comme un indicateur de risque sanitaire valide.

Données épidémiologiques

Les données épidémiologiques sont constituées principalement des informations sur les maladies diarrhéiques issues du système d'information sanitaire de la Délégation Régionale à l'Action Sanitaire (DRAS) de Nouakchott. Il s'agit de relevés épidémiologiques pour toute l'année 2009 obtenus grâce à une compilation des informations sanitaires provenant des rapports des registres de consultation collectés auprès des centres et postes de santé de Nouakchott. Ces données sont disponibles au niveau des 9 districts sanitaires de la ville qui recense le nombre de cas survenus sous forme de rapports de synthèse des différents centres et postes de santé.

figure 1 : Localisation de la zone d'étude.

Modes d'approvisionnement en eau potable à Nouakchott et pratiques liées à l'eau et risques de contamination.

Le recensement du nombre de cas de diarrhées par commune permet de calculer le niveau de prévalence de morbidité diagnostiquée ramenée à la population consultante pour l'année 2009 et de réaliser des analyses approfondies, même si la morbidité diagnostiquée n'est que le reflet d'une partie de la situation sanitaire réellement vécue par la population urbaine et diagnostiquée comme telle par le système de soins.

II- Analyse des données

Les données collectées ont été présentées à l'échelle de la commune grâce à un tableur Excel selon des questions d'analyse bien précises pour montrer les liaisons entre les différentes variables étudiées.

Il a ensuite été effectué une analyse statistique descriptive simple pour les différentes fréquences qui ont donné lieu à des graphiques et tableaux sur les modes d'approvisionnement, la qualité de l'eau et la prévalence de la diarrhée. Un croisement de variables entre données épidémiologiques et variables socio-environnementales et microbiologiques a été appliqué sous forme de régression linéaire afin de voir les liens entre modes d'approvisionnement, qualité de l'eau et morbidité diarrhéique.

Avec la disponibilité d'un fond de carte de 2008 à l'échelle de la commune, les données statistiques collectées ont fait l'objet d'une représentation cartographique à l'aide du logiciel Arc GIS 9.3 qui a permis de spatialiser les indicateurs socio-environnementaux (modes d'approvisionnement), microbiologiques (qualité de l'eau) et épidémiologiques (morbidité diarrhéique).

Toutefois, la démarche méthodologique utilisée dans le cadre de cette étude peut présenter quelques limites relatives aux facteurs de risque pour la diarrhée qui ne peuvent pas seulement se résumer à l'accès à l'eau ou la qualité de l'eau. Il y a également l'utilisation de la morbidité diagnostiquée souvent sujette à de nombreuses interrogations.

III- Résultats

Liens entre distribution des facteurs de risque et morbidité diarrhéique

La connaissance de l'état de santé d'une population dépend de la mise en évidence des liens entre le niveau de la morbidité ou de la mortalité avec les facteurs de risque mis en cause. Dans cette perspective, la confrontation des données socio-environnementales, microbiologiques et épidémiologiques a montré des liens très étroits entre sources d'approvisionnement, contamination de l'eau et morbidité diarrhéique au sein de l'espace urbain à Nouakchott.

Les résultats de l'enquête permanente sur les conditions de vie (EPCV) de 2009 montre que

seuls 25,6% des ménages possèdent des sources d'approvisionnement améliorées (robinet intérieur, robinet voisin, borne fontaine) tandis que la grande majorité (74,4%) des habitants ne dispose que de

figure 2 : Principaux modes d'approvisionnement en eau potable des ménages à Nouakchott.

sources précaires (revendeurs, charretiers ou citerniers, puits sans pompe).

Cependant, les analyses microbiologiques de l'eau distribuée montrent une contamination d'origine fécale avec la présence de coliformes à une proportion qui dépasse la concentration maximale acceptable inférieure à 1 coliforme par 100 ml pour la consommation humaine sans risque sanitaire. Une contamination a été notée au niveau de 3 endroits (2 robinets à domicile et un château d'eau) sur les 9 prélevés sur le réseau de distribution de la SNDE avec une concentration allant de 3 à 27 coliformes par 100 ml selon les lieux. Concernant les points de collecte d'eau (potences, bassins et bornes fontaines), les analyses montrent que 93% des 150 points d'eau sont contaminés par les bactéries avec une concentration de coliformes comprise en moyenne entre 10 et 80 coliformes par 100 ml (figure 3).

figure 3 : Qualité de l'eau des points d'approvisionnement dans les communes de Nouakchott.

La comparaison entre divers modes d'approvisionnement montre que la contamination est très fortement élevée au niveau des sources non améliorées alors que la majeure partie de l'eau provenant de robinets ou bornes fontaines (sources améliorées) est plus potable. Dès lors, la nature de la source détermine largement le risque et le niveau de la contamination de l'eau distribuée.

Ainsi, l'ampleur de la contamination pourrait traduire l'importance des problèmes de santé surtout les maladies diarrhéiques au niveau de la population

figure 4 : Qualité de l'eau selon la source d'approvisionnement des ménages à Nouakchott, Mauritanie.

figure 5 : Prévalences apparentes de morbidité diarrhéique dans les communes à Nouakchott, Mauritanie.

Variables	Source d'eau améliorée	Eau potable	Source d'eau non améliorée	Eau contaminée	Morbidité diarrhéique
Source d'eau améliorée	1.000				
Eau potable	0.788	1.000			
Source d'eau non améliorée	-1.000	-0.789	1.000		
Eau contaminée	-0.788	-1.000	0.789	1.000	
Morbidité diarrhéique	-0.187	-0.450	0.188	0.450	1.000

tableau 1 : Matrice de corrélation (Pearson (n)) entre les variables analysées (nature de la source d'eau, qualité de l'eau et morbidité diarrhéique).

s'approvisionnant principalement à partir des points d'eau qui alimentent les revendeurs charretiers et certains habitants. En effet, les données du suivi épidémiologique montrent la place des maladies diarrhéiques dans la morbidité générale diagnostiquée à Nouakchott où elles représentent la deuxième cause de consultation après les infections respiratoires aiguës. Dans l'ensemble, la prévalence de la diarrhée se situe à une moyenne de 12,8% avec des disparités entre communes qui montrent une morbidité élevée à Sebkhha (19,1%), et faible à Tevragh-Zeina (9,1%).

Une telle distribution inégale de la morbidité diarrhéique semble obéir aux relations entre modes d'approvisionnement et qualité de l'eau distribuée. En effet, les prévalences plus élevées sont enregistrées dans les espaces qui concentrent le plus de sources d'approvisionnement non améliorées en eau provenant de surcroît majoritairement de points d'eau contaminés (figure 4). Les liens étroits entre source d'approvisionnement et qualité de l'eau expliquent alors les inégalités de risque diarrhéique entre les différentes communes (tableau 1).

L'application d'une régression linéaire semble confirmer cette tendance forte même si un faisceau de facteurs peut être impliqué dans la transmission de la diarrhée (figure 6). Celle-ci montre que le niveau de la morbidité diarrhéique évolue selon la nature de la source d'eau et la qualité de l'eau disponible ($R=0.450$). Concrètement, l'utilisation d'une source d'eau non améliorée et d'une eau de boisson contaminée augmente le risque de transmission de la diarrhée tandis que la présence d'eau de bonne qualité réduit le risque d'exposition à cette maladie ($R=-0.450$). De même, les analyses statistiques établissent une association tangible d'une source d'eau non améliorée avec de l'eau contaminée et une source d'eau améliorée avec de l'eau potable ($R=0.788$). Les observations illustrent bien que la source d'eau, la qualité de l'eau et la maladie entretiennent une relation étroite qui peut être difficile à décrypter du fait de réalités urbaines souvent très complexes.

Variabilité socio-spatiale de l'exposition aux risques sanitaires

L'analyse des données socio-environnementales montre que les ménages possédant les sources d'approvisionnement améliorées (robinet intérieur, robinet voisin, borne fontaine) en eau potable habitent majoritairement dans les communes de Tevragh-Zeina (73,4%) avec 46 336 habitants et de Ksar (49,4%) avec 47 233 habitants

tandis que les taux les plus faibles se concentrent à Toujounine (4,9%) avec 144 041 habitants et à Teyarett (9,5%) avec 78 828 habitants. De ce fait, les sources d'approvisionnement non améliorées (revendeurs charretiers ou citerniers, puits sans pompe) se concentrent dans communes les plus peuplées et pauvres (37% de ménages pauvres) comme à Dar-Naim (144 043 habitants) avec 87%, Arafat (175 969 habitants) avec 84,9% et à Riyadh (117 030 habitants) avec 87,5%. La distribution géographique des modes d'approvisionnement apparaît comme un bon indicateur spatial de la répartition inégale de la qualité de l'eau. En effet, même si la contamination de l'eau affecte plus certains territoires urbains que d'autres, les taux très élevés mis en évidence montrent que la qualité de l'eau des points d'eau analysés est mauvaise dans toutes les communes de la ville à l'exception de Tevragh-Zeina. Dans les communes de Sebkhha, Ksar, Toujounine, Riyadh, Teyarett, la totalité ou la quasi-totalité des points d'eau analysés est contaminée par des coliformes fécaux. Seul un nombre très limité de points d'eau (11/150) situé dans les communes d'Arafat, d'El Mina et de Dar Naïm est considéré comme potable.

De plus, la quantité d'eau disponible pour toute la ville n'est pas équitablement répartie dans l'espace urbain avec des habitants de certaines communes mieux desservis que d'autres. Une étude réalisée par la CUN en 2008 montrent des disparités entre usagers avec 35% de la population (Tevragh-Zeina,

figure 6 : Projection de la matrice de corrélation entre variables indépendantes et dépendantes analysées (axes F1 et F2: 93,9%).

Modes d'approvisionnement en eau potable à Nouakchott.

Communes	Prévalence globale	Enfants moins de 5 ans	Enfants de 5-14 ans	Personnes âgées de plus de 14 ans
Teyarett	13.8	58.0	17.7	24.3
Ksar	13.5	47.1	18.9	33.9
Toujounine	10.3	49.1	16.7	34.3
Tevragh Zeina	9.1	51.5	10.8	37.7
Sebkha	19.1	35.3	19.5	45.2
El Mina	16.6	58.0	15.4	26.6
Arafat	10.2	61.2	12.4	26.4
Dar Naim	12.4	57.8	11.1	31.0
Riyadh	14.3	47.1	17.5	35.4
NUC	12.8	51.7	14.1	34.2

tableau 2 : Distribution de la prévalence de la diarrhée selon l'âge dans les communes de Nouakchott, Mauritanie, 2009.

figure 7 : Nature de la source d'approvisionnement, qualité de l'eau et prévalence diarrhéique dans les communes de Nouakchott.

Ksar, une petite partie de Sebkha et d'El Mina) qui consomment environ 78% (soit 30 316 m³) du volume distribué avec 100 litres par personne/jour tandis que les deux autres tiers des habitants surtout des communes de Toujounine, Teyarett, Dar-Naïm, Arafat et Riyadh se partagent 8 381 m³ avec 15 litres d'eau par personne/jour. Si les volumes d'eau disponibles étaient équitablement répartis entre les habitants de la ville, chacun disposerait d'un ratio de 45,5 litres par jour. Les inégalités d'accès à l'eau, que ce soit les modes d'approvisionnement ou les quantités distribuées, génèrent des variations de prix de 200 UM/m³ au robinet, de 300 à 1 000 UM/m³ avec les camions citernes et parfois plus encore avec la distance, de 500 à 1000 UM/m³ à la borne fontaine et de 1000 à 2000 UM/m³ auprès du charretier. Les populations souvent à niveau socio-économique plus faible surtout à Arafat, Dar-Naim, Riyadh, Teyarett, El Mina, Sebkha et Toujounine paient l'eau en moyenne 10 fois plus cher (1000 UM le m³ soit environ 3 euros) que les populations raccordées (100 UM/m³, 0,3 euros) de Tevragh-Zeina ou de Ksar. Ces ménages avec une faible quantité d'eau demeurent majoritairement les usagers des sources d'approvisionnement non améliorées avec une exposition plus accrue à la contamination et aux risques sanitaires.

Ainsi, la mise en évidence du caractère hétérogène de la ville constituée de territoires bien desservis et de territoires faiblement desservis donne une image géographique des maladies diarrhéiques caractérisée par une distribution spatiale inégale de la morbidité entre les communes. Toutefois, la prévalence de la diarrhée connaît une grande variabilité selon les

communes et les catégories sociales. La morbidité est supérieure à la moyenne urbaine voire très élevée dans les communes de Sebkha (19,1%), d'El Mina (16,6%), de Riyadh (14,3%), de Ksar (13,5%), Teyarett (13,8%) et de Dar Naim (12,4%) tandis qu'elle demeure plus faible à Tevragh-Zeina (9,1%), à Arafat (10,2%). A l'exception des communes d'Arafat et de Teyarett, le niveau de la morbidité évolue en fonction de la source et de la qualité de l'eau.

Aussi, selon les caractéristiques sociodémographiques, la diarrhée affecte différemment les personnes selon l'âge avec les enfants de 0 à 4 ans qui enregistrent 51,6% des cas suivis des adultes (32,4%) et de la catégorie de 5 à 14 ans (14,1%) avec une forte hétérogénéité dans la distribution spatiale selon la commune et la catégorie d'âge même si la prévalence globale peut être à un niveau faible dans certains paysages urbains. Ainsi, la prévalence chez les enfants de 0 à 4 ans est plus importante dans les communes d'Arafat (61,2%), d'El Mina et Teyarett (58%), de Dar Naim (57,8%) et de Tevragh-Zeina (51,5%). La morbidité au sein de la catégorie d'âge de 5 à 14 ans est par contre plus élevée à Riyadh (17,5%), à Ksar (16,8%) et à Toujounine (16,5%). Chez les adultes, à l'exception de Teyarett (21,3%), d'El Mina (26,4%) et d'Arafat (26,6%), la morbidité semble partout importante dans toutes les autres communes. Ces résultats montrent que l'essentiel de la morbidité diarrhéique diagnostiquée se concentre sur les enfants de moins de 5 ans et aussi au niveau de la population adulte.

IV- Discussion

En milieu urbain, l'eau potable est considérée comme une composante essentielle de l'hygiène individuelle et collective étroitement associée à la question de l'assainissement (Dorier-Apprill, 1993 ; Obrist *et al.*, 2006 ; Hunter *et al.*, 2010). De ce fait, son influence sur la santé est indéniable surtout dans les milieux où les taux de branchement sont faibles et où les quantités disponibles donnent lieu à des pratiques qui détériorent la qualité de l'eau par l'introduction de pathogènes (Willis *et al.*, 2011). L'articulation entre les données socio-environnementales, microbiologiques et épidémiologiques offre une lecture intelligible des liens forts entre sources d'approvisionnement, degré de contamination de l'eau et niveau de la morbidité diarrhéique se révélant sous une forte hétérogénéité spatiale et sociale.

L'approche globale de la problématique de l'eau dans toutes ses dimensions met en exergue trois niveaux d'inégalités entre les ménages raccordés au réseau d'adduction et ceux qui dépendent des filières « hors réseau » de distribution d'eau : inégalité de l'accès (quantité), inégalité du prix et inégalité de la qualité. Ces causes d'inégalités sont à l'origine d'une ségrégation socio-spatiale où une frange de la population disposant abondamment d'eau (plus de 100 litres/jour/pers) côtoie une autre en situation de stress hydrique (près de 15 litres/jour/pers) qui paie encore plus chère une eau souvent de mauvaise qualité. Une telle situation de conjoncture qui affecte particulièrement les populations à niveau socio-économique très bas des zones défavorisées conduit à des comportements et pratiques susceptibles d'altérer la qualité de l'eau avec un risque accru de contamination (Bartram et Cairncross, 2010 ; Hunter *et al.*, 2010). Les résultats d'études précédentes à Nouakchott montrent que plus de 46% des ménages pratiquent le stockage de l'eau de boisson pour une durée moyenne de 48 heures et près de 54% la consomment sans traitement préalable (Sy *et al.* 2010a et 2011). Ainsi, les manipulations de l'eau à domicile (stockage dans des bassines, fûts ou bidons) ou lors de son transport détériorent sa qualité et aggravent les risques de contamination. Toutefois, les risques liés à la consommation de l'eau distribuée dans la ville sont amoindris avec la politique d'accès aux eaux de sources ou mises en bouteilles vendues à un prix abordable et accessible même aux couches défavorisées.

A Nouakchott, cette situation est d'autant plus grave et préoccupante que les résultats des analyses bactériologiques révèlent la présence de coliformes fécaux (*Salmonelles*, *Escherichia coli*) qui dépasse la concentration maximale acceptable dans une partie de l'eau distribuée à certains endroits du réseau et points d'eau de la ville (CUN-INRSP, 2009). La présence de coliformes totaux ou fécaux dans une eau destinée à la consommation témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale découlant soit d'infiltrations d'eau polluée dans les canalisations, soit de manipulations sans précaution d'hygiène de l'eau (Mokolo *et al.*, 1991 ; Howard et Bartram, 2005 ; Howard *et al.*, 2006). Si l'eau distribuée à travers le réseau de la SNDE est à l'origine de bonne qualité, la contamination

intervient après les grandes canalisations, au cours du transport, de la manipulation aux points d'eau et du stockage à cause des conditions d'hygiène très précaires (Clasen et Haller, 2008 ; Hunter *et al.*, 2010).

La contamination des points d'eau (bassins, bornes fontaines) pourrait être liée à l'absence de normes au niveau des installations sanitaires dans les domiciles (mauvaises dispositions des latrines et absence d'assainissement). Une distance réglementaire de 12 mètres entre une fosse septique et un point d'eau doit impérativement être respectée selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Or, les résultats d'une enquête (CUN, 2008) montrent qu'entre 200 et 250 points d'eau sur 450 recensés se trouvent à une distance de moins de 12 mètres d'une fosse septique. Le risque de communication devient alors important entre points d'eau et fosses de latrines. Ce phénomène a certainement favorisé le développement de l'épidémie de choléra de 2005 suite à de fortes pluies ayant causé l'infiltration d'eaux usées des fosses septiques dans de nombreux points d'eau. Ce constat a également été fait dans les banlieues de certaines villes africaines où les lieux d'aisances sont constitués de latrines défectueuses dont les normes de constructions n'ont pas été contrôlées pour la plupart et qui rejettent leurs eaux usées directement dans la nappe phréatique utilisée comme source d'eau de boisson. (Dieng *et al.*, 1999 ; Carr et Neary, 2008 ; Nguendo-Yongsi, 2011)

Ainsi, le développement des maladies diarrhéiques apparaît comme le produit de la relation complexe entre sources d'approvisionnement, chaîne de manipulation et qualité de l'eau. De ce fait, quatre scénarios de risques sanitaires correspondant à des systèmes socio-écologiques différents ont été identifiés à Nouakchott : des paysages à risque diarrhéique élevé avec présence importante de sources d'eau contaminée comme Sebkhia, El Mina et Riyad ; des paysages à risque diarrhéique modéré avec une forte concentration d'eau de qualité mauvaise comme Teyarret, Ksar et Arafat ; des paysages à risque diarrhéique faible avec une forte présence de sources d'eau contaminée comme Toujounine et Dar-Naim ; des paysages à risque diarrhéique faible avec abondance d'eau de bonne qualité. Le niveau de prévalence élevé dans certaines communes s'expliquerait alors par l'insuffisance voire l'absence d'une source d'eau de bonne qualité en quantité suffisante. Par contre, le niveau de la morbidité à Teyarret et Toujounine ne correspond pas à la situation préoccupante de l'eau caractérisée par un accès faible à des sources améliorées mais également une forte contamination. Cela pourrait être lié à un effet de biais statistique du fait d'un faible recours aux soins pour cause de diarrhée qui n'est pas forcément perçue comme une maladie grave. D'ailleurs, des études réalisées en 2004 et 2008 sur la diarrhée dans les quartiers urbains de Nouakchott montrent respectivement une prévalence de 17,2% et de 18,2% supérieurs à la morbidité diagnostiquée de 12,8% (Sy *et al.*, 2010b et 2011).

Cela démontre qu'un bon accès à l'eau ne garantit cependant pas sa bonne qualité très soumise à une panoplie de pratiques favorables à l'introduction

de pathogènes (Cairncross *et al.*, 2010 ; Bartram et Cairncross, 2010). L'eau collectée étant souvent perçue comme potable par les ménages ne fait pas souvent l'objet de traitement spécifique même après de longues périodes de stockage dans des conditions d'hygiène précaires (Dos Santos et Legrand, 2007). Les risques de contamination deviennent alors élevés et les consommateurs, surtout les enfants en bas âge, s'exposent à des maladies de type gastro-entérite (Nguendo-Yongsi *et al.*, 2008 ; Sy *et al.*, 2010b). Le recours au modèle de régression linéaire ou logistique a mis en évidence ce facteur de risque sanitaire lié à l'eau distribuée.

Si le manque d'eau potable dans les milieux urbains crée une écologie originale, le processus est spatialement, socialement, culturellement si inégal et différencié qu'il y a bien lieu de distinguer dans les villes des zones et des populations selon leur degré d'exposition particulière à un risque sanitaire dû à la contamination de l'eau distribuée (Salem, 1998 ; Dorier-Apprill, 1993). Dans les villes des pays en développement, le taux de mortalité et de morbidité infantiles attribuable aux maladies liées à la qualité de l'eau est très élevé (Bartram et Cairncross, 2010 ; Hunter *et al.*, 2010). Cela est d'autant plus vrai qu'une amélioration des conditions d'approvisionnement en eau influe significativement sur la réduction de la transmission des organismes pathogènes entériques causant les diarrhées surtout infantiles (Briscoe *et al.*, 1989 ; Howard et Bartram, 2005). Selon le rapport du *Joint Monitoring Programme (JMP)* de 2015, la Mauritanie a accompli des progrès notables dans la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) pour l'accès des ménages à des sources d'eau améliorées en passant de 29% en 1990 à 58% en 2015. Dès lors, l'amélioration de l'accès à une eau de qualité en quantité suffisante aura certainement un impact sur l'hygiène individuelle et collective ainsi que sur la réduction de la transmission des maladies diarrhéiques.

Conclusion

La desserte et ses répercussions sur les pratiques sociales, sont des indicateurs de la situation de l'accès à l'eau potable dans l'agglomération de Nouakchott. Un approvisionnement en eau de qualité est un

facteur d'équilibre socio-économique et une des conditions essentielles d'une alimentation saine. Aussi, la sauvegarde de la potabilité de l'eau de boisson représente un défi majeur de santé publique. En effet, une action préventive peut avoir un impact beaucoup plus important et durable que la simple réponse à un problème lié à la qualité de l'eau consommée. L'assurance que les risques de contamination sont maîtrisés à tous les niveaux de la chaîne d'approvisionnement est une garantie de pérennité de la qualité de l'eau de boisson. Cependant, la contamination d'une source d'approvisionnement n'est souvent détectée qu'après une situation de crise sanitaire ayant entraîné des maladies ou décès après consommation de l'eau non potable.

La prédominance de sources d'approvisionnement non améliorées en eau potable ainsi que les risques accrus de contamination offrent des conditions propices à la circulation de pathogènes dans les circuits de distribution de l'eau à Nouakchott. Les analyses révèlent une mauvaise qualité microbiologique qui expose les consommateurs à des risques sanitaires. Sur les quatre scénarios de risques sanitaires décrits, deux font un lien tangible entre la nature de la source d'eau, la chaîne de manipulation, la qualité de l'eau et le niveau de morbidité diarrhéique. De ce fait, il importe non seulement d'accroître la surveillance des sources d'approvisionnement mais aussi de promouvoir l'éducation sanitaire pour éviter la pollution de l'eau. Sur ce plan, les interventions menées en 2006 à la suite de l'épidémie de choléra de 2005 pour l'amélioration de la qualité de l'eau par la réduction des risques de contamination dans les points d'eau des quartiers périphériques de Nouakchott avec l'appui de la Coopération Suisse sont des initiatives à développer davantage.

Par ailleurs, il faut considérer cette étude avec ses limites et risque de biais du fait que seuls les paramètres liés à l'eau sont pris en compte alors qu'un faisceau de facteurs peuvent intervenir dans la transmission et le développement des maladies diarrhéiques tels que l'assainissement, les intoxications alimentaires, la malnutrition, etc. Aussi, l'utilisation de la morbidité diagnostiquée qui peut ne pas refléter totalement la morbidité réelle plus prompte à mettre en évidence les risques sanitaires.

Références bibliographiques

- Bartram J., Cairncross S., (2010).** Hygiene, sanitation, and water: forgotten foundations of health. *PLoS Medecine*, November, Volume 7, Issue 11, 9 p.
- Briscoe J., Feachem R. G., Mujibur Rahman M., (1987).** *Evaluation de l'effet sur la santé : approvisionnement en eau, assainissement et hygiène*. UNICEF, ICDDR,B, CRDI (Centre de Recherche pour le Développement International), Ottawa, Canada, 86 p.
- Cairncross S., Bartram J., Cumming O., Brocklehurst C., (2010).** Hygiene, sanitation, and water: what needs to be done? *PLoS Medecine*, November, Volume 7, Issue 11, 7 p.
- Carr G. M., Neary J. P., (2008).** *Water Quality for Ecosystem and Human Health. United Nations Environment Programme (UNEP), Global Environment Monitoring System/Water Programme, 2nd Edition, 130 p.*
- Château B., Perrin N., Ould Samba D., Diarra T., (2007).** *La distribution d'eau potable dans la ville de Nouakchott, Mauritanie. Rapport thématique GRET, CUN, Île de France, Nouakchott, octobre, 26 p.*
- Clasen T. F., Haller L., (2008).** *Water Quality Interventions to Prevent Diarrhoea: Cost and Cost Effectiveness*. Public Health and the Environment, World Health Organization (WHO), Geneva, 40 p.
- CUN-INRSP. (2009).** *Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des différents circuits d'approvisionnement à Nouakchott (Mauritanie)*. Rapport d'étude, Communauté Urbaine de Nouakchott (CUN) et Institut National de Recherche en Santé Publique (INRSP), Nouakchott, novembre, 25 p.
- Dieng Y., Tandia A. A., Wane A. T., Gaye O., Diop E. S., Diallo S., (1999).** Les parasitoses intestinales chez les habitants d'une zone péri-urbaine à nappe phréatique polluée par les nitrates d'origine fécale. *Cahiers Santé*, (9), pp. 351-356.
- Dorier-Apprill E., (1993).** *Environnement et santé à Brazzaville, de l'écologie à la géographie sociale*. Thèse de Géographie, Université de Paris 10, 668 p.
- Dos Santos S., Legrand T. K., (2007).** Accès à l'eau et mortalité des enfants à Ouagadougou (Burkina Faso). *Environnement, Risques & Santé* – Vol. 6, n° 5, septembre-octobre, pp. 365-371.
- DRAS, (2009).** *Rapports annuels des registres de consultations dans les structures de santé à Nouakchott, Mauritanie*. Délégation Régionale à l'Action Sanitaire (DRAS) de Nouakchott, 78 p.
- Fewtrell L., Kaufmann R. B., Kay D., Enanoria W., Haller L., et al., (2005).** Water, sanitation and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis* 5: pp. 42-52.
- Gagneux S., Schneider C., Odermatt P., Cissé G., Tanner M., (1999).** La diarrhée chez les agriculteurs urbains de Nouakchott en Mauritanie. *Med. Trop* No 59, pp. 253-259.
- Howard G., Bartram J., (2005).** Effective water supply surveillance in urban areas of developing countries. *Journal of Water and Health*, 03-1, pp. 31-43.
- Howard G., Pedley S., Tibatemwa S., (2006).** Quantitative microbial risk assessment to estimate health risks attributable to water supply: Can the technique be applied in developing countries with limited data? *Journal of Water and Health*, 04-1, pp. 49-65.
- Hunter P. R., MacDonald A. M., Carter R. C., (2010).** Water supply and health. *PLoS Medecine*, November, Volume 7, Issue 11, 9 p.
- Kjellstrom, T., Mercado S., Satterthwaite D., McGranahan G., Friel S. & Havemann K., (2007).** *Our cities, our health, our future: Acting on social determinants for health equity in urban settings*. Report to the WHO Commission on Social Determinants of Health from the Knowledge Network on Urban Settings, Kobe Japan, 70 p.
- Ministère de la Santé, (2009).** *Annuaire des statistiques sanitaires de la Mauritanie en 2008*. Direction de la Programmation, de la Coopération et de l'Information Sanitaire (DPCIS), Service des Méthodes et du Suivi des Indicateurs, Nouakchott, 96 p.
- Mokofio F., Renaudet J., Opandy C., Bastard G., Abeye J., Yete M. L., Touabe J., Gondao L., Vohito J. A., (1991).** Qualité bactériologique de l'eau des puits, des sources et des forages dans la ville de Bangui (Centrafrique) : Premiers Résultats et Perspectives. *Médecine d'Afrique Noire*: 1991, 38 (11), pp. 775-778.
- Nguendo-Yongsi B., Salem G., Bruneau J.-C., (2008).** Epidémiologie géographique des maladies diarrhéiques à Yaoundé (Cameroun). *Mappemonde*, 89 (1), 17 p.
- Nguendo-Yongsi H. B., (2011).** Microbiological evaluation of drinking water in Sub-saharian urban community (Yaoundé, Cameroun). *American Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 1(1): pp. 68-81.
- Ngwe E., Banza-Nsungu A. B., (2007).** *Les déterminants socio-environnementaux de la morbidité diarrhéique des enfants de moins de 5 ans en milieu urbain au Cameroun : les villes de d'Ebolowa et Maroua*. Rapport final de recherche, Institut de Formation et de Recherche Démographiques (IFORD), Yaoundé, 61 p.
- Obrist B., Cissé G., Koné B., Dongo K., Granado S., Tanner M. (2006).** Interconnected Slums: Water, Sanitation and Health in Abidjan, Côte d'Ivoire. *The European Journal of Development Research*, Vol.18, No.2, June, pp. 319-336.
- OMS-UN-Habitat, (2010).** *La face cachée des villes : mettre au jour et vaincre les inégalités de santé en milieu urbain*. Rapport UN-Habitat-OMS, Genève, 145 p.
- ONS, (2015).** *Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH)*. Office National de la Statistique, Nouakchott, Mauritanie, 387p.
- ONS, (2014).** *Enquête Nationale à Indicateurs Multiples (MICS) en 2011*. Rapport final, Office National de la Statistique (ONS), Nouakchott, Mauritanie, 325 p.
- ONS, (2009).** *Profil de la pauvreté en Mauritanie*. Rapport final de l'Enquête Permanente sur les Conditions de Vie (EPVC), Office National de la Statistique (ONS), Nouakchott, Mauritanie, 173 p.
- Ould Samba D., Perrin N., (2008).** *Répartition des volumes d'eau à Nouakchott, Mauritanie*. Rapport d'enquête, GRET, CUN, Île de France, Nouakchott, octobre, 32 p.
- UNICEF-WHO, (2015).** *25 ans of Progress on sanitation and drinking water – 2015 update and MDG assessment*. Joint Monitoring Programme (JMP), UNICEF and World Health Organization (WHO), 90 p.
- UNICEF-MHA, (2011).** *Etude sur la qualité microbiologique de l'eau en Mauritanie*. Rapport d'étude UNICEF-Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement (MHA), 66 p.
- Prüss-Ustün A., Bos R., Gore F., Bartram J., (2008).** Safer water, better health: costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health. World Health Organization, Geneva, 60 p.
- RIM, (1986).** Code de l'eau. République Islamique de Mauritanie, Journal officiel n° 670-671 du 24.09.1986, pp. 411-419.
- Salem G., (1998).** *La santé dans la ville. Géographie d'un espace dense : Pikine (Sénégal)*. Editions Karthala-ORSTOM, Paris, 360p.
- Sy I., (2006).** *La gestion de la salubrité à Rufisque. Enjeux sanitaires et pratiques urbaines*. Thèse de doctorat de Géographie de la Santé à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg, 563 p.
- Sy I., Keita M., Lô B., Tanner M., Cissé G., (2010).** Gestion des déchets urbains et risques sanitaires : approche comparative entre deux communes de Nouakchott (Mauritanie). *Actes du Colloque Eau, Déchets et Développement Durable, 28 – 31 mars 2010, Alexandrie, Egypte*, 12 p.
- Sy I., Koita M., Traoré D., Keita M., Lô B., Tanner M., Cissé G., (2011).** Vulnérabilité sanitaire et environnementale dans les quartiers défavorisés de Nouakchott (Mauritanie) : analyse des conditions d'émergence et de développement de maladies en milieu urbain sahélien. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 11 Numéro 2, 17 p. URL : <http://vertigo.revues.org/11174>.
- Sy I., Handschumacher P., Wyss K., Piermay J. L., Lô B., Cissé G., Tanner M., (2010).** Variabilité des maladies diarrhéiques chez les enfants de moins de 5 ans en milieu urbain : l'exemple de Rufisque au Sénégal. *Médecine Tropicale*, 70, pp. 57-62.
- Tessier S., (1991).** Les maladies de l'enfant liées à l'eau en milieu urbain. *Colloque pluridisciplinaire Géographie-Médecine sur l'eau et la santé en Afrique tropicale*, Limoges, octobre, PULIM, pp. 63-72.
- Tumwine J. K., Thompson J., Katua-Katua M., Muiwajuzi M., Johnson Porras I., (2002).** Diarrhea and effects of different water sources, sanitation and hygiene behavior in East Africa. *Trop Med Int Health*, vol. 7, n° 9, pp. 750-756.
- Umesh D., Bresee J. S., Glass R. I., (2003).** The global burden of diarrhoeal disease in children. *Bulletin of the World Health Organisation*, 81 (4), pp. 236-237.
- Vague A., (1986).** Eau, ville et maladie. Le choléra dans une métropole indienne : Hyderabad. *Atelier de Géographie de la Santé, GEOS n°4*, Université Paul Valéry, Montpellier, 28 p.
- Willis R. M., Stewart R. A., Panuwatwanich K., Williams P. R., Hollingsworth A. L., (2011).** Quantifying the influence of environmental and water conservation attitudes on household end use water consumption. *Journal of Environmental Management*, 92, pp. 1996-2009.

Pratiques liées à l'eau
et risques de contami-
nation.