

# ÉVALUATION DE LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE DES EAUX DE PUIITS, DE FORAGES ET DE BORNES FONTAINES DE SENOU DANS LA COMMUNE VI DE BAMAKO

IBRAHIMA SIDI TRAORE<sup>1</sup>, ABDOULAYE ZIE KONE<sup>2\*</sup>, KADIDIA MAIGA<sup>3</sup>, ABOUBACAR SIDIKI FOFANA<sup>1</sup>, IBRAHIM T. TRAORE<sup>1</sup>, MAHAMADOU SAKO<sup>1</sup>, JACQUES DAKOUO<sup>1</sup>, CHEICK ABOU COULIBALY<sup>1</sup>, AISSATA SANAOGO<sup>2</sup>, HAOUA YA KONE<sup>1</sup>, FATOUMATA SIDI SANGARE<sup>1</sup>, MARIAM COULIBALY<sup>1</sup>, MARIAM TRAORE<sup>1</sup>, SAYO SAMAKE<sup>1</sup>, LASSANA B. TRAORE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire National de la Santé (LNS) ; Bamako Mali,

<sup>2</sup>Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments (ANSSA) Bamako Mali

<sup>3</sup>Faculté des Sciences et Techniques, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (FST-USTTB), Mali

\* **Auteur de correspondance** : Dr Abdoulaye Zié Koné, Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments (ANSSA), Centre Commercial Rue 305 Quartier du Fleuve BPE : 2362 Bamako, Tél. : 66 60 02 20 / 76 60 02 20 ; E-mail : azkone@hotmail.com

## Résumé

L'eau est une ressource indispensable à l'activité humaine. Au Mali, sa demande accroit de façon significative avec l'augmentation de la population. A Bamako, les besoins en eau ont augmenté avec l'extension de la ville. La population des quartiers périphériques de Bamako pour leur approvisionnement en eau potable, exploitait les puits, les forages, les bornes fontaines et autres sources de qualité douteuse. A Sénou, 76% de la population s'approvisionnaient à partir des puits, contre 13% pour les forages et 11% pour les bornes fontaines. Au total 159 échantillons ont été prélevés dont chaque source a été prise 3fois et la moyenne a été considérée (30puits, 12forages et 11 bornes fontaines) comme résultat de l'étude durant trois semaines. Les analyses bactériologiques ont été réalisées par la technique de filtration sur membrane. Les eaux des puits étaient de loin les plus utilisées par la population de Sénou. Les analyses bactériologiques des eaux de puits avaient montré des cas de non-conformité par rapport aux GAM aux CT, aux CTT, et à *E coli*. Des cas de non-conformité par rapport aux CT ont été retrouvés au niveau des forages.

**Mots clés** : qualité bactériologique, puits, forages, bornes fontaines, Sénou

## Abstract

Water is an indispensable resource for human activity. In Mali its demand increases significantly with the increase of the population. In Bamako the water needs have increased with the city extension. The population of the outlying districts of Bamako for their drinking water supply operates wells, boreholes, standpipes and other sources whose quality is not always known.

In Sénou, 76% of the population sources from wells, compared with 13% of boreholes and 11% of standpipes. A total of 159 samples were taken from each source 3 times and the mean was considered (30 wells, 12 wells and 11 standpipes) as a result of the study for three weeks. The bacteriological analyzes were carried out by the membrane filtration technique.

The waters of the wells were by far the most used by the population of Sénou. The well water bacteriological analyzes showed 25/30 cases of non-compliance, i.e 83.3% for GAM, 29/30 or 96.7% for CT, 25/30 or 83.3% for CTT , 18/30, or 60% for *E. coli* and 14/30, or 46.7% for fecal streptococci. Boreholes showed non-compliance with TCs 3/12, i.e 25%. The waters of the fountains were all in conformity.

**Keywords**: bacteriological quality, well water, boreholes, standpipes, Sénou

## 1. Introduction

Dans le monde, malgré des progrès globalement solides, 748 millions de personnes n'avaient toujours pas accès à une alimentation en eau potable et à des moyens d'assainissement adéquats en 2012 qui sont pourtant indispensables au maintien d'une bonne santé dont 325 millions (43%) vivaient en Afrique subsaharienne (OMS, 2014).

Au Mali, 37% des ménages disposent d'une source d'approvisionnement en eau de boisson sur place et 53% peuvent accéder à leur source d'approvisionnement en moins de trente minutes (CPS/SSDPF, 2014). A Bamako, le taux de desserte de la population en eau potable est très faible et se répartit comme suit : 43% pour le réseau de distribution, et 25% pour les bornes fontaines (Artelia, 2015). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), ce faible accès à l'eau potable et à l'assainissement est une des principales causes de décès chez les enfants de moins de cinq ans au Mali (OMS, 2013). Selon la même source, les populations vivant dans les quartiers défavorisés des villes et celles du milieu rural sont les plus touchées. Une étude réalisée au Mali a montré que deux tiers des ménages utilisaient de l'eau provenant d'une source améliorée (CPS/SSDPF, 2014). Il s'agissait essentiellement de puits à pompe ou forages (22%), de puits creusés protégés (18%) ou encore de robinets publics ou bornes fontaines (17%). La proportion de ménages dont l'eau de boisson provenait d'une source améliorée présentait de fortes disparités : en milieu rural, seuls 59% des ménages ont accès à une source d'eau améliorée, contre 93% en milieu urbain (CPS/SSDPF, 2014). Les différentes analyses bactériologiques réalisées pour les points d'eau de boisson en Afrique ont montré que la plupart des puits traditionnels et les sources d'eaux sont polluées. En effet, au Burkina-Faso, au Rwanda, au Bénin et en Guinée Conakry, une étude a révélé que 70% des puits traditionnels au Burkina-Faso, 55% des sources captées au Rwanda, 96% des puits traditionnels au Bénin, 100% des puits traditionnels et des sources captées en Guinée sont pollués (Burgeap, 1990).

La qualité des eaux de consommation dépend du contexte géographique et économique (région agricole, urbaine ou industrielle). Ainsi, chaque jour, 650 personnes meurent en Afrique par suite de diarrhées imputées à la qualité de l'eau consommée. De nos jours plus d'une vingtaine de maladies sont liées à l'eau. Une telle situation représente un risque sanitaire élevé qui nécessite des mesures préventives (Momoec, 2004). La sécurité sanitaire et la qualité de l'eau sont indispensables au développement humain et au bien-être. Une eau sans risque est donc l'un des moyens les plus efficaces de promouvoir la santé et de réduire la pauvreté (OMS/UNICEF ; 2015). Ainsi, notre étude a eu pour but de déterminer la qualité bactériologique des eaux de consommation à Sénou afin de préserver l'état de santé de la population du quartier.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1 Méthodologie

L'étude a eu lieu au quartier de Sénou dans la commune VI du District de Bamako. Une enquête a été préalablement menée sur le terrain avant le prélèvement des échantillons. Nous avons administré un questionnaire aux habitants des différents secteurs. Les résultats de cette enquête nous avaient permis de faire le choix des points de prélèvement.

## **2.2 Prélèvement des échantillons**

L'enquête nous avait orienté vers un échantillonnage sélectif dans chaque secteur de prélèvement afin d'avoir le nombre d'échantillon souhaité. Ainsi chaque site a été prélevé trois fois. La puisette de chaque puits a été utilisée pour faire le prélèvement. Les forages et les bornes fontaines ont été prélevés en flambant le bout du tuyau, en laissant couler l'eau durant un certain temps (deux minutes). Des flacons stériles d'un litre ont été remplis en laissant un espace vide au bord. Certains flacons contenant 10mg de thiosulfate de sodium (neutralisant du chlore résiduel) étaient utilisés dans le cas où l'eau est traitée avec le chlore ou dérivés. Les paramètres physiques ont été analysés sur terrain. L'échantillon était immédiatement numéroté et ensuite placé dans la glacière.

Les prélèvements avaient été acheminés au laboratoire dans une glacière à température ordinaire. Au laboratoire, les échantillons ont été enregistrés avec un numéro de référence. Ils ont été réceptionnés et traités le même jour dans un intervalle de temps de 12 heures. Après l'analyse, les échantillons ont été conservés au réfrigérateur entre 4 et 6°C jusqu'à la fin de l'étude.

## **2.3 Analyse bactériologique**

S'agissant de l'eau, le risque sanitaire le plus courant et le plus répandu est la contamination microbienne d'où l'importance capitale de toujours maîtriser celle-ci. Pour les analyses bactériologiques la technique de la filtration sur membrane a été utilisée. Les différents germes ont été recherchés : les germes totaux, les coliformes totaux, les coliformes.

L'analyse bactériologique permettait de mettre en évidence la présence de contaminants fécaux dans l'eau. En effet, elle reposait sur la recherche dans les eaux de consommation des germes témoins de contamination fécale : les coliformes totaux, les coliformes thermotolérants et les streptocoques fécaux.

### **2.3.1 Les Germes Aérobie Mésophile Totaux**

A l'aide d'une pipette stérile, nous avons prélevé 1ml de l'échantillon qu'on a transféré au centre d'une boîte de pétri pour essai. Le milieu PCA était ensuite versé environ 15ml dans chaque boîte de pétri. Nous avons mélangé soigneusement le liquide au milieu de culture et laisser le mélange se solidifier en posant les boîtes de pétri sur une surface fraîche et horizontale. Après la solidification complète, nous avons coulé à la surface du milieuensemencé environ 4ml du milieu PCA et laisser solidifier de nouveau. Pour chaque échantillon, deux boîtes ont étéensemencées, aucune dilution n'a été effectuée.

### **2.3.2 Les Coliformes Totaux**

Le VRBL a été coulé dans la boîte de pétri après solidification du milieu. Le filtre quadrillage a été déposé à la surface de la gélose. Nous avons laissé les boîtesensemencées en position horizontale à la température ambiante pendant environ 15 min jusqu'à ce que l'inoculum soit imprégné par la gélose.

### **2.3.3 Les coliformes thermotolérants ou coliformes fécaux**

Le VRBL a été coulé dans la boîte à pétri après solidification du milieu. Le filtre quadrillage a été déposé à la surface de la gélose. Nous avons laissé les boîtesensemencées en position horizontale à la température ambiante pendant environ 15 min jusqu'à ce que l'inoculum soit

imprégné par la gélose.

### 2.3.4 *Escherichia coli*

Le TBX a été coulé dans la boîte de pétri après solidification du milieu. Le filtre quadrillage a été déposé à la surface de la gélose. Nous avons laissé les boîtesensemencées en position horizontale à la température ambiante pendant environ 15 min jusqu'à ce que l'inoculum soit imprégné par la gélose.

### 2.3.5 Les streptocoques fécaux

Nous avons prélevé 1ml de l'échantillon à analyser que nous avons mis dans un tube contenant 10ml de bouillon de Rothe, ensuite le mélange a été bien homogénéisé à l'aide d'un vortex.

### 2.3.6 Incubation des échantillons

Toutes les boîtes ont été placées à l'étuve sans être renversées.

- Pour le dénombrement de GAM, les échantillons ont été incubés à 37°C pendant 24 heures plus moins 0.2.
- Pour le dénombrement des coliformes totaux, les boîtes ont été incubés à 30°C pendant 24 heures plus moins 0.2.
- Pour le dénombrement des coliformes thermotolérants, les boîtes ont été incubées à 44°C pendant 24 heures plus moins 0.2.
- Pour le dénombrement d'*Escherichia coli*, les boîtes ont été incubées à 44°C pendant 24 heures plus moins 0.2.
- Pour la recherche de Streptocoques fécaux, les tubes ont été incubés à 37°C pendant 24 heures plus moins 0.2.

### 2.3.7 Lecture et expressions des résultats

Après l'incubation, nous avons procédé à la lecture des colonies à l'aide d'un compteur de colonie.

- Toutes les UFC ont été comptées pour les GAM.
- Concernant les deux coliformes totaux et thermotolérants apparaissaient sous forme de colonies violacées de diamètre égal ou supérieur à 0,5 mm sur le milieu VRBL.
- Pour les *Escherichia coli*, nous avons compté les UFC caractéristiques d'*Escherichia coli* de couleur bleue dans chaque boîte.
- Pour la recherche des streptocoques fécaux, la méthode utilisée était la technique de détection de la présence ou de l'absence. Les tubes positifs présentaient un trouble. Ceux-ci avaient été soumis au test confirmatif sur le bouillon de Litsky. Nous avons transféré une dose bouclée de culture positive prélevée sur bouillon de Rothe dans un tube de milieu et incubé à 37°C plus ou moins 0.1 pendant 24 à 48 heures. Après cette période, la présence de streptocoques fécaux était détectée par un léger trouble et de dépôt violet dans le fond du tube.

## 2.4 Analyse des données

Les données ont été saisies sur Word 2007 et Excel 2007 et nous avons procédé à une analyse statistique descriptive comparative sur SPSS. Les résultats ont été appréciés par rapport aux critères définis par la norme malienne MN-03-02/011 :2011(AMANORM) et de l'OMS.

### 3. Résultats

#### 3.1 Les eaux de puits

Les eaux de puits avaient montré une variation des concentrations de GAM de 0 UFC/ml à 9870 UFC/ml par rapport à la norme 100 UFC/100ml. Les CT variaient entre 0 UFC/100ml à 4060 UFC/100ml par rapport à la norme 0 UFC/100ml. Les CF se situaient entre 0UFC/100ml à1930UFC/100ml par rapport à la norme 0UFC/100ml.Les*Ecoli* évoluaient entre 0UFC/100ml à 780UFC/100ml par rapport à la norme 0UFC/100ml '(Tableau I).

**Tableau I** : Moyenne des valeurs des analyses bactériologiques des échantillons d'eau de puits.

Echantillons	GAM UFC/100ml	CT UFC/100ml	CF/CTT UFC/100ml	<i>E. Coli</i> UFC/100ml	Streptocoques fêcaux
1	410	140	90	10	Négatif
2	0	0	0	0	Négatif
3	100	30	20	0	Négatif
4	330	140	10	0	Négatif
5	130	70	55	29	Positif
6	239	130	30	20	Positif
7	550	300	290	130	Négatif
8	290	180	70	40	Positif
9	120	30	0	0	Négatif
10	220	80	50	10	Positif
11	445	120	40	15	Positif
12	160	30	10	0	Négatif
13	320	90	30	0	Négatif
14	6540	2100	1360	599	Positif
15	280	100	88	0	Négatif
16	37	20	0	0	Négatif
17	170	90	20	0	Négatif
18	285	100	30	17	Positif
19	20	20	0	0	Négatif
20	110	50	40	9	Positif
21	205	90	30	30	Positif
22	298	140	20	6	Positif
23	127	40	30	11	Positif
24	8840	3360	550	70	Positif
25	9870	4060	1930	780	Négatif
26	16	20	0	0	Négatif
27	307	160	4	10	Positif
28	388	230	5	0	Négatif
29	446	260	160	10	Positif
30	197	150	90	10	Négatif
Norme Malienne	100ml/100Colonies	100ml/0Colonie	100ml/0Colonie	100ml/0Colonie	Négatif

Sur les 30 échantillons prélevés, des cas de non-conformité ont été observés par rapport à tous les paramètres étudiés. Les eaux de puits étaient à 74% non conformes.

### 3.2 Les eaux de forages

Au total 36 échantillons ont été analysés en trois phases (12 forages ont été prélevés 3 fois) dont la moyenne des données est représentée dans le tableau II. L'analyse des eaux de forages avait montré une variation des concentrations de GAM de 0 UFC/100ml à 7 UFC/100ml par rapport à la norme 100 UFC/100ml. Les CT oscillaient entre 0 UFC/100ml à 4 UFC/100ml par rapport à la norme qui est de 0 UFC/100ml. Le nombre de *E coli* et des CF étaient de 0 UFC/100ml (norme). Les streptocoques fécaux étaient absents dans tous les échantillons.

**Tableau II** : Moyenne des valeurs des analyses bactériologiques des échantillons d'eau de forages.

Echantillon	GAM UFC/100ml	CT UFC/100ml	CF/CTT UFC/100ml	<i>E Coli</i> UFC/100ml	Strep. F.
F1	0	0	0	0	Négatif
F2	4	2	0	0	Négatif
F3	0	0	0	0	Négatif
F4	0	0	0	0	Négatif
F5	0	0	0	0	Négatif
F6	7	4	0	0	Négatif
F7	2	0	0	0	Négatif
F8	1	0	0	0	Négatif
F9	0	0	0	0	Négatif
F10	5	2	0	0	Négatif
F11	0	0	0	0	Négatif
F12	0	0	0	0	Négatif
Norme Malienne	100ml/100Colonies	100ml/0Colonie	100ml/0Colonie	100ml/0Colonie	Négatif

L'analyse des séries de prélèvements réalisés au niveau des 12 forages avait montré un cas de non-conformité pour le CT (25%). Tous les autres paramètres étaient conformes.

### 3.3 Les eaux des bornes fontaines

Les eaux des bornes fontaines avaient montré une variation des concentrations de GAM de 0UFC/100ml à 6UFC/100ml par rapport à la norme 100UFC/100ml.

Tous les autres paramètres étaient négatifs par rapport à la norme.

**Tableau III :** Moyenne des valeurs des analyses bactériologiques des échantillons d'eau de bornes fontaines

<b>BORNES FONTAINES</b>	<b>GAM UFC/100ml</b>	<b>CT UFC/100ml</b>	<b>CF UFC/100ml</b>	<b><i>E Coli</i> UFC/100ml</b>	<b>STREP F</b>
BF1	3	0	0	0	NEG
BF2	1	0	0	0	NEG
BF3	0	0	0	0	NEG
BF4	5	0	0	0	NEG
BF5	0	0	0	0	NEG
BF6	2	0	0	0	NEG
BF7	6	0	0	0	NEG
BF8	4	0	0	0	NEG
BF9	1	0	0	0	NEG
BF10	0	0	0	0	NEG
BF11	0	0	0	0	NEG
Norme Malienne	100ml/100Colonies	100ml/0Colonie	100ml/0Colonie	100ml/0Colonie	Négatif

Tous les échantillons des bornes fontaines prélevés et analysés étaient conformes.

#### 4. Discussions

La détermination de la qualité des eaux de Sénou a montré une variabilité des paramètres non-conformes selon le type d'analyse et la source d'eau. Le taux de non-conformité des eaux de puits était de 74%. Les causes de rejets étaient liées aux nombres élevés de GAM (83,3%), de CT (96,7%), de CTT (83,3%), d'*Ecoli* (60%) et à la présence des streptocoques fécaux (46,7%). Ce fort taux de non-conformité observé peut être dû selon Bricha *et al* (2007) aux réseaux d'égouts, aux sources de fosses septiques, aux eaux usées des usines et aux déchets solides. De plus, la contamination de la nappe des puits dépend de la perméabilité du sol, de la profondeur de la nappe, de l'absence ou l'inadaptation des ouvrages d'assainissement, de la mauvaise gestion des ordures et de la méthode de puisage (Degbey *et al.*, 2009). Nos résultats étaient proches de ceux de Souncy *et al.* (2015) malgré que nous avons utilisé des milieux différents. Par contre la taille de notre échantillon était inférieure ainsi que la durée de l'étude. Aussi Souncy *et al.* procèdent par le système aléatoire dans le choix des échantillons. Ils obtiennent 65,7% de non-conformité liés à la présence de streptocoques fécaux. Une étude réalisée au Maroc montre les mêmes résultats que les nôtres (Belghiti *et al.*, 2014).

Les résultats des analyses bactériologiques des eaux de forage ont montré de qualité d'eaux acceptables à la consommation. Trois échantillons avaient présenté de cas de non-conformité par rapport au CT soit 25%. Cette non-conformité peut être attribuée à la nature de la couche géologique dans la nappe phréatique ou peut provenir de la dégradation de l'équipement de pompage.

Les eaux de forages étaient à 75% de bonne qualité bactériologique. Ces résultats bactériologiques étaient un peu différents de ceux obtenus par Souncy *et al.* (2015). Ces

derniers notent la présence de streptocoques fécaux (2,03%) et un nombre élevé de GAM (53,54%) dans certains échantillons. Aussi la différence peut être due à l'écart de la taille de l'échantillonnage effectué (12 contre 197). L'âge de forages peut être un facteur de risque de contamination de la nappe. Une étude réalisée en 2014 au Maroc montre des résultats bactériologiques similaires (Asmae, 2014) à part le nombre de CT. Nous avons noté au niveau de trois forages un nombre élevé de CT tandis qu'elle ne trouve aucun cas de non-conformité pour les GAM, les CT, les CF, les SF et *E coli*.

Pour les eaux de bornes fontaines aucun cas de non-conformité n'a été observé. Cette non-conformité peut s'expliquer de la même manière que celle des forages. Les eaux des bornes fontaines étaient des eaux souterraines et bien traitées par la SOMAGEP avant être distribuées dans le réseau d'approvisionnement. Les eaux des bornes fontaines étaient de meilleure qualité physico-chimique par rapport aux autres sources. Nos résultats étaient similaires de ceux obtenus par la SOMAGEP sur le réseau de distribution de Sénou en 2015. Nos résultats étaient identiques de ceux obtenus par la SOMAGEP sur le réseau de distribution de Bandiagara en 2015.

## 5. Conclusion

La population du quartier de Sénou dans la commune V de Bamako, utilise majoritairement de l'eau de puits, suivie de celle des forages. Les eaux de bornes fontaines étaient la moins utilisées. Cela peut s'expliquer par l'insuffisance des bornes fontaines au niveau des différents secteurs du quartier. Aussi le coût de cession au niveau des bornes fontaines était plus élevé. Les eaux de puits de Sénou étaient très douces mais de mauvaise qualité bactériologique. La mauvaise qualité bactériologique de ces eaux était liée à la présence de germes indicateurs de contaminations fécales. De ce fait la population de Sénou est exposée au risque de certaines maladies hydriques.

La deuxième source d'approvisionnement de la population de Sénou était de l'eau de forage (13%). Sa qualité bactériologique était affectée par le nombre élevé de CT dans certains forages.

Les eaux de bornes fontaines étaient conformes à tous les germes indicateurs de contamination fécale. Les nappes phréatiques des bornes fontaines n'avaient pas encore suivies d'infiltration d'eau de surface. Les eaux des bornes fontaines étaient régulièrement traitées avant d'être distribuées. Elles étaient de bonne qualité bactériologique que celles des forages et des puits.

## Références

Artelia Ville et Transport. 2015. Projet de renforcement des capacités opérationnelles de la SOMAGEP SA Rapport d'évaluation, février 2015.

Asmae Houti et al, 2014. Qualité physicochimique et bactériologique de trois stations thermales dans les régions de Fès, Maroc. *Afrique Science* 10(4) (2014) 158-168.

Belghiti M.L et al, 2013. Etude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe -quaternaire dans la région de Meknès Maroc ; *Larhyss Journal*, n°14, Juin 2013, pp.21-36.

Burgeap. 1990. Programme Solidarité Eau. L'eau potable et la santé dans les projets d'hydraulique rurale en Afrique de l'ouest, 1990, 25p

Cellule de planification et de Statistique (CPS/SSDPF), Institut National de la Statistique (INSTAT/MPATP), INFO-STAT et ICF International. 2014. Enquête Démographique et de Santé au Mali 2012-2013. Rockville, Maryland, USA : CPS, INSTAT, INFO-STAT et ICF International.

Degbey C, Makoutode M, De Brouwer C, .2010. La qualité de l'eau de boisson en milieu professionnel à Godomey en 2009 au Bénin Afrique de l'ouest, J Int Santé Trav 2010 ;1 :15-22.

K.Souncy et al, 2015. Evaluation de la qualité bactériologique des eaux de puits et de forage à Lomé. Journal of Applied Biosciences 91: 8464-8469.

Momoec. 2004. La microbiologie de l'Eau destinée à la consommation humaine n 27.

OMS, 2013. Statistiques sanitaires mondiales.

OMS. 2014. Rapport JMP sur les progrès en matière d'alimentation en eau et d'assainissement.

OMS/UNICEF. 2015. Programme commun de suivi de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement.

Saadia Bricha et al, 2007. Etude de la qualité physico -chimique et bactériologique de la nappe phréatique M'nasra(Maroc). Afrique Science 03(3) (2007) 391-404.