LA QUALITE DE L'EAU DE CONSOMMATION EN MILIEU RURAL AU CONGO (REPUBLIQUE DU CONGO)

MABA NGOULOUBI PRINCE LOÏQUE, *Laboratoire « Géographie, Environnement, Aménagement (LAGEA), Université Marien Ngouabi, Faculté des Lettres, Arts et des Sciences Humaines.* princengouloubi@gemail.com

MOUNDZA PATRICE, *Laboratoire « Géographie, Environnement, Aménagement (LAGEA), Université Marien Ngouabi, Faculté des Lettres, Arts et des Sciences Humaines,* patrice.moundza@umng.cg

Résumé

L'eau est source vie, mais elle est aussi source de pathologies ou de mort quand elle est impropre à la consommation. L'accès à l'eau potable est une des préoccupations de la communauté internationale et des gouvernants. Au Congo, l'eau est disponible d'une manière générale. Mais cette disponibilité ne garantit en rien sa qualité sur tout le territoire. Quelle est la qualité de l'eau consommée par les Congolais en milieu rural ? L'étude vise à analyser la qualité de l'eau consommée par les populations en milieu rural au Congo. Elle présente une partie des résultats de l'étude menée entre 2015 et 2018 dans 10 départements du Congo (Likouala, Sangha, Cuvette-Ouest, Cuvette, Plateaux, Pool, Niari, Bouenza, Lékoumou et Kouilou) sur 12 que compte le pays. Les deux autres départements exclus de notre zone d'étude ont un caractère purement urbain. Afin d'analyser la qualité de l'eau de consommation, le prélèvement des échantillons a été effectué dans 36 villages soit environ une moyenne de 4 localités par département. Au total 61 points d'eau ont été retenus pour les analyses au Laboratoire. Le choix de ces points tient compte des aspects morphologiques de chaque zone déterminée. En évidence la qualité de l'eau consommée par les populations qui varie en fonction des zones (zone de faible altitude, zone de moyenne altitude et la zone de haute altitude) et de la nature des terrains traversés par l'eau. Ainsi, les analyses physico-chimiques montrent que 95 % des eaux prélevées ne répondent pas aux normes de l'OMS pour l'ensemble des paramètres physico-chimiques analysés et 95 % d'elles ont des taux élevés de germes totaux, de coliformes totaux et de coliformes fécaux selon les analyses bactériologiques. Ainsi, la recherche des pathologies liées à la qualité de l'eau consommées par les populations rurales fera l'objet de nos travaux futurs.

Mots clés : *qualité de l'eau, consommation, milieu rural, Congo.*

Abstract

Water is a source of life, but it also causes pathologies or death when it is unfit for consumption. Access to clean water is one of the main issues of the international community and the rulers. Generally speaking, water is available in Congo. But this availability does not guarantee its quality throughout the country. So, what is the quality of the water consumed by Congolese in rural areas? This study aims to analyze the quality of the water consumed by the populations in rural Congo. It shows a part of the results of the study carried out between 2015 and 2018 in 10 among 12 departments of the Congo (Likouala, Sangha, Cuvette-West, Cuvette, Plateaux, Pool, Niari, Bouenza, Lékoumou and Kouilou). The two excluded departments in our study scope are likely urban. In order to analyze the quality of drinking water, a sample collection was carried out in 36 villages, or about

localities per department. A total of 61 water sites have been selected for laboratory analyzes. The choice of these sites takes into account the morphological aspects of each determined zone. The results present 4 localities by department. In fact, the quality of the water consumed by the populations varies according to zones (low altitude zone, medium elevation zone and the zone of high altitude) and the nature of the lands crossed by the water. Thus, the physicochemical analyzes show that 95% of the collected water do not meet the WHO standards regarding all the physicochemical parameters analyzed and 95% of them have high levels of total germs, total coliforms and faecal coliforms according to bacteriological analyzes. Thus, the research of pathologies related to the quality of water consumed by rural populations will be the subject of our future work.
***Keywords**: water quality, consumption, rural environment, Congo.*

Introduction

La qualité de l'eau de consommation est un problème universel de santé. L'eau est indispensable pour la vie, mais elle peut transmettre et transmet des maladies dans les pays de tous les continents, des plus pauvres aux plus riches et à toutes les couches sociales, pauvres, moyennes et riches. En effet, l'eau, une ressource naturelle essentielle, est utilisée à des fins alimentaires, d'hygiènes corporelles ou récréatives, nécessitant un haut niveau de qualité physico-chimique et microbiologique. En se référant aux exigences de l'OMS, l'eau de consommation ne devrait ni contenir de germes totaux, ni de coliformes totaux, ni de coliformes fécaux, ni de staphylocoques, ni de streptocoques fécaux, ni de bactéries sulfito - réductrices et doit contenir entre 0 et 30 Unité Format Colonie (UFC) de germes totaux par 100 ml d'échantillon (normes OMS). Quelle est donc la qualité de l'eau consommée par les populations en milieu rural au Congo ? L'étude vise à analyser la qualité de l'eau consommée par les populations en milieu rural au Congo en tenant compte des paramètres physiques, chimiques et biologiques. L'article présente le matériel et la méthodologie adoptée pour sa réalisation, les résultats obtenus, la discussion et une conclusion.

1. Matériel et méthodes

1.1. Matériel

Le traitement de données a fait l'objet d'une analyse en laboratoire. Le matériel utilisé est spécifique aux analyses physico-chimiques microbiologiques. Il s'agit du pH-mètre, le conductimètre, les colorimètres, le turbidimètre, les réactifs, etc.

1.2. Méthodologie

La démarche méthodologique est basée sur une recherche documentaire, des entretiens, le focus group, les observations directes, les prélèvements des échantillons d'eau et les analyses en Laboratoire.

1.2.1. Prélèvement d'eau et choix des sites d'enquête

Pour déterminer les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des eaux de consommation, nous avons procédé à des prélèvements d'eau dans 36 villages (Figure 1)

Au total 61 points d'eau ont été retenus pour les analyses en Laboratoire. Le choix de ces points d'eau tient compte des aspects physiques de chaque zone géographique afin de dégager les disparités d'accès et de qualité dans chaque zone (Plateaux Batéké, Cuvette congolaise, Mayombe, Massif du Chaillu, vallée du Niari et la plaine côtière), celles à ressources d'eau importantes et des zones connaissant des pénuries d'eau, mais aussi des types de sources d'approvisionnement en eau tels que les sources, puits, forages, rivières, eaux de pluie, bornes fontaines, citernes collectant l'eau de pluie, camions citernes, etc..

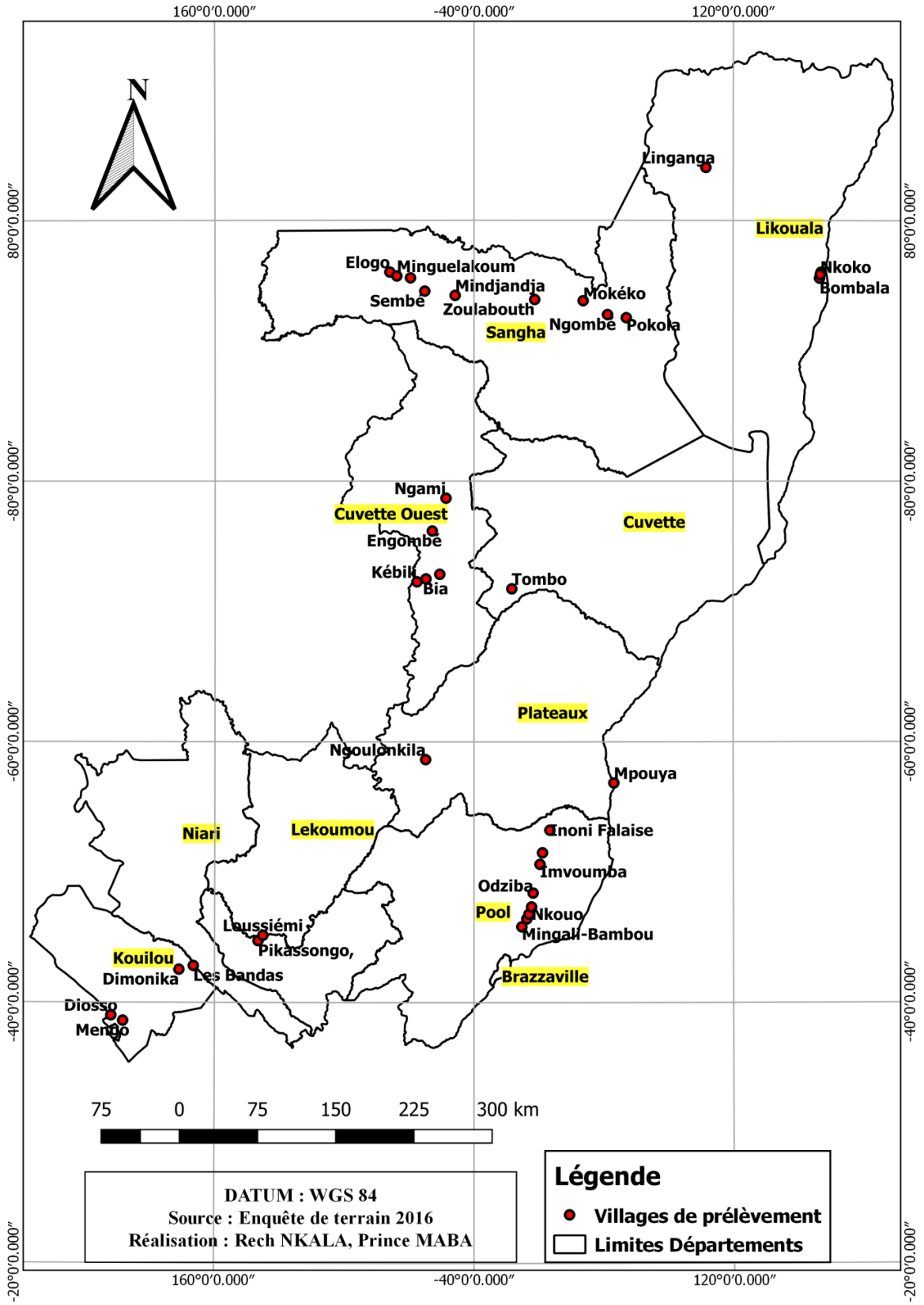


Figure 1 **: carte administrative et d'échantillonnage présentant la répartition des points d'eaux**

1.2.2. Les conditions de prélèvement et de transport des eaux à analyser

Le respect des conditions de prélèvement détermine la qualité des résultats obtenus. En effet, pour la fiabilité des résultats, les échantillons d'eau ont été prélevés dans des récipients propres, rincés plusieurs fois avec de l'eau distillée et fermés hermétiquement afin d'éviter la pénétration des bulles d'air dans les flacons. En effet, les bouteilles en plastique (0,5 litre) ont été utilisées pour les analyses physico-chimiques et celles en verre (100 ml), pour les analyses bactériologiques. Ceci pour obtenir de bons résultats.

Les échantillons prélevés ont été transportés dans une glacière (à 4°C). Ceci pour la survivance des micro-organismes et éviter les variations de températures de l'eau.

1.2.3. Les analyses en Laboratoire

Le laboratoire Central de Contrôle et d'Analyse des eaux de la SNDE a été retenu comme le lieu d'analyse des échantillons. Pour ce faire, deux types d'analyses ont fait l'objet de nos travaux en laboratoire. Les analyses physico-chimiques et les analyses bactériologiques.

Analyses physico-chimiques

Les paramètres retenus pour les analyses physico-chimiques sont, entre autres, le Potentiel d'Hydrogène (PH), la turbidité, la conductivité, le titre alcalimétrique (TA), le titre alcalimétrique complet (TAC), le titre hydrotimétrique total (THT), les matières en suspension (MES), les bicarbonates (HCO_3^-), les Sels Acide Fort (SAF), les Sels de Base Fort (SBF), l'oxydabilité au KM_nO_4/H^+, la minéralisation générale, etc. Cependant, seuls ces paramètres ne pouvaient nullement donner de garantie absolue de potabilité d'une eau. Ainsi, nous avons été obligés d'ajouter les paramètres bactériologiques afin de donner une réponse précise au problème de qualité de l'eau consommée par la population en milieu rural au Congo.

Analyses bactériologiques

La filtration sur membrane filtrante de 100 ml de l'échantillon puis dépôt sur le milieu de culture spécifique ou adapté aux bactéries recherchées a été la seule technique utilisée pour les analyses microbiologiques. Cette méthode a permis de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Les paramètres retenus sont entre autres : les germes totaux, les coliformes totaux et les coliformes fécaux.

1.2.4. Traitement des données

Les données ainsi collectées ont été ensuite saisies à l'ordinateur avec des logiciels Excel, Sphinx, Minitab 17 et Word 2007 sous Windows. Cette base de données, une fois constituée,

a permis de faire un plan de tabulation suivant les exigences de la question sur la problématique de l'eau en milieu rural au Congo et de réaliser des tableaux, des cartes, etc.
Ces données ont permis de faire une analyse quantitative et qualitative des problèmes d'eau en milieu rural au Congo et de produire une carte de classification des zones suivant la disponibilité des ressources en eau, les risques de pollution et de contamination. Le logiciel utilisé est QGIS.

2. Résultats

2.1. Présentation de la zone d'étude

En tenant compte de la diversité des modes d'approvisionnement, des pratiques adoptées pour la gestion de l'eau de consommation et des pratiques en matière d'hygiène, le choix de la zone d'étude a porté sur 10 départements du Congo (Likouala, Sangha, Cuvette-Ouest, Cuvette, Plateaux, Pool, Niari, Bouenza, Lékoumou et Kouilou) sur 12 que compte le pays (Fig.2). Les deux départements exclus de notre zone d'étude ont un caractère purement urbain. Il s'agit des départements de Brazzaville et de Pointe Noire. De même, les chefs-lieux des départements n'ont pas été pris en compte parce que présentant eux aussi des aspects de l'urbanité. Nous avons écarté aussi les communautés urbaines, ceci pour montrer l'originalité de l'étude dans une sphère rurale.

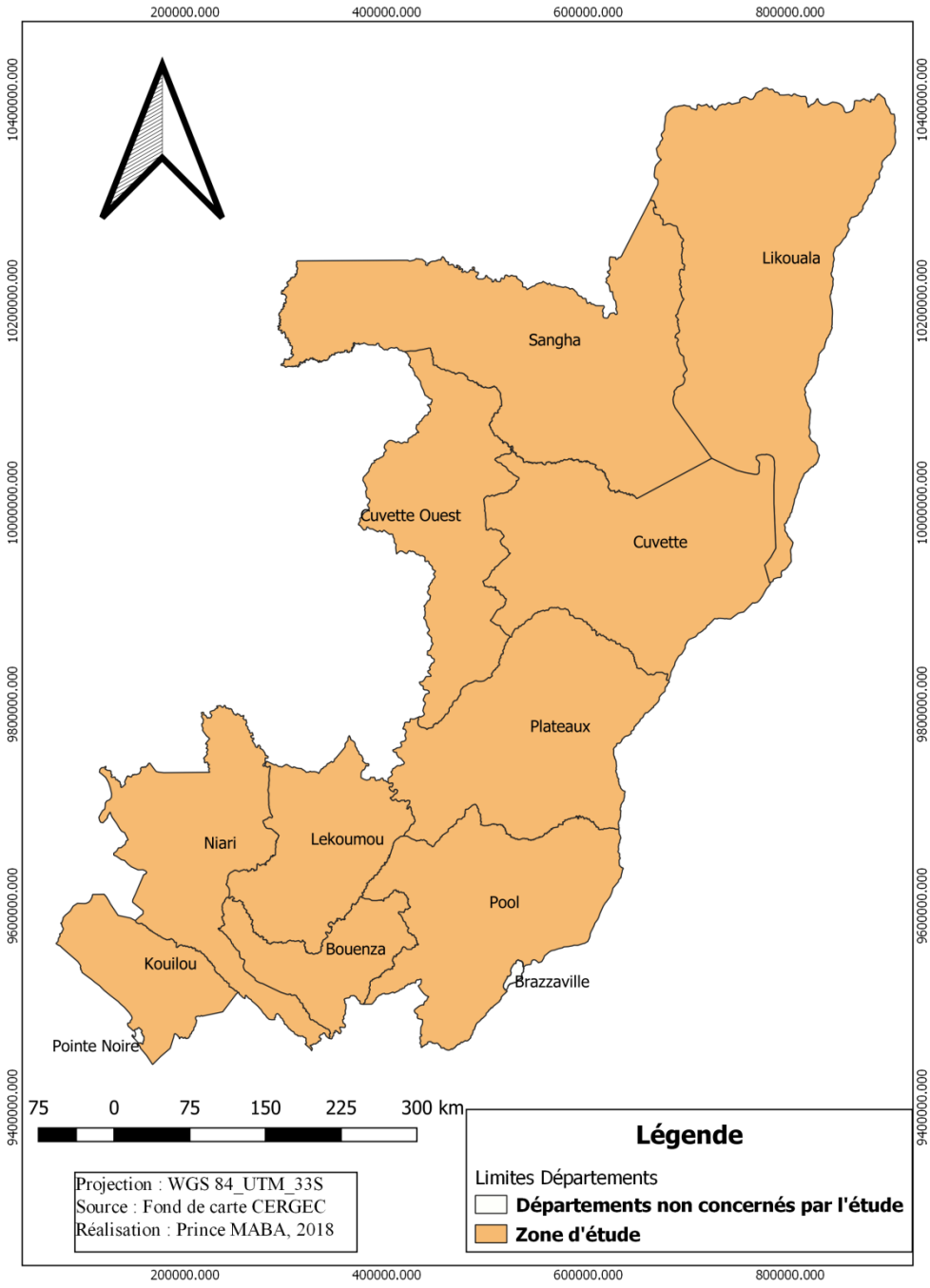


***Figure 2*- Localisation de la zone d'étude**

2.2-Présentation des résultats des analyses physico-chimiques

Le tableau 1 présente la synthèse des résultats d'analyse suivant les paramètres physico-chimiques.

Tableau 1 : Synthèse des résultats d'analyse suivant les paramètres physico-chimiques en comparaison avec les normes de l'OMS.

N°	Villages / Paramètres	PH	T°	Turbidité	Couleur	Odeur	Aspect	C	T.A	T.A.C	T.H.T	M.E.S	Bicar	SAF	SBF	Oxy.	MG
	Normes OMS	**6,5-8,5***	**20-25***	**< 5***	**< 5***	**Sans**	**Hom.***	**300***	**25***	**< 100***	**< 150***	**< 1***	**200***	**< 10***	**< 10***	**< 1***	**350***
1	Dimonika (source et forage)	5,26- 4,95	20	0,2-0,5	0	Sans	Hom.	30,2-32,32	0	3,5-8,75	6,6-16,5	2	4,27-10,67	1,25-1,64	0-0,48	0	41,2-43,95
2	Pika-Songo (forage)	5,46	20	0,4	0	Sans	Hom.	8,08	0	7	3,3	0	8,54	0	0,2	0	10,98
3	Les Bandas (source)	6,32	20	0,7	0	Sans	Hom.	42,42	0	8,75	39,6	0	10,67	1,92	0	0	57,69
4	Louvakou (rivière)	7,15	20	0,9	2,5	Sans	Hom.	58,58	0	19,25	26,4	1	23,48	1,94	1,22	0	55,53
5	Loussiémi (source et forage)	8,2-8,68	20	0,4-0,7	0	Sans	Hom.	1222,1-195,94	0-10,5	70-248,5	19,8-99	0	85,4-277,55	55,8-5,93	3,03-78,67	0	148,91-916,57
6	Mengo (forage)	5,1	20	0,6	0	Sans	Hom.	28,28	0	8,75	6,6	0	10,67	0,99	1,2	0	38,46
7	Diosso (forage)	5,4	20	0,3	0	Sans	Humique	24,24	0	8,75	6,6	0	10,67	0,72	0,93	0	32,96
8	Tsékampika (Pluie, citerne pluviale)	6,3-6,76	20	0,9-1,2	0	Sans	Hom.	2,02-8,08	0	3,5-4,37	0-3,3	2-3	4,27-5,33	0-0,18	0,13-0,2	0	2,74-10,98
9	Mpouya (Fleuve Congo, forage privé)	4,68-7,99	20	0,87-1,69	2,5	Sans	Hom.	14,34-15,35	0	2,5-7,5	3,96-7,92	0	3,05-9,15	0,26-0,69	0,22-0,55	0,264-0,66	19,5-20,87
10	Ongondza (forage EPT)	5,87	20	1,15	2,5	Sans	Hom.	11,11	0	5	3,96	0	6,1	0,23	0,34	0,198	15,1
11	Tombo (forage EPT)	6,8	20	3,09	0	Sans	Hom.	213,11	0	17,5	178,2	11	21,35	12,31	0	0,198	161,96
12	Oba 1 (Puits)	5,3	20	2,7	0	Sans	Hom.	11,11	0	2,5	0	2	3,05	0,48	0,73	0,396	15,1
13	Bia (forage EPT)	5,2	20	0,77	2,5	Sans	Hom.	11,71	0	2,5	0	1	3,05	0,52	0,9	0,33	15,92
14	Ngami (rivière)	5,16	20	4,47	0	Sans	Hom.	13,73	0	2,5	0	3	3,05	0,65	0,9	0,396	18,67
15	Engombé (Borne Fontaine	5,09	20	1,31	0	Sans	Hom.	19,79	0	2,5	0	1	3,05	0	1,3	0,198	26,91
16	Kébili (source)	6,5	20	2,13	0	Sans	Hom.	3,03	0	2,5	0	0	3,05	0	0,19	0,33	4,12
17	Botanga (puits aménagé)	5,86	20	0,9	2,5	Sans	Hom.	87,66	0	10	19,8	0	12,2	4,78	3,8	1,056	83,1

Tableau 2 : synthèses des résultats d'analyses suivant les paramètres physico-chimiques en comparaison avec les normes (suite)

N°	Villages / Paramètres	PH	T°	Turbidité	Couleur	Odeur	Aspect	C	T.A.C	T.H.T	M.E.S	Bicarbo	SAF	SBF	Oxy.	MG
	Normes OMS	**6,5-8,5***	**20-25***	**< 5***	**< 5***	**Sans**	**Hom.***	**300***	**< 100***	**< 150***	**< 1***	**200***	**< 10***	**< 10***	**< 1***	**350***
17	Bombala (rivière, source eau du canal)	4,13-5,58	20	1,28-10,69	20-30	Sans	Trouble.	39,79-121,2	0-15	15,84-31,68	4-24	0-18,3	2,37-7,99	0-1,99	0,66-99	54,11-74,1
18	Nkoko (Puits)	5,39	20	1,61	0	Sans	Hom.	33,33	5	11,88	0	6,1	1,69	1,01	0,462	45,32
19	Zoulabouth (forage EPT)	4,65	20	0,86	0	Sans	Hom.	75,14	2,5	3,92	0	3,05	4,7	4,56	0,594	71,23
20	Mindjandja (source)	5,99	20	11,5	0	Sans	Hom.	55,95	15	31,68	7	18,3	2,19	0,53	0,528	76,09
21	Pokola (source aménagée et Pompe CIB)	5,1-5,43	20	0,77-1,07	0	Sans	Hom.	57,57-61	2,5-7,5	11,8-11,88	1	3,05-9,15	3,04-3,77	2,61-2,84	0,462-0,528	54,57-57,82
22	Elogo (forage EPT)	6,66	20	0,69	0	Sans	Hom.	293,1	35	198	0	42,7	15,84	0	0,462	222,75
23	Boudel (rivière)	6,43	20	1,71	2,5	Sans	Hom.	24,03	10	15,84	0	12,2	0,58	0	0,99	32,68
24	Mokéko (forage EPT)	6,12	20	0,55	0	Sans	Hom.	123,82	10	59,4	0	12,2	7,17	2,23	0,396	117,38
25	Minguelakoum (source)	5,6	20	1,11	0	Sans	Hom.	22,42	2,5	11,88	0	3,05	1,22	0,29	0,528	30,49
26	Ngombé (forage EPT)	5,2	20	0,71	2,5	Sans	Hom.	19,19	5	11,88	0	6,1	0,76	0,08	0,396	26,09
27	Pokola (Puits)	4,63-6,78	20	1,03-1,19	0-2,5	Sans	Hom.	91,91-133,38	2,5-5	19,8-55,44	0-1	3,05-6,1	5,54-8,55	0,52-6,82	0,33-0,396	87,13-126,44
28	Ngombé (pompe à motricité humaine et source)	4,75-4,94	20	0,59-0,68	0-2,5	Sans	Hom.	23,02-29,08	2,5-5	7,92	0	3,05-6,1	1,01-1,66	0,72-1,12	0,396-0,528	31,3-39,54
29	Minguelakoum (rivière)	6,62	20	2,67	0	Sans	Hom.	111,1	30	51,48	2	36,6	4,33	2,19	0,66	105,32
30	Sembé (eau de dépression fermée)	5,04	20	0,66	2,5	Sans	Hom.	89,89	5	23,76	0	6,1	5,43	3,56	0,33	85,21
31	Boudel (source)	4,98	20	0,54	0	Sans	Hom.	24,03	5	11,88	0	6,1	1,08	0,4	0,198	32,68
32	Mingali-Bambou (puits et forage)	5-7	20	0,87-11,9	0	Sans	Hom.	11,91-70,7	5-22,5	0,78-25,75	0-10	6,1-27,45	0-2,41	0-2,09	0,13	16,19-67,02
33	Imbimi (Eau automobilistes, puits et marigot)	5,3-6,08	20	1,25-29,2	0-30	Sans	Décomposition.	7,47-83,42	5	0,78-7,5	0,78-1,17	1-99	0-21,35	0,29-3,75	0,13-0,26	10,15-79,08

Tableau 3 : synthèses des résultats d'analyses suivant les paramètres physico-chimiques en comparaison avec les normes de l'OMS (suite)

N°	Noms des Villages / Paramètres	PH	T°	Turbidité	Couleur	Odeur	Aspect	C	T.A.C	T.H.T	M.E.S	Bicarbo	SAF	SBF	Oxy.	MG
	Normes OMS	**6,5-8,5***	**20-25***	**< 5***	**< 5***	**Sans**	**Hom.***	**300***	**<100***	**< 150***	**< 1***	**200***	**< 10***	**< 10***	**< 1***	**350***
34	Massa (Eau automobilistes, forage privé et puits)	5-5,86	20	1,32-25,4	2,5-5	Sans	Hom.	6,46-23,63	5-5	0,39-117	0-18	6,1-6,1	0-1,05	0,35-1,44	0,19-1,32	8,78-32,13
35	Nkoko (forage privé et rivière)	4,77-5,5	20	0,76-2,15	2,5-2,5	Sans	Hom.	7,27-32,92	5	0,39-1,95	1-3	6,1	0-1,67	0,44-1,98	0,19	9,88-44,77
36	Odziba (forage EPT)	5,38	20	1,23	0	Sans	Hom.	10,3	5	1,17	2	6,1	0,17	0,56	0,19	14
37	Imvouba (kiosque à Eau et puits)	5-5,57	20	0,71-16,1	0-2,5	Chlore	Hom.	12,32-26,05	0-10	1,17-2,73	0-15	6,1-12,2	0,33-3,9	0,68-1,47	0,19-0,39	16,75-35,42
38	Inoni Falaise (pluie et bâche à eau)	5,5-5,12	20	0,72-2,66	2,5	Décomposition	Hom.	11,31-12,52	5	0,78-1,17	1-4	6,1	0,24-0,32	0,67-0,71	0,19-0,26	15,38-17,02
39	Kiani -Yono (rivière)	5,15	20	3,04	2,5	Sans	Hom.	10,1	5	0,78	3	6,1	0,16	0,59	0,19	13,73
40	Liganga-Matao (rivière)	5,6	20	1,63	2,5	Sans	Hom.	16,56	5	11,88	3	6,1	0,59	0	0,79	22,52
41	Loundoungou (Pompe CIB)	5,32	20	1,04	0	Sans	Hom.	25,45	5	7,92	0	6,1	1,17	0,88	0,19	34,61

Légende : < 5* **:** normes de l'OMS permettant de comparer les résultats.

Hom. : Homogène ; TA : Titre Alcalimétrique ; TAC : Titre Alcalimétrique Complet ; THT : Titre Hydrotimétrique

Oxy : oxygène ; SAF : Sel d'Acide Fort ; SBF : Sel de Base Forte

MG : Minéralisation générale ; C : conductivité ; MES : Matières en suspension ; Bicarbo : Bicarbonate

Source : Résultats des analyses effectuées en Laboratoire par nous

2.2.1. Interprétation des résultats d'analyses physico-chimiques

Les résultats issus des analyses physico-chimiques (Tableau 1) permettent de dire que les eaux prélevées ne répondent pas totalement aux normes de l'OMS pour l'ensemble des paramètres analysés. Les résultats sont au-dessus des normes exigées pour certains paramètres. Pour le pH, par exemple, 79 % des eaux prélevées présentent des valeurs hors normes de l'OMS contre 19 % qui sont conformes à ces normes (6,5-8,5**)** indiquent les tableaux synthèse 1, 2 et 3.

En ce qui concerne les teneurs des matières en suspension (MES), 51 % des eaux ont des valeurs dépassant les normes exigées de l'OMS contre 49 % de celles qui respectent ces normes. Cependant, nombreux sont des paramètres physico-chimiques qui ont des taux normaux par rapport aux exigences de l'OMS (voir tableaux d'analyse). Par exemple, les teneurs en oxydabilité sont normales par rapport aux exigences de l'OMS soit 57 % des eaux qui obéissent aux normes contre 4 % qui sont hors normes (enquête de terrain).

Hormis les paramètres physico-chimiques, il y a aussi des paramètres biologiques ou microbiologiques qui renseignent sur la potabilité de l'eau.

D'une manière générale, les résultats des analyses physico-chimiques indiquent que les eaux consommées par les populations en milieu rural sont de mauvaise qualité. Les normes exigées par l'OMS ne sont pas totalement respectées. D'où, ces eaux nécessitent une désinfection totale avant toute consommation humaine.

2.3. Présentation des résultats des analyses bactériologiques

La potabilité de l'eau est aussi et surtout l'œuvre des analyses bactériologiques. Le tableau 2 présente la synthèse des résultats bactériologiques. Il est nécessaire de signaler que certains villages ont fait l'objet de prélèvement de plus d'1 échantillon en fonction du type d'eau que les populations consomment (eau de forage, de rivière, etc.).

Tableau 2 : Synthèse des résultats d'analyses bactériologiques.

N°	**Noms des Villages**	**Germes totaux**	**Coliformes totaux**	**Coliformes fécaux**
	Normes OMS*	**0-30 UFC/100 ml***	**0 UFC/100 ml***	**0 UFC/100 ml***
1	Dimonika (source)	0	0	0
2	Pikassongo (forage Eau Pour Tous)	23 200	1 000	0
3	Les Bandas (source)	10 400	0	0
4	Dimonika (forage EPT)	21 600	2 100	0
5	Louvakou (rivière)	16 800	1 000	0
6	Loussiémi (source)	52 000	0	0
7	Loussiémi (forage EPT)	16 000	1 800	0
8	Mengo (forage EPT)	22 800	0	0
9	Diosso (forage EPT)	24 000	1 600	0
10	Tsékampika (Pluie)	4 000	1 600	400
11	Tsékampika (citerne pluviale)	26 400	5 000	0
12	Mpouya (Fleuve Congo)	6 000	4 000	1 400
13	Mpouya (forage privé)	20 000	16 000	1 500
14	Ongondza (forage EPT)	5 000	1 000	0
15	Tombo (forage EPT)	16 000	10 800	100
16	Oba 1 (Puits)	14 000	6 000	1 300
17	Bia (forage EPT)	1 600	600	400
18	Ngami (rivière)	600	0	0
19	Engombé (Borne Fontaine	10 000	1 000	0
20	Kébili (source)	20 000	12 000	4 800
21	Botanga (puits aménagé)	20 000	6 000	1 500
22	Bombala (rivière)	6 000	2 000	400
23	Bombala (source)	14 000	5 000	1 500
24	Bombala (Eau de canal)	19 000	8 000	5 000
25	Nkoko (Puits)	20 000	6 000	5 200
26	Zoulabouth (forage EPT)	19 000	6 000	100
27	Mindjandja (source)	20 000	2 300	2 000
28	Pokola (source aménagée)	19 000	6 000	0
29	Elogo (forage EPT)	20 000	12 000	100
30	Pokola (Pompe CIB)	21 000	6 000	1 000
31	Boudel (rivière)	15 600	6 800	2 500
32	Mokéko (forage EPT)	6 800	3 000	2 000

Légende : **0 UFC/100 ml*** **:** normes de l'OMS permettant de comparer les résultats.

Source : Résultats des analyses effectuées en Laboratoire par nous

Tableau 2 : Synthèse des résultats d'analyses biologiques ou microbiologiques (suite et fin)

N°	Noms des Villages	**Germes totaux**	**Coliformes totaux**	**Coliformes fécaux**
	Normes OMS*	**0-30 UFC/100 ml***	**0 UFC/100 ml***	**0 UFC/100 ml***
33	Minguelakoum (source)	21 000	8 000	300
34	Ngombé (forage EPT)	22 000	12 000	100
35	Pokola (Puits)	20 000	7 200	0
36	Ngombé (pompe à motricité humaine)	600	300	100
37	Minguelakoum (rivière)	21 000	20 000	1 500
38	Ngombé (source)	22 000	20 000	400
39	Pokola (Pompe CIB)	10 000	1 200	0
40	Sembé (eau de dépression fermée)	4 000	1 600	500
41	Boudel (source)	20 000	20 000	1 000
42	Mingali-Bambou (puits)	20 000	16 000	1 300
43	Mingali-Bambou (forage privé)	3 000	1 500	600
44	Imbimi (Eau automobilistes)	13 000	12 000	1 300
45	Imbimi (Eau automobilistes transvasée)	18 000	17 600	1 900
46	Imbimi (puits)	16 000	14 000	2 000
47	Imbimi (marigot)	10 800	8 000	4 000
48	Massa (Eau automobilistes)	20 000	2 600	1 600
49	Massa (forage privé)	21 200	10 000	4 000
50	Massa (puits)	21 200	19 600	1 900
51	Nkoko (forage privé)	5 000	3 000	1 200
52	Nkouo (rivière)	40 000	36 000	1 000
53	Odziba (forage EPT)	3 000	2 200	700
54	Imvouba (kiosque à Eau) Chaîne de l'eau	0	0	0
55	Imvouba (puits)	10 000	7 200	1 600
56	Imvouba (Kiosque à Eau)	0	0	0
57	Inoni Falaise (pluie)	2 000	1 300	600
58	Inoni Falaise (Bâche à eau)	2 000	1 600	500
59	Kiani-Yono (rivière)	2 200	2 000	1 900
60	Liganga-Matao (rivière)	1 000	800	200
61	Loundoungou (Pompe CIB)	18 000	16 000	1 000

Légende : **0 UFC/100 ml*** **:** normes de l'OMS permettant de comparer les résultats.

Source : résultats des analyses effectuées en Laboratoire par nous

2.3.1. Interprétation des résultats d'analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques montrent que dans la quasi-totalité des sources d'approvisionnement, les eaux sont impropres à la consommation humaine. 58 points de prélèvement sur 61, soit 95 % des eaux consommées en milieu rural au Congo ne respectent pas les normes de l'OMS. Toutes ces eaux prélevées comportent des germes totaux, des coliformes totaux et des coliformes fécaux au-delà de la norme de l'OMS ; par exemple, 40 000 germes totaux, 36 000 coliformes totaux et 1 000 coliformes fécaux par 100 ml d'eau pour l'eau de rivière du village Nkouo.

Par ailleurs, seulement 3 points de prélèvement sur 61 présentent des eaux qui sont potables soit, seulement 5 % des eaux consommées en milieu rural au Congo obéissent aux normes de l'OMS. Il s'agit des eaux de source à Dimonika et les eaux de Kiosques installés par l'Agence Française de Développement (AFD) et l'Union Européenne en partenariat avec la Croix Rouge congolaise au village Imvouba. La potabilité des eaux de source de Dimonika peut être

déterminée par la nature des terrains traversés puisque le tuyau de récupération est enfoncé dans une roche ; celles des Kiosques, quant à elles, leur potabilité est liée à l'utilisation du chlore puisqu'il s'agit d'un mini réseau (planche 1).

Planche 1: Mini réseau mis en place par l'AFD et la Croix rouge française



Photo 1 : Le château d'eau du mini réseau alimentant les kiosques à eau à Imvouba (cliché Prince MABA, 2017).



Photo 2 : Le kiosque à eau du mini réseau dans un quartier d'Imvouba (cliché Prince MABA, 2017).

Au niveau des sources ouvertes (puits aménagés et non aménagés) et marigots, ces bactéries peuvent entrer au travers des eaux de ruissellement ou par les puisettes qui sont pour la plupart jetée après usage dans la boue autour des puits. Il faut aussi dire que les animaux sauvages ou domestiques, les volailles, sont aussi de gros porteurs des salmonelles quand ils ont accès à l'eau (planche 2).

Planche 2 : Les différentes sources d'approvisionnement en eau



Photo 3 : Un puits protégé avec du béton afin d'éviter qu'il s'écroule (cliché Prince MABA, 2017).



Photo 4 : Le puisage de l'eau de puits non aménagé dans le Pool, district d'Ignié, village Imvouba (Prince MABA, 2017).



Photo 5 : Les bœufs, potentiels porteurs de la salmonellose (Prince MABA, 2017).



Photo 6 : La source d'eau recouverte de feuilles mortes et autres (cliché Prince MABA, 2015).

3. Discussion

3.1. Qualité de l'eau selon l'altitude et la disponibilité des ressources en eau

Les résultats de nos enquêtes indiquent que les zones 1 et 2 correspondent à la Cuvette congolaise (figure 3) et sont de faible altitude (inférieure à 400 m), bien qu'ayant de ressource en eau importante, les risques de pollution et contamination sont les plus élevés. Tel est le cas des eaux prélevées dans le Département de la Likouala. Il s'agit des eaux de la rivière Likouala-Aux-Herbes et de canal à Bombala, et des eaux de puits aménagé à Botanga.

Les teneurs en oxydabilité de ces eaux, indice de pollution, sont supérieures aux exigences de l'OMS. 9,9 mg/LO_2 pour l'eau du canal, 3,3 mg/LO_2 pour les eaux de rivière à Bombala et 1,056 mg/LO_2 pour les eaux de puits aménagés à Botanga, au lieu de moins 1 (norme exigée par l'OMS).

A cette zone, s'ajoute la zone 3 des Plateaux Batéké avec une altitude de 780 à 860 m. Les résultats des analyses au laboratoire indiquent que les eaux issues de cette zone, bien qu'elle connaisse une pénurie d'eau, sont faiblement polluées et les risques de contamination sont moyens parce que, dans l'ensemble, elle est peu concernée par les effets des pratiques humaines sur le milieu hydrologique du fait du faible potentiel des ressources en eaux de surface et souterraines. Ces dernières se situent à plusieurs centaines de mètres de profondeur.

Il s'agit des eaux de puits prélevées à Massa dans le nord du Pool présentant une teneur en oxydabilité dépassant la norme exigée par l'OMS (1,32 mg/LO_2 au lieu de moins 1 mg/LO_2 définit par l'OMS).

Dans la zone 4, d'altitude moyenne (le nord-ouest de la Likouala et de la Sangha et le nord des Plateaux en passant par la Cuvette-Ouest), et disposant d'importantes ressources en eau, les résultats des analyses au laboratoire prouvent que les eaux prélevées sont moyennement contaminées pour certaines et non contaminées pour d'autres.

Les eaux non contaminées présentent des teneurs en oxydabilité de 0 mg/LO_2. Elles répondent aux normes de l'OMS. Il s'agit des eaux de sources de Dimonika, Loussiémi, Mengo et Loango, des eaux de rivière à Les Bandas, des eaux de pluie recueillies par les populations à partir des toitures et des eaux de citerne pluviale à Ntsékampika. Malheureusement, il n y a pas d'études antérieures sur ces zones pour faire une analyse comparative avec nos résultats.

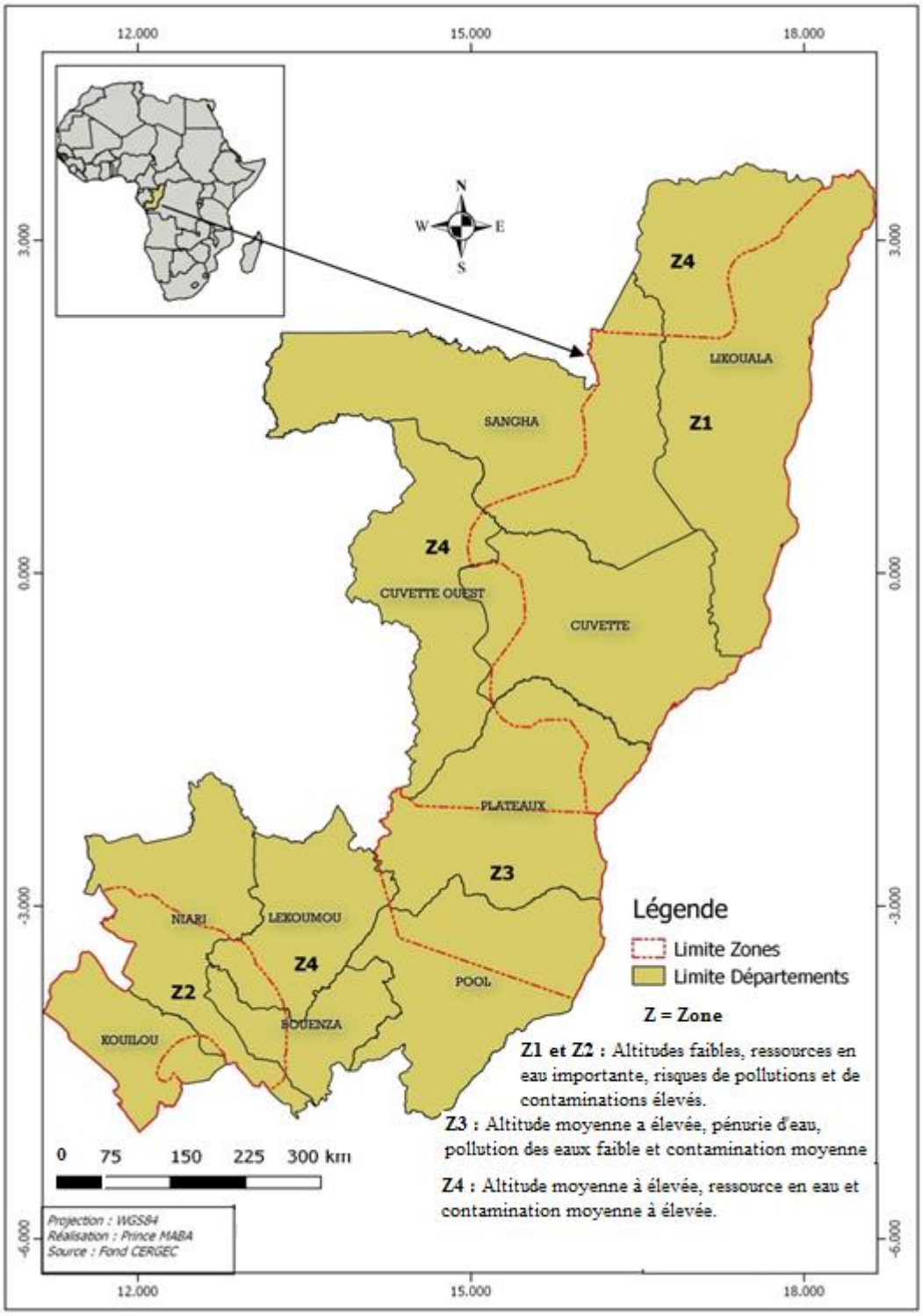


Figure 3 **: Classification des zones suivant la disponibilité des ressources en eau, les risques de pollution et de contamination**.

3.2. Les activités humaines et la qualité de l'eau

Les pesticides, fongicides, herbicides, intrants agricoles, l'exploitation artisanale de l'or, peut-être aussi l'assainissement dans les villages, l'élevage en divagation et les dépotoirs sauvages à proximité des points d'eau peuvent aussi transférer les polluants à partir des couches

superficielles ainsi que la vaisselle, la lessive, sans oublier les conditions inadaptées de transport et de conservation des eaux de boisson.

Il est d'autant plus important de rappeler que les différentes analyses physico-chimiques ont indiqué la présence au-delà des indications exigées par l'OMS. L'oxydabilité au niveau de certaines sources d'eau comme les puits à Boudel et à Massa, l'eau du canal à Bombala et l'eau de rivière à Bombala et à Boudel est élevée (0,198 mg/LO_2, 1,32 mg/LO_2, 9,9 mg/LO_2, 3,3 mg/LO_2 et 0,99 mg/LO_2), alors que l'OMS exige une oxydabilité < 1 mg/LO_2. Tout ceci permet de confirmer que les eaux sont polluées. Cette pollution est organique dans la mesure où elle est due aux déjections solides humaines, animales et aux pratiques domestiques comme la lessive, la vaisselle, la baignade dans les rivières et autres points d'eau.

En ce qui concerne les analyses microbiologiques, les résultats montrent la forte pollution de l'eau consommée par la population. Les germes totaux, les coliformes totaux et les coliformes fécaux sont présents dans l'eau. Ces résultats se rapprochent de ceux obtenus par B.M. MENGHO (1993) et Y. BERTON-OFOUEME (2007). Les études réalisées par ces deux auteurs révèlent une impressionnante contamination de l'eau par les coliformes, streptocoques foecalis et *Escherichia colis*.

Ces résultats confirment aussi ceux de P. ADJAMONSI (1994) et A. DJAFAROU (2004) cité C.S. HEDIBLE (2007, p.). Pour eux, les eaux souterraines sont généralement exemptes de germes pathogènes. Selon eux, le manque d'hygiène autour des puits et la mauvaise gestion des ordures sont les causes de contamination voire de pollution bactériologique des eaux que les populations consomment.

3.3. Analyses physico-chimiques et microbiologiques

L'examen des différents résultats des analyses physico-chimiques montre que 95 % des eaux prélevées ne répondent pas totalement aux normes de l'OMS pour l'ensemble des paramètres analysés. Les résultats sont au-dessus des normes exigées pour certains paramètres (pH, matière en suspension, oxydabilité, etc.). Ces résultats montrent que la quasi-totalité des eaux consommées en milieux rural sont polluées.

En ce qui concerne les analyses bactériologiques ou microbiologiques, 95 % des eaux prélevées ont des taux élevés de germes totaux, de coliformes totaux et de coliformes fécaux.

D'une manière générale, la présence dans l'eau des coliformes indique qu'elles peuvent contenir d'autres germes plus dangereux à la santé humaine tels que les salmonelles et les vibrions cholériques. En effet, la consommation d'eau de cette nature peut provoquer des maladies gastro-entérites ou des diarrhées. Il faut aussi signaler que la consommation d'eau,

déclarée impropre du fait de la présence des bactéries, peut avoir des effets à court terme et cela concerne un grand nombre de la population rurale.

Par ailleurs, les teneurs en pH montrent que 82 % des résultats ont un pH acide. Ces résultats se rapprochent de ceux de P.L MABA NGOULOUBI (2017) dont les analyses révélaient que 5 points échantillonnés sur 13 présentaient un pH compris entre 6,5 - 8,5 (normes de l'OMS). Cependant, 8 d'entre eux soit 62 % présentaient des pH inférieurs aux exigences de l'OMS.

Les résultats ainsi obtenus confirment les études antérieures menées par S.C. HEDIBLE et M. BOKO (2006) dans quelques villages béninois. Nos résultats rejoignent aussi ceux de S.C. HEDIBLE (2007) dans des communautés rurales du département de l'Atlantique (Bénin) et de T.G. LALEYE (2012) dans la commune de Zagnanado (Bénin) qui soulignent que certains pH sont conformes aux normes béninoises et d'autres inférieurs à celle-ci.

Au Congo, au Cameroun et au Gabon, ils se rapprochent de ceux de B. MAFOUTA (2009). Au Congo, ils se rapprochent de ceux de B.M. MENGHO (1993, p. 93-94) et de Y. BERTON-OFOUEME (2007, p.19) dans certains villages congolais.

Pour B.M. Mengho, les micro-organismes les plus fréquents sont les E. coli et les coliformes qui sont indicateurs de contamination fécale. En effet, ces E. colis sont présents dans tous les échantillons et il faut y ajouter les streptocoques foecalis, les amibes, les pseudomonas sp, le *giardia lambia*, les staphylocoques aureus.

Y. BERTON-OFOUEME a fait des observations identiques dans les mêmes localités indiquant ainsi que la qualité de l'eau n'avait pas connu d'amélioration quatorze ans après.

Le tableau 3 sur l'étude comparative des résultats des analyses, réalisées en 1993, 2007 et en 2017, montre dans l'ensemble qu'il n'y a pas d'amélioration de la qualité de l'eau utilisée par les ruraux depuis près de 25 ans. En se référant aux exigences de l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.) selon lesquelles l'eau salubre ne doit ni contenir de germes totaux, ni de coliformes totaux, ni de coliformes fécaux, ni de staphylocoques, ni de streptocoques fécaux, ni de bactéries sulfito - réductrices et doit contenir entre 0 et 30 UFC de germes totaux par 100 ml d'échantillon (OMS, 2002), nous pouvons conclure que les ruraux boivent une eau de mauvaise qualité bactériologique, impropre à la consommation humaine.

A Imbimi, entre 1993, 2007 et 2017, la quantité de coliformes totaux est en hausse, et la quantité de germes totaux n'a pas changé entre 2007 et 2017.

A Mingali-Bambou, les quantités de germes totaux et de coliformes totaux sont en pleine augmentation entre 2007 et 2017 (données de terrain comparées avec les résultats antérieurs de B.M. Mengho et Y. Berton-Ofouémé dans la même zone).

Tableau 3 : Analyse microbiologique des échantillons d'eau en 1993, 2007 et 2017 par 100 ml d'échantillon

Villages	Echantillons	Germes totaux			Coliformes totaux			Coliformes fécaux		
Années		**1993[(1)]**	**2007[(2)]**	**2017[(3)]**	**1993**	**2007**	**2017**	**1993**	**2007**	**2017**
Mingali-Bambou	Puits dans les dépressions fermées	97 900	11 300	20 000	34 800	10 200	16 000	-	-	1 300
	Eau de forage privé	NR	NR	3 000	NR	NR	1 500	NR	NR	600
Massa	Puits dans les dépressions fermées	98 200	3 500	NR	32 400	10 700	NR	-	-	NR
	Eau de camion-citerne	NR	NR	20 000	NR	NR	2 600	NR	NR	1 600
	Eau de forage privé	NR	NR	21 000	NR	NR	10 000	NR	NR	4 000
Imbimi	Dépressions fermées	37 300	16 000	16 000	193	9700	14 000	-	-	2 000
	Eau de camion-citerne	NR	NR	13 000	NR	NR	12 000	NR	NR	1 300
	Eau de camion-citerne transvasée	NR	NR	18 000	NR	NR	17 600	NR	NR	1 900
Nkouo	Eau de forage privé	NR	NR	5 000	NR	NR	3 000	NR	NR	1 200
	Eau de rivière	NR	NR	40 000	NR	NR	36 000	NR	NR	1 000
Odziba	Eau de forage Asperbras	NR	NR	3 000	NR	NR	2 200	NR	NR	700
Imvouba	Kiosque à eau	NR	NR	0	NR	NR	0	NR	NR	0
	Eau de puits	NR	NR	10 000	NR	NR	7 200	NR	NR	1 600
Inoni	Eau de pluie	NR	NR	2 000	NR	NR	1 300	NR	NR	600
	Eau de bâche	NR	NR	2 000	NR	NR	1 600	NR	NR	500
Yono	Eau de rivière	NR	NR	2 200	NR	NR	2000	NR	NR	1 900
Diosso	L'eau de source au fond d'un cirque	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	Eau de forage Asperbras	NR	NR	24 000	NR	NR	1 600	NR	NR	0

Sources : (1) B.M. Mengho, 1993, p. 72 : analyse réalisée au Laboratoire du Service de l'Hygiène et de Bromatologie. (2) Y. Berton-Ofouémé, 2007, p. 19, analyses réalisées par le Laboratoire central de microbiologie de la Société Nationale de Distribution d'eau (S.N.D.E.), et (3) P.L. Maba Ngouloubi, 2016-2017 : analyse réalisée lors de nos deux phases de stage au Laboratoire centrale d'analyse des eaux de la SNDE,

NR : analyse non réalisées ; - résultats négatifs.

Conclusion

Loin de nous l'aspiration d'avoir abordé, dans cette présentation, tous les problèmes relatifs à la qualité de l'eau consommée en milieu rural au Congo. Pays à ressource en eau importante, le Congo est confronté à de graves problèmes de quantité d'eau à quelques endroits ; et surtout, de qualité qui sont sans doute alarmants. Les problèmes de qualité et de disponibles d'eau sont liés à l'altitude et aussi à la nature des terrains. Les zones de faible altitude, bien qu'ayant d'importantes ressources en eau, les risques de pollution et de contamination sont les plus élevés. La zone d'altitude moyenne, quant à elle, bien qu'elle connaisse une pénurie d'eau, les eaux sont faiblement polluées et les risques de contamination sont moyens.

Par ailleurs, la nature des terrains influence aussi la qualité des eaux de consommation. Les eaux minéralisées sont plus retrouvées dans les zones de calcaires marneux, argilites, de karst et le grès formés au précambrien et moyen supérieur.

La qualité de l'eau consommée en milieu rural au Congo ne répond pas aux exigences de l'OMS pour la plupart des sources. Mais, il y a quelques-unes qui répondent à ces exigences (source Paris Sangha, kiosque à eau..). La désinfection totale avant toute consommation humaine serait la meilleure des choses. Il est d'autant plus nécessaire de rappeler que, hormis quelques paramètres physico-chimiques qui ont été trouvés conformes aux normes de l'OMS dans certains points échantillonnés comme l'eau de pompe de la CIB à Pokola, l'eau de source à Kébili et à Les Bandas et l'eau de rivière à Louvakou, les caractéristiques bactériologiques indiquent la présence d'éléments nocifs : germes totaux, coliformes totaux, coliformes fécaux, bactéries sulfito-réductrices.

Les départements les plus touchés par la mauvaise qualité de l'eau sont les départements de faible altitude mais à ressources d'eau importante. Il s'agit des départements de la Likouala, de la Cuvette-ouest, de la Cuvette, du Niari et du Kouilou.

Par ailleurs, la recherche des pathologies liées à la qualité de l'eau consommées par les populations fera l'objet de nos travaux futurs.

Références bibliographiques

BERTON-OFOUEME Yolande, 2007, L'approvisionnement en eau des populations rurales au Congo Brazzaville, *Les cahiers d'Outre-Mer*, p 7- 29.

HEDIBLE Sidonie Clarisse, 2007, Perceptions et stratégies d'adaptation des communautés rurales du département de l'Atlantique face à la dégradation de la qualité de l'eau de consommation, thèse de Doctorat, Environnement-Santé-Développement, Cotonou, Université d'Abomey-Calavi, 213 p.

LALEYE Tite Gilbert, 2012, La qualité des eaux des sources artésiennes et santé des populations de la commune de Zagnanado, Mémoire de DEA, Géographie et gestion de l'environnement, Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, 110 p.

MABA NGOULOUBI Prince Loïque, 2013, Les problèmes d'accès à l'eau potable de la population de l'arrondissement 4 Moungali (République du Congo), Mémoire de Maîtrise, Géographie Humaine et Economique, Université Marien NGOUABI, Brazzaville, 141 p.

MABA NGOULOUBI Prince Loïque, 2017, Qualité de l'eau et maladies hydriques dans l'arrondissement n°4 Moungali à Brazzaville (République du Congo) », *Revue de Sciences géographiques, d'environnement et d'aménagement. Publiée par le Laboratoire « Géographie, Environnement, Aménagement (LAGEA), Université Marien NGOUABI, n°2, vol.1* p. 14-28.

MAKOUTODE Michel, OUENDO Edgard Marius, AGUEH Victoire Damienne et *al.* 1999, Qualité et mode de gestion de l'eau de puits en milieu rural au Bénin : cas de la sous-préfecture de Grand-Popo, *Médecine d'Afrique Noire :* 1999, 46, p. 528-534.

MENGHO Bonaventure Maurice, 1993, Le problème de l'approvisionnement et de la qualité de l'eau en milieu rural au Congo, Analyse de quelques cas. *Revue belge de géographie*, Bruxelles, 117^{e} année, fascicule 1-2, p. 69-73.