

UNIVERSITE DE KISANGANI
FACULTE DES SCIENCES
B.P 2012

Département des Sciences
Biotechnologiques



**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA QUALITE
HYGIENIQUE DE L'EAU DE BOISSON VENDUE EN
SACHET AU MARCHE DE LA COMMUNE TSHOPO A
KISANGANI**

Par

Charly TCHATCHAMBE LISANGI

Travail de fin de cycle

Présenté en vue de l'obtention du titre de
Gradué en Sciences

Option : Biologie

Orientation : Sciences Biotechnologiques

Directeur : Pr. Zoé-Arthur KAZADI.M

Encadreur : C.T Léonard MAKELELE.K

ANNEE ACADEMIQUE 2012-2013

DEDICACE

A notre Créateur Seigneur Jésus Christ,

A nos très chers parents Jacques TCHATCHAMBE et Annie YANGAMBI pour le soutien total, l'affection fort envers nous,

A toi mon très cher petit Benjamin TCHATCHAMBE LIFOTI,

A vous mes frères et sœurs, cousins et cousines,

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail qui marque la fin de notre premier cycle d'étude universitaire, nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance au professeur Zoé-Arthur KAZADI MALUMBA pour avoir accepté d'assurer la direction de ce travail malgré ses multiples occupations.

Nous tenons aussi à remercier le C.T. Léonard MAKELELE pour avoir accepté l'encadrement de ce travail, ses conseils, ses remarques et ses corrections nous ont permis de faire ce travail.

Nous remercions aussi le préfet Luc NGONGO NTAMBWE de l'institut du Base pour son encadrement durant notre formation scolaire

Nous sommes aussi très reconnaissants envers le Technicien ANDRE TSHITENGE pour avoir accepté de nous orienter au laboratoire,

A nos collègues de promotion : MWARABU, KAMA, KASSIKETI, OMBA, LIKE, BORA, MUKONO, MUZA, SAIDI, NDJELE, MUNGANGA, KOYOLONGO, SANDJA, NDJIBU, TEAO, MPIANA, DOMBI, KADIMA, AMUDU, pour l'atmosphère de paix qui régnait entre nous.

Nous remercions particulièrement : Aristote AMUNDALA, Mimi YANGAMA, Lisette RISASI, Charly HUSSENI, Hélène NGELINGE, Mimi LIBENGUE, Fiston NGONGO M., Fidele MBULA, Hyacinthe SOLOMO et autres.

RESUME

Le présent travail porte sur la contribution à l'étude de la qualité Hygiénique de l'eau de boisson vendue en sachet dans les lieux publics de la commune Tshopo, une analyse s'est effectuée sur 20 échantillons.

L'eau étant considérée comme la boisson destinée à la vie humaine, il nous sera nécessaire de faire la détermination de son caractère de potabilité.

L'analyse des échantillons au laboratoire a été précédée par des questionnaires d'enquête sur le terrain, suivie des achats d'eaux de sachet qui ont constitué nos échantillons, ces dernière ont été analysé au laboratoire de microbiologie et phytopathologie de la Faculté des Sciences.

Après avoir analysé ces échantillons par la technique de fermentation en tubes multiples, les résultats obtenus sont amélioré à la vérification de la qualité bactériologique pour les deux échantillons étudiés (semi-artisanal et semi-industriel). Cela nous a montré qu'il y a des risques à la contamination des maladies hydriques pour leur différente source de provenance.

SUMMARY

This work focuses on the contribution to the study of the hygienic quality of drinking water sold in bag in public places of the Tshopo commune, an analysis is performed on 20 samples.

Water as drink for human life, us will be necessary to make the determination of its character of potability.

Analysis of the samples to the laboratory was preceded by field survey questionnaires, followed by waters of bag purchases which formed our samples, these last were analyzed in the laboratory of Microbiology and plant pathology.

After analyzing these samples by the multiple tube fermentation technique, the results are improved verification of the bacteriological quality for the two samples studied (contents and semi-industrial). This showed us that there are risks to contamination of water-borne diseases for their different source of origin.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE

REMERCIEMENT

RESUME

SUMMARY

INTRODUCTION.....	1
Problématique.....	1
Hypothèses	3
Objectifs du travail	3
Objectif générale.....	3
Objectif spécifiques	3
Intérêt du travail.....	4
Subdivision du travail.....	4
CHAPITRE PREMIER : GENERALITES	5
Historique	5
1.2 Accès à l'eau potable.....	5
1.3. L'eau et l'assainissement.....	6
1.4. Eau potable	7
1.5. Besoins en eau	9
1.6. Droit à l'eau	9
1.7. Approvisionnement de l'eau.....	10
1.8. Traitement de l'eau	10

1.9. Directives et normes de l'eau conditionnée.....	11
1.10. Bactéries de l'eau.....	12
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	15
2.1. Milieu d'étude	15
2.1.1. Situation géographique et administrative de la ville de Kisangani	15
2.1.2. Caractéristiques abiotiques : climat et sol	16
2.1.3. Hydrographie	17
2.2. Matériel et méthodes	17
2.2.1. Matériel.....	17
2.2.2. Méthode	17
2.3. Récolte et traitement des données	18
2.4. Analyse Microbiologique de l'eau en sachet.....	18
2.4.1. Analyse des échantillons	18
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	20
3.1. Fréquence (%) des vendeurs d'eau en sachet selon l'âge.....	20
3.2. Fréquence (%) des vendeurs d'eau en sachet selon le sexe.....	21
3.3. Fréquence (%) des vendeurs d'eau en sachet selon leur rôle (Ensachage et mise en vente	22
3.4. Comportement des vendeurs pendant ensachage de l'eau (cas de l'eau de type artisanal)	23
3.5. Temps maximum et lieu de conservation de l'eau en sachet de type artisanal avant vente	23

3.6. Détermination de la charge bactérienne des coliformes fécaux (NPP/100ml) dans l'eau en sachet de type artisanal et de semi industriel vendue au Marché de la Tshopo.....	25
3.7. Détermination de la charge bactérienne à Streptocoques fécaux (NPP/100ml) dans l'eau en sachet de semi industriel vendue au Marché de la Tshopo.....	26
3.8. Appréciation de la qualité Microbiologique de l'eau en sachet (Eau artisanal et eau semi industriel) selon les normes de Potabilité OMS.....	26
CONCLUSION ET SUGGESTIONS	28
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	30
WEBOGRAPHIE	32

ANNEXES

INTRODUCTION

Problématique

L'eau est un élément essentiel à la vie ; non seulement pour l'homme, mais pour tous les êtres vivants (plante ; animaux et micro organisme). Elle représente environ 65% de la masse de notre corps. Si l'organisme est privé d'au moins 12% de cette eau ; c'est la mort à court terme. Elle contribue à l'amélioration de la qualité de notre vie.

Depuis la nuit de temps, les êtres humains ont cherché à mettre l'eau en valeur pour améliorer leur existence. L'eau est indispensable à la vie et à la sante.

Le droit de l'être humain à l'eau est donc fondamental pour qu'il vive une vie saine et longue. C'est la condition probable à la réalisation de tous ses autres droits. C'est avec ces mots que les comites de Nations Unies pour les droits économiques ; sociaux et culturels a pris aujourd'hui l'initiative d'inclure une observation générale sur l'eau en tant que le droit humain (HENRI SMETS ; 2003). « L'eau pourrait bientôt être aussi convoité que le pétrole ». C'est un constant d'un expert de l'UNESCO sonne comme une mise en garde ; car l'accès à l'eau potable menace d'être le problème majeur du XXI^{ème} siècle. Aujourd'hui ; une personne sur cinq ; soit plus d'un milliard d'être humains n'ont pas accès à l'eau potable (CEDE ; 2003).

En novembre 2002, le droit à l'eau est reconnu officiellement au plan international comme étant un droit fondamental au même titre que le droit à la santé. Le droit à l'eau est désormais un droit fondamental car il est indispensable pour mettre en œuvre :

« Le droit a un niveau de vie suffisant » où le droit qu'a toute personne de jouir du meilleur état de santé physique et mental qu'elle soit capable d'atteindre (CEDE ; 2003).

L'insuffisance de l'eau potable persiste encore à Kisangani. Le volume journalier d'eau produit en 1993 par l'usine de traitement d'eau de la Tshopo était de 16.000 m³ (soit 16000000 litres) pour une population de 406.249 habitants (soit 30,7 litre/habitant/jour). Cette notion marque les besoins en eau des gros consommateurs (commerce et

industries ; administrations et institutions publiques...), dont la part n'apparaît pas clairement.

En réalité la consommation réelle des citoyens ne dépasserait pas 40 litres/habitant/jour (KAZADI ; 2012).

Cette analyse conduit à penser que la quantité de l'eau potable consommée par citoyen et par jour aurait été bien médiocre dans les années allant de la fondation de Kisangani jusqu'à présent. Si la REGIDESO voulait offrir de l'eau propre sur la base d'environ 50 litres/habitant/jour aux 715.383 habitants recensés en 2009, L'usine de traitement de la Tshopo devrait produire plus de 35.760. 15m³ d'eau/jour (KAZADI ; 2012).

Chaque année, environ deux millions de personnes meurent à cause des conditions sanitaires médiocres de la contamination de l'eau. Les victimes sont, à 20% des enfants (www.afriquaspour.com). Plus de 40% de la population va chercher son eau à l'extérieur dans des puits, des rivières. La population mondiale est sérieusement touchée par une crise sanitaire liée à l'eau.

Le problème est particulièrement grave en Afrique, où six habitants sur dix n'ont même pas de véritable toilette, un facteur dont selon l'organisation mondiale de la santé (OMS, 2004), contribue au transfert de bactéries, des virus et des parasites que l'on trouve dans les excréments humains et qui contaminent les sources d'eau, le sol et la nourriture. Une telle contamination, précise l'OMS, est la cause majeure de diarrhées, la deuxième cause de la mortalité chez les enfants dans le pays en voie de développement, et amène d'autres grandes maladies comme le choléra, la bilharziose et le trachome ([www. .watchtower.org](http://www.watchtower.org)).

L'alimentation en eau potable constitue l'un de besoins essentiels de tout être vivant. L'eau est indispensable et un bien commun pour la vie des humains. Le problème de l'eau se pose déjà à l'échelle mondiale. A ce jour, 1,4 milliard de personnes n'ont pas accès à l'eau potable et près de 4 milliards ne bénéficient pas des conditions sanitaires convenables.

La consommation de l'eau est conditionnée par son accessibilité et par le respect de normes sanitaires. Ce pendant, l'eau, qui est l'essence de la vie, peut avoir des conséquences préjudiciables si sa source n'est pas protégée contre la pollution et infection. Le polluant le plus vraisemblable, étant les fèces humaines qui n'ont pas été éliminées correctement et qui propagent suite à un manque d'hygiène et d'assainissement de base (HERMANIE et al, 2006).

A Kisangani, une bouteille d'eau minérale coute 20fois plus qu'un sachet d'eau vendue dans les lieux publics. L'envie permanente de se désaltérer dans cette ville bouillante de la R.D.Congo entraine le développement de la vente d'eau en sachet dans les rues. En effet,

L'eau en sachet est devenue une alternative pour les boyomais ces moyen de s'hydrater.

Hypothèses

- Les vendeurs d'eaux en sachet respecteraient les pratiques d'hygiènes pendant ensachage et la conservation ;
- L'eau vendue en sachet du type artisanal et semi industriel répondrait aux normes de potabilité selon l'OMS.

Objectifs du travail

Objectif générale

L'objectif de notre travail est de vérifier la qualité bactériologique de l'eau de boisson vendue en sachet de type artisanal et semi industrielle dans la commune Tshopo à Kisangani.

Objectif spécifiques

- Vérifier si les vendeurs d'eau en sachet respectent les bonnes pratiques d'hygiènes et de conservation ;
- Dénombrer les coliformes et les streptocoques fécaux de ces eaux vendues en sachet en vu de juger sa potabilité microbiologique selon les directives de l'OMS pour les eaux conditionnées.

Intérêt du travail

Nos résultats pourraient contribuer au renforcement de la mesure à prendre pour assurer la surveillance de la qualité hygiénique de l'eau de boisson.

Subdivision du travail

Notre travail est subdivisé en trois chapitres essentiels :

- Le premier chapitre traite généralités ;
- Le deuxième chapitre est consacré aux matériels et méthodes;
- Le troisième chapitre est consacré aux résultats, discussions, conclusion générale et de quelques suggestions.

CHAPITRE PREMIER : GENERALITES

L'eau est un composé chimique ubiquitaire sur la terre ; essentiel pour tous les organismes vivants connus. En tant que composé essentiel à la vie, l'eau a une grande importance pour l'homme ; source de vie et objet de culte depuis les origines de l'homme ; l'eau est conjointement ; dans les sociétés d'abondance comme la France ; un produit de l'économie et un élément majeur de l'environnement (GAKURU, 2004).

Historique

L'assemblée générale de Nation Unies reconnaît que plus d'un milliard d'habitants de la planète ne sont pas raccordés à un système moderne d'alimentation en eau, près de 2,4 milliards de personnes n'ont pas à leur disposition des moyens acceptables d'assainissement, 4 milliards de cas de diarrhée sont recensés chaque année dans le monde, dont 2,2 millions entraînent la mort.

Le plus souvent chez les enfants et les nourrissons. Cela par ce que les aliments donnés aux enfants et aux nourrissons, y compris le lait en poudre, sont dilués dans l'eau souillé. C'est en raison de ce lien étroit entre nourriture et eau que l'accès à ce dernier est considéré comme un élément du droit à l'alimentation.

<http://www.hri.ca/fortherecord2001/documentation>

1.2 Accès à l'eau potable

L'accès à l'eau salubre est mesuré par le nombre des personnes, en pourcentage de la population totale qui ont un moyen raisonnable d'obtenir de l'eau salubre pour la boisson, la toilette et les usages ménagers essentiels. Il dénote la santé des habitants du pays et l'aptitude du pays à collecter, traiter et distribuer l'eau.

L'eau est indispensable à la vie et pourtant, en 1995, plus d'un milliard de personnes vivant dans le pays à revenu faible et intermédiaire, et plus 50 millions vivant dans les pays à revenu élevé n'avaient pas accès à l'eau salubre pour la boisson, l'hygiène personnelle et les usages domestiques. Ces chiffres représentent près de 25% de la population mondiale (5,9 milliards d'habitants).

En outre près de 2 milliards d'habitants de personnes n'avaient pas accès à des installations d'assainissement satisfaisants (SMETS, 2005).

La question à l'eau est incontestablement le problème environnemental qui aura le plus mobilisé l'attention de la communauté internationale ces vingt dernières années. Du sommet de Rio en 1992 à celui de Johannes bourg en 2002, en passant par les forums de l'eau tenus à Marrakech en 1997, la Haye en 2000 et récemment celui de Kyoto en 2003, on a noté un intérêt particulier accordé à la production d'eau potable et sa mise à la disposition d'un grand nombre de personnes. Ces objectifs passent par une meilleure gestion des ressources en eau (SMETS, 2005).

1.3. L'eau et l'assainissement

L'eau et l'assainissement sont indispensables à la santé publique. Chaque année, 1,8 million de personnes dont 90% d'enfants de moins de cinq ans, vivant pour la plupart dans les pays en développement, meurent de maladie diarrhéiques (y compris du choléra) :

- ❖ 88% des maladies diarrhéiques sont imputables à la mauvaise qualité de l'eau, à un assainissement insuffisant et à une hygiène défectueuse.
- ❖ L'amélioration de la qualité de l'eau ferait reculer de 6% à 25% la morbidité attribuable aux maladies diarrhéiques, cas graves inclus.
- ❖ L'amélioration de l'assainissement ferait reculer de 32% la morbidité attribuable aux maladies diarrhéiques.
- ❖ Des interventions dans le domaine de l'hygiène, y compris l'éducation à l'hygiène et le simple fait de se laver les mains peuvent réduire de 45% le nombre des cas de maladies diarrhéiques.
- ❖ Une amélioration de la qualité de l'eau de boisson par un traitement domestique, par exemple la désinfection au chlore au niveau de la consommation, entraînerait une baisse de 35% à 39% des épisodes diarrhéiques.
- ❖ En 2002, 1,1 milliard de personnes, soit 17% de la population mondiale, n'avaient pas accès à des sources d'eau de bonne qualité.
- ❖ Plus de la moitié de la population mondiale a accès à une eau de bonne qualité grâce à un raccordement à domicile ou à un robinet à l'extérieur.

- ❖ Près de deux tiers des 1,1 milliard de personnes qui n'ont pas accès à des sources d'eau de bonne qualité vivent en Asie.
- ❖ En Afrique subsaharienne, 42% des populations n'a toujours pas accès à de bonne qualité.
- ❖ Pour atteindre la cible des OMD concernant l'approvisionnement en eau, 260 000 personnes par jour jusqu'en 2015 doivent obtenir l'accès à des sources d'eau de bonne qualité.
- ❖ On estime qu'entre 2002 et 2015, la croissance démographique mondiale sera de 74,8 million d'habitants par an.
- ❖ En 2002, 2,6 milliards de personnes, soit 42% de la population mondiale, n'avaient pas accès des moyens d'assainissement.
- ❖ Plus de la moitié de ceux qui ne disposent pas de moyens d'assainissement soit près de 1,5 milliard de personnes vivent en Chine et en Inde.
- ❖ En Afrique subsaharienne, la couverture par les services d'assainissement est d'à peine 36%.
- ❖ Dans les pays en développement, 31% seulement des personnes vivant en milieu rural ont accès à des moyens d'assainissement contre 73% des personnes vivant en milieu urbain.
- ❖ Pour atteindre la cible des OMD concernant l'assainissement, 370 000 personnes par jour jusqu'en 2015 doivent encore obtenir l'accès à des moyens d'assainissement (ENDA, 2006).

1.4. Eau potable

L'eau constitue non seulement une matière indispensable à la vie humaine mais aussi un facteur de base pour le développement socio-économique des sociétés et garantie à l'hygiène et à la santé des populations. Or plusieurs facteurs contribuent aujourd'hui à travers le monde à une pression croissante sur les ressources en eau tels que l'évolution démographique, le développement socio-économique, évolution des conditions de vie... (Mouvement universel de la responsabilité scientifique ; 1997).

Une grande partie de la population dans le monde ne dispose pas encore le système de distribution de l'eau ; c'est donc l'eau potable par ailleurs ; l'assainissement et l'épuration des eaux usées par ces mêmes populations sont mal maîtrisées ; ce qui fait accroître la pollution de l'eau disponible.

Les avancées de la bactériologie constituent donc un élément clé dans la définition de l'eau potable. Non seulement à partir de cette date ; on choisit les ressources en eau en fonction de la présence ou non de bactéries pathogènes mais ; des la fin du XIX^{ème} siècle; on comprend qu'une eau fraîche, limpide, sans saveur ni odeur n'est pas nécessairement synonyme de l'eau potable. Une eau potable n'est pas le fait qu'elle soit « bonne à boire » ; mais bien qu'elle réponde à une norme établie par une réglementation.

Or les règlements sont eux aussi volatils, avec comme conséquence qu'une eau potable dans un pays ne l'est pas dans le notre et inversement ; et que l'eau potable de 1995 n'est plus celle de 1980 ; ni celle de 2010 (KAZADI ; 2012).

- Différentes types d'eau potable.

Dans la consommation humaine, il existe trois types d'eau : l'eau de table, l'eau de source et les eaux minérales.

- ✓ Les eaux de table sont les eaux de robinet mise en bouteilles. Elles subissent des traitements pour être conformes aux normes.
- ✓ Les eaux de sources sont issues des nappes souterraines non polluées profondes ou protégées des rejets dus aux activités humaines.
- ✓ Les eaux minérales sont des eaux des sources ayant des propriétés particulières. Elles ont des teneurs en minéraux et oligo-éléments susceptibles de conférer des vertus préventifs pour la santé. (Gentinili 1993).

- Eau conditionnée

On appelle eau conditionnée, l'eau mise en sachet en bouteille. Les eaux conditionnées sont uniquement destinée à la boisson.

A Kisangani, il existe 3 sortes d'eau conditionnées vendue au marché :

- ✓ L'eau en sachet de type artisanale, mise en sachet manuellement par des ménagères.
- ✓ L'eau en sachet type semi industriel appelée eau pure
- ✓ L'eau en bouteille de type industriel.

Les deux premiers font l'objet de notre étude.

1.5. Besoins en eau

L'eau représente 70% du poids de l'homme et 80% de celui de l'enfant. Ainsi 2/3 de l'eau présente dans le corps humain sont réparties dans 50.000 milliards de cellules. 5% sous forme de plasma sanguin et 15% constitue le liquide interstitiel ; boire apparaît donc comme indispensable, on ne peut se priver d'eau plus de 2 à 5 jours. La sensation de soif résulte avant tout du constant par nos cellules d'un déficit hydrique.

Le corps d'un être humain est composé de 60% d'eau ; c'est-à-dire environ 42 litres d'eau pour une personne de 70Kg. La teneur en eau du corps diminue avec l'âge : 97% chez le fœtus de deux mois ; 75% chez le nourrisson ; cette proportion se réduisant à 55% chez la

Personne âgée. C'est le cerveau qui contient le plus d'eau avec un taux de 80%.

L'utilisation de l'eau en RDC est caractérisée par la prépondérance de la consommation domestique de l'eau ; représentation environ 52% du prélèvement total. Ceci contraste avec la plupart des pays africains; où l'eau est destinée prioritairement à un usage agricole. Etant données la dépendance à l'agriculture pluviale et la faible importance de l'irrigation ; le secteur agricole comptes pour 32% du prélèvement en eau suivi par l'industrie comptant pour 16% (PNUD, 2011).

1.6. Droit à l'eau

Le droit à l'eau est le droit pour toute personne, quel que soit son niveau économique, de disposer d'une quantité minimale d'eau de bonne qualité qui soit suffisante pour la vie et la santé. L'assemblée générale des Nations-unies a adopté en date du mercredi 28 juillet 2010 une résolution reconnaissant l'accès à l'eau potable et à l'assainissement comme un droit humain (KAZADI, 2012).

1.7. Approvisionnement de l'eau

L'approvisionnement de la population en eau potable est l'un des plus grands problèmes en RDC en général et dans la ville de Kisangani en particulier car l'eau potable n'est pas accessible à une grande partie de la population, surtout en région rurale.

La population de la ville de Kisangani s'approvisionne en eau potable à partir de l'usine de traitement d'eau de la Regideso (Regideso, 1985). De l'eau en quantité suffisante et de bonne qualité est indispensable à la vie.

Cependant, au début de l'an 2000, 1/6 de la population terrestre, soit environ 1,1 milliard de personnes n'avaient pas encore accès à des systèmes d'approvisionnement en eau adéquats et par conséquent sont privées d'eau potable. La connexion des maisons au système d'addition d'eau, les bornes fontaines publiques, les forages, les puits protégés, sources protégés, collecteurs d'eau de pluie sont considérés comme des systèmes améliorant l'approvisionnement d'eau potable. (WHO, 2000).

Mais la qualité de l'eau provenant de systèmes améliorant l'approvisionnement est souvent affectée par de manifestations peu fiables et un entretien insuffisant sans oublier les contaminations secondaires lors de puisage, du transport ou du stockage. Le mauvais approvisionnement en eau potable conduit à un risque élevé d'infection à transmission hydrique, d'origine bactérienne, virale ou parasitaire telle que le choléra, la fièvre typhoïde, l'hépatite A, l'amibiase. (WHO, 2000).

1.8. Traitement de l'eau

La qualité de l'eau est altérée par l'usage privé ou industriel. L'eau usée ne peut pas être à l'environnement. Si de grandes quantités de matières organiques sont par exemple introduites dans le cours d'eau via les eaux usées ; elle se dégrade sous l'action des micro-organismes entraînant une consommation d'oxygène élevée. Cela conduit à un défaut d'oxygène dans le cours d'eau et ; par conséquent ; à une mortalité accrue des poissons.

Le traitement de l'eau peut également servir à rendre l'eau utilisable pour des applications spécifiques. Il peut s'agir par exemple de la production d'eau potable ou d'eau de processus dans l'industrie.

1.9. Directives et normes de l'eau conditionnée

Une eau de consommation ne doit pas contenir des germes de maladie à transport hydrique ; des substances toxiques ni des quantités excessives des matières minérale et organique. Elle doit par ailleurs ; être limpide ; incolore et ne possède aucun gout à l'odeur désagréable. En outre ; l'eau potable doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux dont la présence lui confère une saveur agréable à l'exclusion de ceux qui seraient l'indice d'une contamination ainsi que toute substance toxique.

La pollution de l'eau de boisson peut être chimique, physique et fécale. Il a été établi des normes de potabilité sur les paramètres organoleptiques (gout, couleur, odeur, . . .), les paramètres physicochimiques (température, turbidité, pH, quelques sels minéraux indésirables, . . .) et les paramètres microbiologiques. Le non –respect d'un de ces paramètres aboutit à des conséquences fâcheuses sur la santé (Gentilini, 1993).

L'OMS fait des recommandations pour l'eau de boisson et l'eau minérale. Ces recommandations relèvent une bonne qualité de la source, une bonne protection et une bonne qualité sanitaire.

Les normes de la qualité bactériologique concernant l'eau conditionnée (Momoec, 2004)

Eau conditionnée	
Germes	Concentrations
<i>E. coli</i>	0/250ml
Entérocoques	0/250 ml
Pseudomonas aeruginosa	0/250ml
Germes aérobie reviviscible	22°C= 100/ ml 37°C= 20/ml
1. Bactéries sulfite-réductrice (y compris les spores)	0/250ml

1.10. Bactéries de l'eau

Les coliformes et les streptocoques fécaux font partie de l'eau. Ils sont morphologiquement différents et appartiennent à des familles différentes ; sont tous les deux indicateurs de la pollution fécale des eaux de consommation ; quelque soit l'espèce mise en évidence.

- **Coliformes fécaux**

Les coliformes constituent les groupes de bactéries appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae* et comprenant les bacilles en bâtonnets Gram négatifs, non sporulés.

Les coliformes sont communément trouvés dans les intestins de l'homme et des animaux, mais certaines bactéries de ce groupe n'ont pas une origine exclusivement fécale, Ils se trouvent également dans les sols non contaminés et sur d'autres différents substrats (végétaux, œufs, lait et animal).

Les types de coliformes appelés « coliformes fécaux » forment des germes d'origine exclusivement fécale ; comprennent des espèces du genre citrobacter ; entérocter ; Escherichia et kleobsella ; ces genres des bactéries forment à 44°C le lactose en moins de 24 heures avec une formation de gaz, tandis que les coliformes non fécaux ne le font pas.

Dans l'analyse de l'eau, les coliformes en tant qu'organismes indicateurs sont intéressants en deux points de vue :

- Les coliformes vivant en abondance dans les intestins des animaux à sang chaud ; s'y trouve en général en plus grand nombre que les micro-organismes pathogènes et lorsqu'ils sont éliminés, ils résistent mieux que les pathogènes à la condition de l'environnement (eau, sol, et température).
- Il est utile de rappeler que pratiquement tous les coliformes peuvent exister dans la matière fécale ; mais alors certains sont également les hôtes habituels du sol et des eaux. La présence de ces derniers dans une eau est la preuve qu'elle a subi une contamination par des matières fécales (RODIER, 1978).

- **Streptocoques fécaux**

Les streptocoques fécaux sont des bactéries gram positifs aérobies facultatives appartenant à la famille de streptocaceae ; immobiles et non sporules sans capsule et sans pigment. Ils ne supportent pas l'acidité, coagulent le lait et produisent des colonies rondes et blanches sur la gélose. Ils sont saprophytes sur la muqueuse de la cavité buccale; du larynx et sur la peau. Un de leurs caractères communs correspond d'une forte résistance vis-à-vis des inhibiteurs bactériens par exemple l'acide de Sodium.

L'indicateur le plus utile pour estimer la pollution fécale est la bactérie Escherichia coli. Abondant dans les fèces humains (jusqu'à un milliard de bactéries par gramme de matière fraîche) ; assez persistant pour être recherché (sa durée de détection dans l'eau à 20°C variant d'une semaine à un mois) ; son identification est cependant difficile sur le terrain (WWW. Lentech.fr).

Ils peuvent tolérer le sol et se développer au PH 9,6. Ils sont capables de survivre à la pasteurisation multiple à des températures variables entre 5 à 80°C (CHEEBROUCH, 2000).

Importance de l'eau

L'importance de l'eau dans l'économie humaine ne cesse de croître et l'approvisionnement en eau douce devient ainsi de plus en plus difficile ; tout en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie que du développement accéléré de techniques modernes.

La pollution de l'eau est liée aux rejets industriels, eaux usées d'origine urbaine, à l'emploi dans l'agriculture des pesticides et des engrais, aux déversements intempestifs ou aux accidents de transport. (RODIER, 1976).

La teneur de l'eau chez les organismes vivants est souvent très importante, elle représente 70 à 90% du poids du corps d'un homme adulte.

Le taux de renouvellement de l'eau de transport est également énorme, un homme de 70 kilogrammes doit absorber en buvant et en mangeant, près de 2,5 litres d'eau par jour, il en élimine presque la même quantité sous forme d'urine, de matière fécale et de transpiration.

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

2.1. Milieu d'étude

2.1.1. Situation géographique et administrative de la ville de Kisangani

La ville de Kisangani est le chef lieu de la Province Orientale. Elle est située dans la Cuvette centrale congolaise, à 0°31'N et 25°11'E. Son altitude moyenne est de 396 m (Nyakabwa, 1982). Sur le plan administratif, Kisangani est constituée de 6 Communes : Kisangani, Makiso, Mangobo, Kabondo, Tshopo et Lubunga, couvrant une superficie totale de 1.910 Km² (Figure 1). Sa population s'élève à 1 million d'habitants, soit une densité de 523 habitants par Km² (Kahindo, 2011).

Notre étude s'est réalisée à la commune Tshopo qui est composé de 12 quartiers comportant 81.723 Habitants. Nos données ont été récoltées plus précisément dans le marché central de la dite commune.

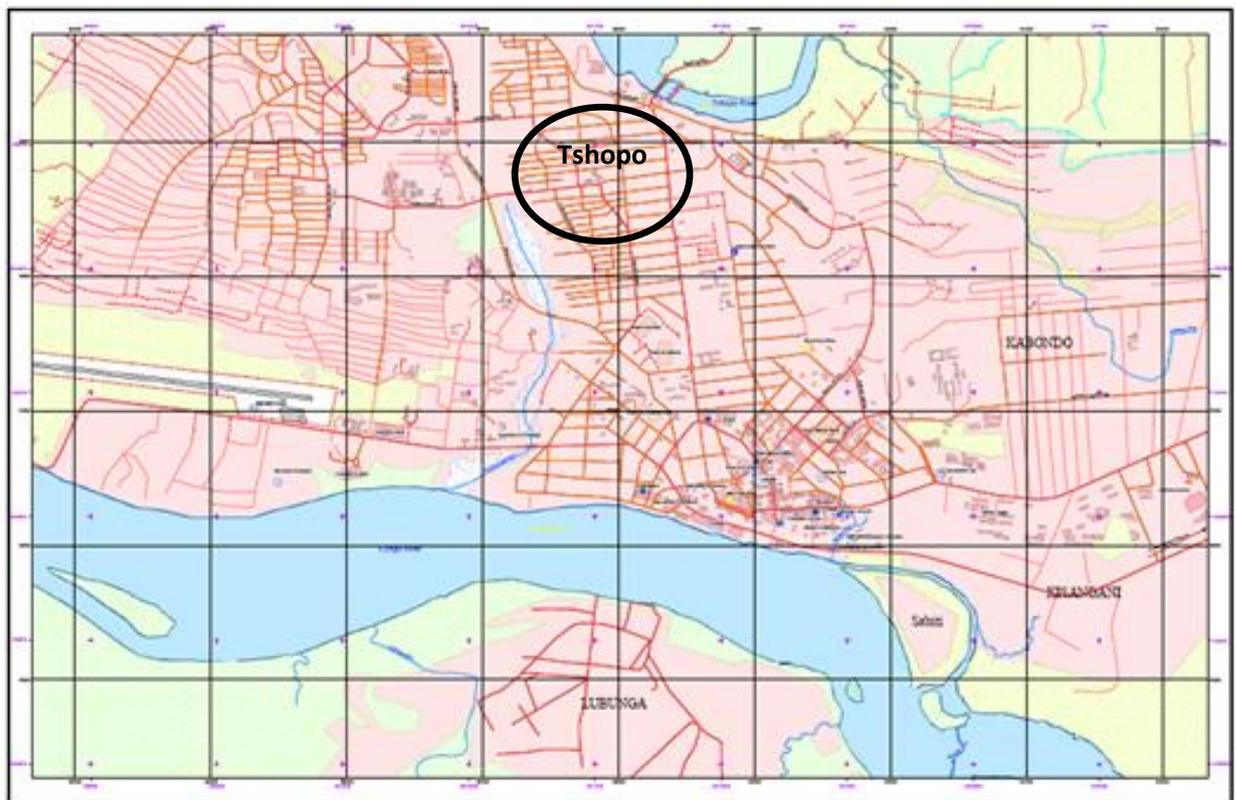


Figure 1. Plan de la ville de Kisangani en 2003 (d'après la MONUC)

2.1.2. Caractéristiques abiotiques : climat et sol

Dans la région de Kisangani, les précipitations sont abondantes mais irrégulièrement réparties sur l'année (Tableau 1). La moyenne annuelle de pluviométrie calculée pour une période de 50 ans (de 1956 à 2005) affiche 1.724 mm, pour une température annuelle moyenne de 25,3°C. La hauteur mensuelle des précipitations est supérieure à 60 mm.

Tableau 1 : Données climatiques de la région de Kisangani pour la période de 1956 à 2005 (Kahindo, 2011)

Données	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Précipitations (mm)	83	98	142	180	164	111	111	145	172	205	182	130
Température max	30,8	31,5	31,5	31,3	31,2	30,1	29,1	29,3	29,9	30,2	30,8	30,4
Température min	19,9	20,0	20,4	20,6	20,6	20,1	19,8	19,8	19,8	20,0	20,0	20,1
Température moy (°C)	25,3	25,7	25,9	25,9	25,9	25,1	24,4	24,5	24,8	25,1	25,4	25,2

Toutefois, ce régime de pluies détermine deux saisons humides, la plus importante allant de septembre à novembre, avec un maximum en octobre, et l'autre de mars à mai. Par ailleurs, deux saisons à faible pluviosité se dégagent entre janvier ou grande saison subsèche et juillet-août ou petite saison subsèche. En 2007, l'humidité relative moyenne de la région a été de 86,9%. L'insolation mensuelle est faible et varie de 31,5 à 57% (Lubini, 1982).

L'ensemble des données éoclimatiques ainsi que la position de la ville de Kisangani à proximité de l'Equateur lui confèrent un climat équatorial du type Af dans la classification de Köppen. Ce type climatique est caractéristique des régions où la température moyenne du mois le plus froid est supérieure à 18°C (Mate, 2001).

2.1.3. Hydrographie

La ville de Kisangani est une presqu'île située « à la courbe du fleuve » Congo, avec un réseau hydrographique dense dominé par le Fleuve Congo et ses principaux affluents : la Lindi et la Tshopo.

Le fleuve Congo traverse la ville et en isole ainsi la Commune Lubunga par rapport aux cinq autres. Son principal affluent, la Lindi, reçoit les eaux de la rivière Tshopo. Ce sont ces trois grands cours d'eau qui recueillent à leur tour des eaux de nombreux tributaires coulant pour la plupart à travers la ville. On observe des chutes au niveau du pont de la rivière Tshopo et des cascades ou rapides sur le fleuve Congo au niveau des Pêcheries de Wagenia. (Bola, 2002 cités par Kahindo, 2011).

2.2. Matériel et méthodes

2.2.1. Matériel

Notre matériel d'étude est l'eau de boisson en sachet particulièrement l'eau de type artisanal et l'eau semi industriel et ainsi que questionnaires d'enquêtes en vue de vérifier si les vendeurs respectaient les bonne pratique d'hygiène et de conservation, nous avons cible les variables suivantes :

- a) Age
- b) Sexe
- c) Rôle de vendeur et le comportement de vendeur pendant l'ensachage

2.2.2. Méthode

Notre méthodologie consistait à menée une enquête sur terrain, nous avons utilisé les fiches d'enquêtes, cette fiche avait une sérié des questions (fermée et semi-ouverte), question semi-ouverte ce pour vérifier si les vendeurs respectent les bonnes pratiques de conservation. Prélèvement des échantillons

Au cours de notre travail, nous avons effectué vingt prélèvements d'échantillons.

Ces échantillons ont été prélevés à la commune Tshopo. En suite les échantillons étaient immédiatement amenés au laboratoire de la biotechnologie de la faculté des sciences de l'université de Kisangani pour être bien analysés.

2.3. Récolte et traitement des données

- Milieu et type d'étude
- Commune Tshopo / marché

Etude transversale se déroulant à la période du 19 /02/2013 jusqu'au 4/03/2013.

2.4. Analyse Microbiologique de l'eau en sachet

Le traitement était composé de 10 échantillons d'eau en sachet de la série artisanale et 10 échantillons en sachet en série industrielle. Notre analyse c'est focalisée sur la recherche des indicateurs de pollution fécale dans l'eau à savoir, les Coliformes fécaux et les Streptocoques fécaux.

Nous avons retenu un seul site compte tenu de sa fréquence élevée d'utilisation d'eau par la population. Il s'agit de : Marché de quinzième Tshopo

2.4.1. Analyse des échantillons

2.4.1.1. Dénombrement des coliformes fécaux (Lambert, 1989)

Les coliformes fécaux ont été dénombrés dans le bouillon lactosé selon la technique de fermentation en tubes multiples de la manière suivante : trois séries de trois tubes à essai contenant chacun 10 ml de milieu avec des tubes Durhans ont été disposés.

A chaque tube de la première série dont la concentration du milieu d'inoculation est double; on ensemence 10 ml d'eau à analyser ; dans ceux de la deuxième et troisième série ayant une concentration simple ; on ensemence respectivement 10 ml ; 1 ml et 0,1 ml d'eau à analyser.

Après 24 heures à 48 heures d'incubation à 44°C ; les tubes dans lesquels il y avait production d'acide et de gaz étaient considérés positifs. Le nombre le plus probable (NPP) des coliformes présents dans 100 ml d'eau analysée est obtenu en se référant aux tables de Mac Graddy.

2.4.1.2. Dénombrement des streptocoques fécaux (Lambert, 1989)

Les streptocoques fécaux ont été dénombrés dans le lait de Sherman au bleu de méthylène d'après la technique de fermentation en tubes multiples dont 3 séries de tubes à essai aussi contenant 10 ml de milieu chacun ont été disposés de la manière suivante : concentration double dans la première série de tubes ; on ensemence aussi 10 ml d'eau comme dans les cas de coliformes fécaux. Dans les deux séries restantes ayant une concentration simple, on ensemence avec 1 ml et 0,1 ml d'eau à analyser.

La lecture de résultat se fait de la manière suivante :

Les tubes dans lesquels il ya coagulation du lait et décoloration du bleu de l'éthylène étaient considérés comme positifs.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

Les figures (1 à 6) donnent les résultats de l'enquête par rapport au caractère sociodémographique et au comportement des vendeurs pendant l'ensachage et la conservation de l'eau en stock

3.1. Fréquence (%) des vendeurs d'eau en sachet selon l'âge

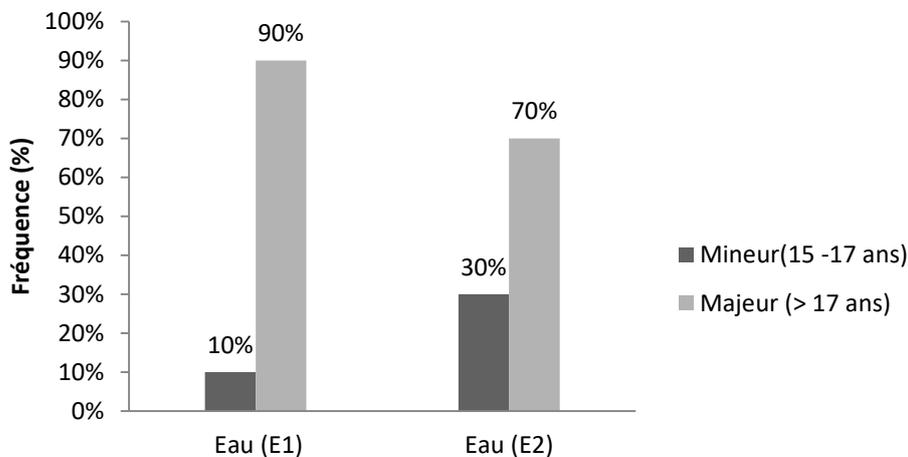


Figure 1: Distribution de fréquence des enquêtés vendeurs d'eau en sachet selon l'âge

Légende :

E1 : Eau du type artisanal

E2 : Eau semi industriel

A la lumière de la figure 1, il ressort que :

- * 10% de vendeurs de type artisanale ont l'âge compris entre 15 et 17ans. Cette catégorie de vendeurs est comprise de mineurs qui ne maîtrisent pas forcément les règles élémentaires d'hygiène, c'est-à-dire un facteur à risque, qui peut facilement contribuer à la contamination de l'eau en sachet destinée à la vente et 90% des vendeurs de même type ont l'âge supérieurs à 17ans, c'est-à-dire des vendeurs majeurs.

- * 30% des vendeurs de type semi-artisanale ont l'âge compris entre 15 et 17ans. Ce sont des mineurs qui constituent un facteur à risque pour la contamination de l'eau alors que 70% de ces vendeurs ont l'âge supérieurs à 17ans.

3.2. Fréquence (%) des vendeurs d'eau en sachet selon le sexe

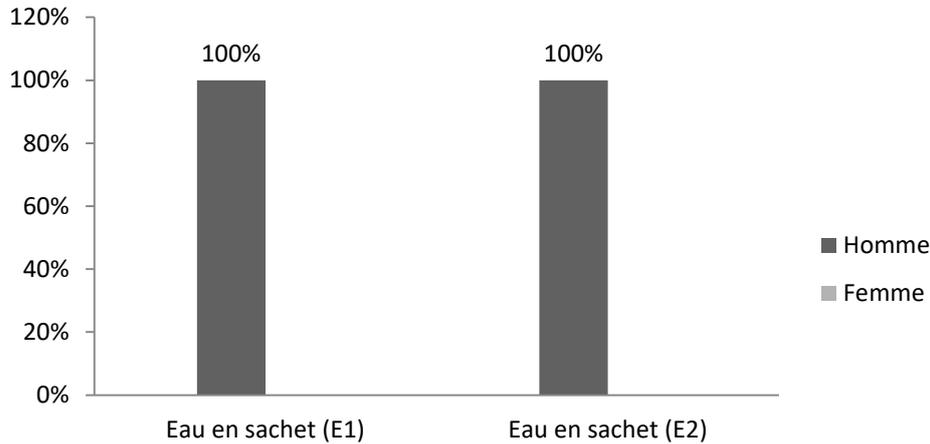


Figure2: Distribution de fréquence des vendeurs d'eau en sachet selon le sexe

Légende

E1 : Eau artisanale

E2: Eau semi industriel

La figure 2 nous montre que : 100% de vendeurs de type artisanale et 100% de vendeurs de type semi-industrielle sont des personnes de sexe masculins. En confrontant nos résultats avec ceux de N'DIAYE (2008), qui a trouvé dans son enquête, 70% de vendeurs de sexe féminin contre 30% de sexe masculin, par ce que dans ce coin (Côte-D'ivoire), les femmes contribuent la majorité des opératrices dans les marchés, ce qui n'est pas fortement le cas dans la ville de Kisangani.

3.3. Fréquence (%) des vendeurs d'eau en sachet selon leur rôle (Ensachage et mise en vente)

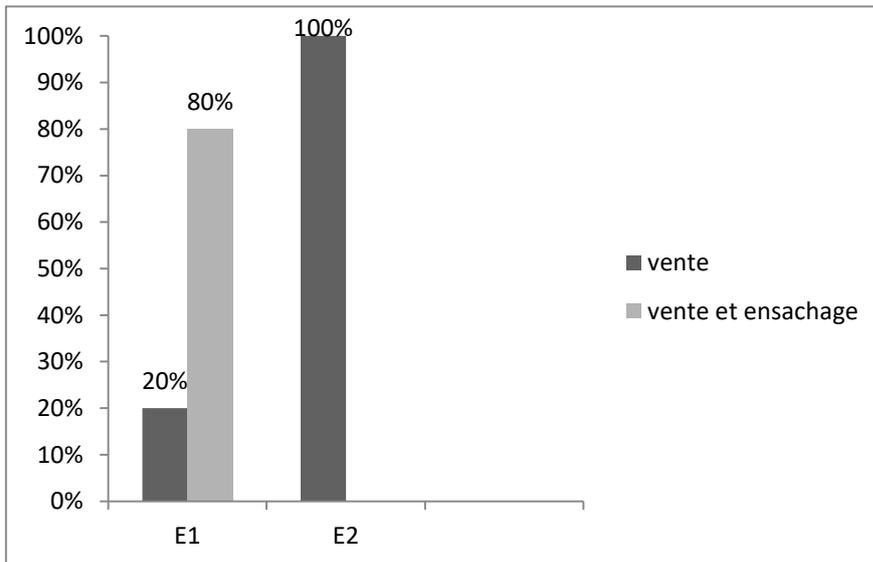


Figure 3: Fréquence des enquêtés selon leur rôle

Légende

E1 : Eau artisanale

E2 : Eau semi industrielle

La figure 3 nous montre que :

- * 20% de vendeurs d'eau de type artisanale assurent exclusivement la vente d'eau en sachet tandis que 80% de vendeurs de même type assurent conjointement la vente et l'ensachage d'eau.
- * 100% de vendeurs de type semi-industrielle sont chargés uniquement de la vente d'eau en sachet car l'ensachage pour ce type d'eau est assuré par des machines robotisées

3.4. Comportement des vendeurs pendant ensachage de l'eau (cas de l'eau de type artisanal)

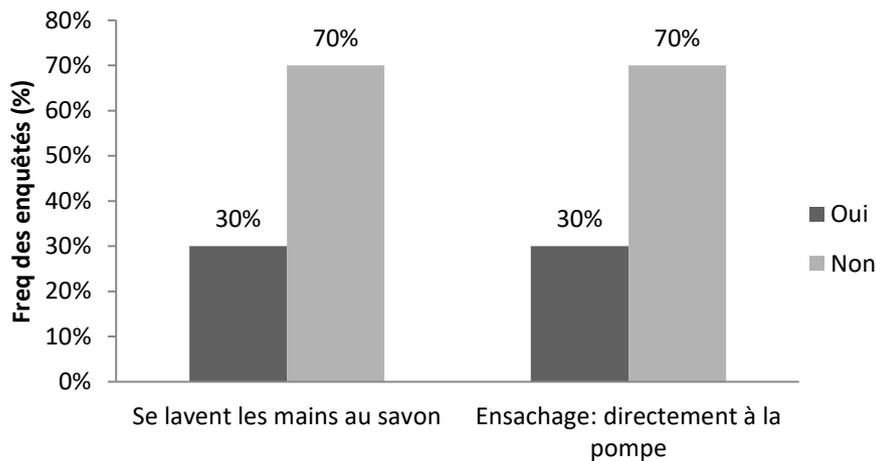


Figure 4: Comportement des vendeurs pendant ensachage de l'eau en sachet artisanale (N=10)

La figure 4 nous

montre que :

- * 70% de vendeurs d'eau de type artisanale ne se lavent les mains avant ensachage, nous pouvons qualifier ce fait d'un facteur à risque par ce que la contamination peut se faire par les germes manu portés alors que 30% de vendeurs de même type prennent la précaution de se laver les mains avant ensachage d'eau.
- * 70% de vendeurs d'eau de type artisanale ne puisent l'eau directement du robinet vers le sachet et préfèrent le schéma robinet-bassin-sachet, nous pouvons ce fait, d'un facteur à risque car si le bassin de transport est souillé, automatiquement l'eau destinée à la vente sera aussi contaminée alors que 30% de vendeurs de même type puisent l'eau directement du robinet vers le sachet.

3.5. Temps maximum et lieu de conservation de l'eau en sachet de type artisanal avant vente

La figure ci-dessous donne le temps maximum et le lieu de conservation de l'eau en sachet artisanale avant vente au marché de la Commune Tshopo

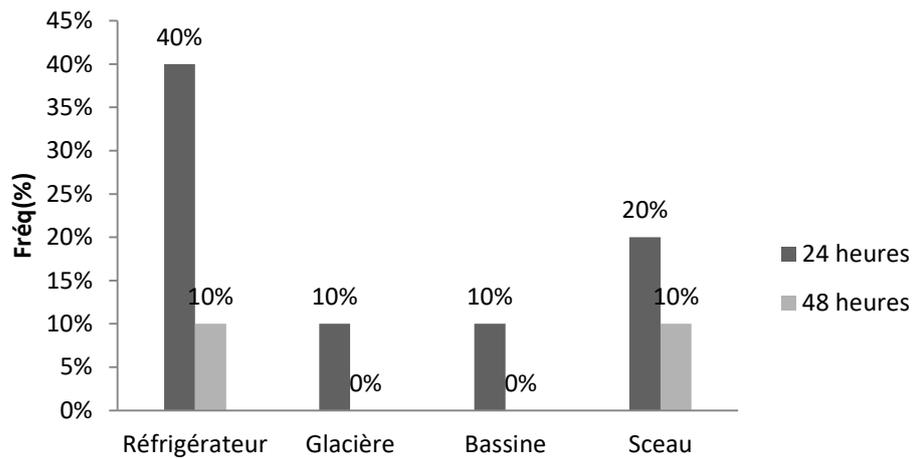


Figure 5 : Lieu et temps maximum de conservation de l'eau en sachet artisanale avant vente

A la lumière de la figure 5, il ressort que :

10% de vendeurs conservent leur stock d'eau dans une bassine pendant 24heures, 20% de vendeurs conservent leur stock dans un seau pendant 24heures et 10% de vendeurs de type artisanale 48heures.

Nous pouvons dire que le lieu de conservation d'eau utilisé par ces vendeurs est un facteur à risque, car les bassins et le seau des milieux favorables à la prolifération des germes microbiens par ce que ces derniers ne sont pas bien sécurisés.

3.6. Détermination de la charge bactérienne des coliformes fécaux (NPP/100ml) dans l'eau en sachet de type artisanal et de semi industriel vendue au Marché de la Tshopo

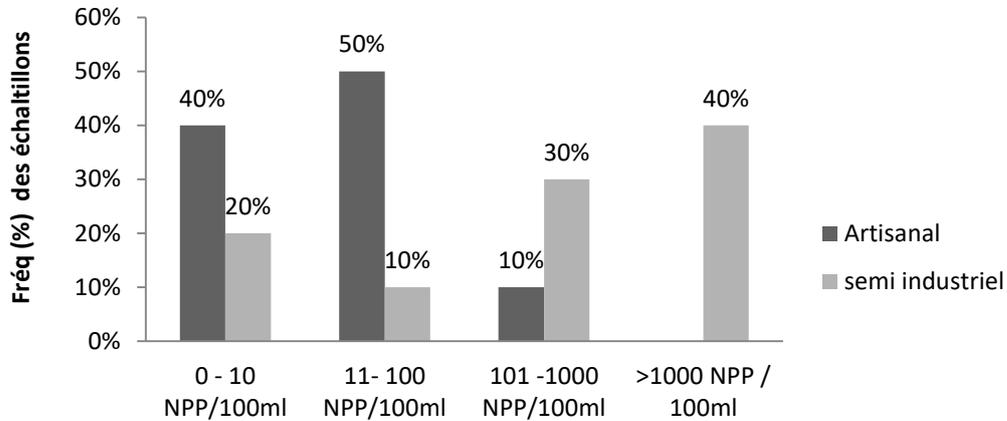


Figure 6: Chage bactérienne (NPP/100ml) à CF détecté dans l'eau en sachet vendue au marché de la Tshopo (2013)

Dans la figure 6, nous avons trouvé que dans l'intervalle de 0 à 10NPP/100ml il y avait une très grande charge bactérienne soit de 40% dans la série artisanale contre 20% seulement dans la série semi industrielle; dans la deuxième intervalle, nous avons découvert des CF dans 50% des échantillons dans la première série contre seulement 10% des échantillons dans la seconde série; dans la troisième intervalle, nous avons aperçu des CF dans 10% des échantillons dans la première série contre 30% dans la seconde série et enfin dans la dernière intervalle, 40% des échantillons ont été observé avec des CF dans la seconde série contre 0% des échantillons dans la première.

3.7. Détermination de la charge bactérienne à Streptocoques fécaux (NPP/100ml) dans l'eau en sachet de semi industriel vendue au Marché de la Tshopo

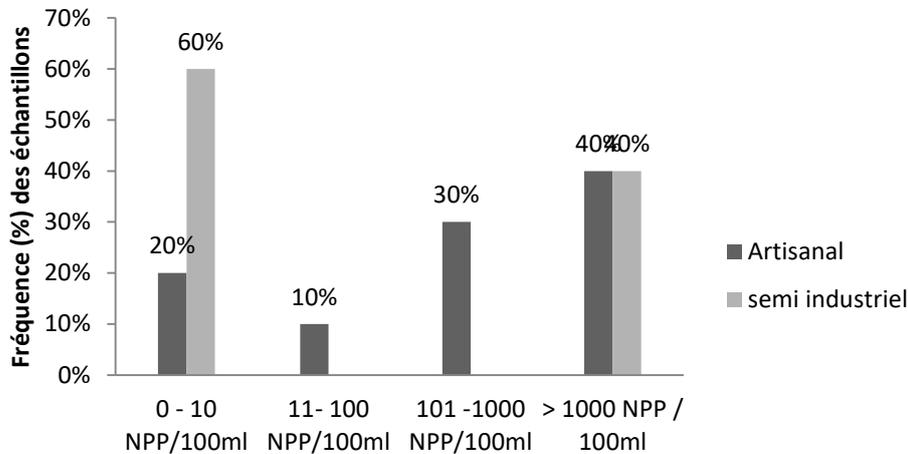


Figure 7: Charge bactérienne (NPP/100ml) à SF dans l'eau en sachet semi industriel vendu au marché de la Tshopo

Légende

NPP : Nombre le plus probable

C.F : Coliformes fécaux

S.F : Streptocoques fécaux

Il ressort dans la figure 7 que dans l'intervalle allant de 0 à 10NPP/100ml, 20% des échantillons a été remarqué avec des SF dans la série artisanale contre 60% des échantillons dans la série semi industrielle ; dans l'intervalle de 11 à 100NPP/100ml, nous avons observé seulement 10% des échantillons avec SF dans la série artisanale ; dans l'intervalle suivante, seulement 30% des échantillons a été observé avec des SF toujours dans la série artisanale et dans la dernière intervalle, les SF ont été observé dans 40% dans la première série que dans la seconde.

3.8. Appréciation de la qualité Microbiologique de l'eau en sachet (Eau artisanal et eau semi industriel) selon les normes de Potabilité OMS

La figure 8 donne les résultats de la qualité microbiologique (Normes de potabilité de l'OMS, des échantillons d'eau en sachet vendue au marché de la Tshopo (Eau ensaché manuellement et eau Semi – industrielle).

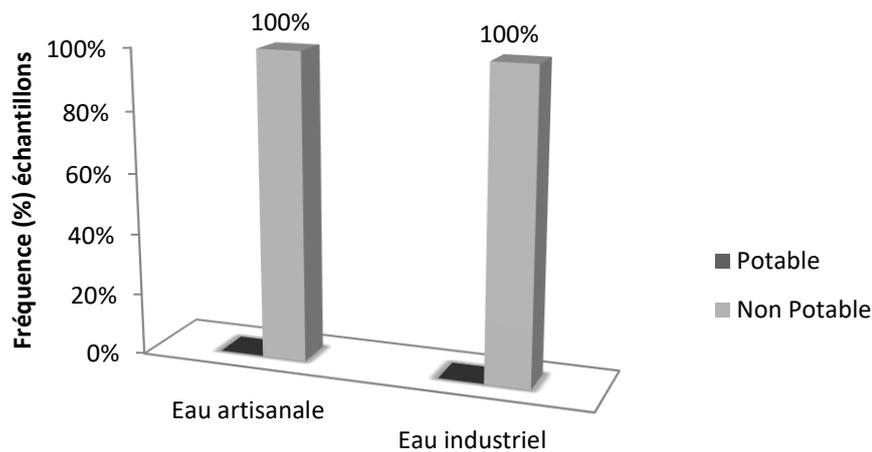


Figure 8: Qualité hygiénique de l'eau en sachet vendue au marché (Tshopo) selon les normes de potabilité OMS (Momoec, 2004)

En analysant la figure 8, il s'avère que :

- * 100% d'eau de type artisanale sont impropre à la consommation humaine car cette eau contient les germes indicateurs de pollution d'origine fécale (coliforme fécaux et streptocoques fécaux).
- * 100% d'eau de type semi-industriel sont de normes de l'OMS (2008) et par conséquent impropres à la consommation car contenant des germes indicateur de pollution d'origine fécale (coliformes fécaux et streptocoques fécaux).

En comparant nos résultats avec ceux de N'DIAYE (2008), qui a isolé, dans l'eau de type artisanale, (70% des cultures positives des germes indicateurs de pollution) et dans l'eau de type semi-industrielle (75% des cultures positives des germes indicateurs de pollution). Ainsi, nos résultats ci-dessus corroborent ceux de N'DIAYE (2008).

Ainsi, nous pouvons conclure avec N'DIAYE que les 2 types d'eau en sachet (artisanale et semi-industrielle) sont de qualité bactériologique médiocre.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Notre préoccupation dans cette étude était consacrée sur la « contribution à l'étude de la qualité hygiénique de l'eau de boisson vendue en sachet dans le marché de la Tshopo à Kisangani ».

1. En menant cette étude nous avons poursuivis comme objectif de vérifier la qualité bactériologique de l'eau de boisson vendu en sachet de type artisanale et semi industriel dans la commune Tshopo à Kisangani

Nous avons eu à vérifier les hypothèses selon lesquelles les vendeurs d'eau en sachet respecteraient les d'hygiènes pendant l'ensachage et la conservation et en plus l'en vendu en sachet répondrait aux normes de potabilité de l'OMS pour les eaux conditionnelles

Pour atteindre nos objectifs et vérifier nos hypothèses, nous avons procédé au dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale dans l'eau par la technique de fermentation en tube multiples.

Nous avons aussi apprécié le comportement des vendeurs et des fabricants dans les processus conditionnement. Il ressort de cette étude :

- ✓ Les eaux de boissons en sachet (type artisanale et semi industriel) vendu sur le marché de la commune Tshopo ne représentent pas les normes des eaux conditionnées, donc impropre à la consommation.
- ✓ Les vendeurs d'eaux en sachet ne représentent pas les pratiques d'hygiène pendant l'ensachage et la conservation.

2. Au regard de ces résultats, ces eaux en sachet sont donc non potable est nécessaire de mettre en en grand la consommation de risques sanitaire encourus, ce pendant, ces sachet d'eaux rependent non seulement au besoin vital pour les consommateurs, mais constitue une source de revenue pour les vendeurs.

Leur interdiction sont des mesures de remplacement adéquates n'est pas envisageable. Il nous paraît important de recommander :

Aux intenses des décisions

- De renforcer les mesures de lutte contre l'insalubrité psychique
- Réglementer le secteur de production et de conditionnement des eaux potable en sachet.
- Garantir la salubrité de l'eau de boisson en sachet en assurant les formations de personnelles et de déchet d'Unité de fabrication sur l'assurance qualité.

Aux producteurs fournisseurs et vendeurs :

- Respecter scrupuleusement les règles élémentaires d'hygiène liées à la production d'eau en sachet,
- S'investir de l'action de prévention de risques liés à l'eau de boisson.

Aux consommateurs :

- Rester vigilant et exigeant face aux eaux de boissons en sachet sur le marché. Prendre conscience de l'existence du risques et de ne pas le minimiser,
- Prendre conscience de l'existence du risque et de pas le minimiser.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOLA, M., 2011 : La qualité de l'eau de boisson vendue en petit sachet dans le marché centrale de Kisangani. Monographie Faculté des Sciences Unikis 23p.
- BOUREE, P., 1987 : Maladies tropicales, Masson, paris, pp 144-170.
- CEDE, 2003 : Disponible sur le site Web, WWW eCgC. Ca / Water/ menage use/ htm 2012.
- CHEESBROUGH, M. 2000: District laboratory practice in tropical countries part 2e ed. Cambridge University, Press. 434 p.
- ENDA, 2006: Statique pour l'approvisionnement en eau et de l' assainissement dans les zones urbaines défavorisées des pays en développement. [http :// www. oiseau.fr](http://www.oiseau.fr).
- FEACHEM, R.G, 1980: Bacterial Standards for Drinking water quality in developing
- GAKURU, M., 2004 : Recherche des coliformes fécaux et des germes totaux dans les eaux des consommations à Kisangani/RDC, Mémoire inédit, faculté des Sciences, Unikis, 29p.
- GENTILINI, M, 1993 : Médecine tropicale, Flammarion, paris, 600p.
- HENRI SMETS, 2003: La solidarité pour l'eau potable
- HERMANIE et al 2006 : L'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans les villes des pays en développement : cas de Bassoussam (Cameroun) vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement, vol. 7, n°2
- KAHINDO, M., 2011. Potentiel en produit Forestiers Autres que le Bois d'œuvre dans les formations forestières de la région de Kisangani. Cas des rotins *Eremospatha haullevilleana* De Wild. Et *Laccosperma secundiflorum* (P. Beauv) Kuntze de la réserve Forestère de Yoko

(Province Orientale, République démocratique du Congo). Thèse inédite, Faculté des Sciences UNIKIS, 269p.

KAZADI, M., 2012 : Contribution à l'étude de la qualité et de gestion de l'eau de boisson dans la région de Kisangani. Thèse inédite, Faculté des sciences Uniskis, 246p.

LAMBERT, R., 1989 : Microbiologie des aliments. Université de Louvain, Louvain la-Neuve pp.35-39.

LUBINI, A. 1982. Végétation muscicole et post culturale des Sous-régions de Kisangani et de la Tshopo (Haut-Zaïre). Thèse de doctorat Université de Kisangani, 489 p.

MATE, M. 2001. Croissance, phytomasse et minéralomasse des haies des Légumineuses améliorantes en cultures en allées à Kisangani (République Démocratique du Congo). Thèse de Doctorat, ULB.

MOMOEC (2004). La microbiologie de l'eau destinée à la consommation humaine. p 1-2.

N'DIAYE A., 2008, Etude bactériologique des eaux des boissons vendues en sachet dans quatre communes d'ABIJAN. Thèse inédite, Université de Bamako, fac. Médecine, Pharmacie et d'odonto-stomatologie, 166p.

NGOY, M., 2001 : Analyse bactériologique et chimique des eaux de quelques sources et puits aménagés par l'Oxford, family, Grande-Bretagne, Axe Kisangani-Banalia, Mémoire inédit faculté des Sciences, Unikis 36p.

NYAKABWA, M. 1982. Phytocénose de l'écosystème urbain de Kisangani. Thèse de doctorat inédit Université de Kisangani. Tome 1, 418 p.

OMS 1994 : Directives de qualité pour l'eau de boisson, deuxième édition, volume1, Recommandations, Genève, 202p.

OMS, 1986 : Directive de qualité pour l'eau de boisson : critère d'hygiène et de documentation à l'appui, Vol 2, Genève, 102-106p.

OMS, 1990 : Impact de la décennie Internationale de l'Eau potable et de l'Assainissement sur les maladies diarrhéiques. Genève, 17p.

OMS, 1996 : Décennie internationale de l'eau potable et de l'Assainissement Examen des données régionales et mondiales. Cotonou, 31p.

OMS, 2004 : Prise en charge de la diarrhée aigue, 13p.

PNUD, 2011 : Problématique de l'eau en République Démocratique du Congo : Défis et opportunités-Rapport technique

REGIDESO. ,1985 : Recueil de modes opératoire pour les analyses, Regideso-Zaïre, Kinshasa

REGIDESO. 1985 : Etude des principaux paramètres affectant la qualité des eaux. Centre de formation Regideso-Zaïre, Kinshasa, 12p.

RODIER, J., 1978 (b): Analyse de l'eau 6^{ème} éd, Dunoud, Paris 1196p.

SMETS, H, 2005: Pour un droit effectif à l'ensemble potable, conseil européen du droit à l'environnement, paris, 238p.

WHO, 1993: Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd éd.vol.1, Genève

WHO, 2000: The world health report: Marking a difference, Geneva, World Health Organization,

WHO/ UNICEF/ WSSCC, 2000: Global Water supply and sanitation Assessment

WEBOGRAPHIE

<http://www.granddictionnaire.com>

<http://www.sanitationandwaterforall.org>

<http://www.afriquaspoir.com>

<http://www.watchouver.org>

ANNEXES

ANNEXES 1 : PREPARATION DES MILIEUX DE CULTURE

1.1 Bouillon lactosé

a) Composition

- Agar-agar.....5g
- Lactose.....5g
- Extrait de viande....3g
- Eau distillée.....1000ml

b) Préparation de bouillon lactosé en concentration double

- Pour préparer le milieu en concentration double, on pèse 13g de bouillon lactosé à dissoudre dans 500ml d'eau distillée
- Pour un échantillon de série des 3 tubes, on a besoin de 70ml d'eau distillée
- Concentration double:
13g.....500ml
x.....70ml

$$x = \frac{13g \times 70ml}{500ml} = 1,82g \cong 2g$$

- Concentration simple: pour préparer le milieu à concentration simple, on multiplie la quantité de l'eau distillée par 2
- Pour un échantillon de série des 3 tubes, on fait : 70ml de la concentration double moins 30ml égal 40ml

$$40ml \times 2 = 80ml \text{ de la concentration simple}$$

1.2. Bleu de méthylène

Pour préparer le bleu de méthylène en solution du travail, on pèse 1g de bleu dans 100ml d'eau distillée.

1.3. Lait de Sherman

a) Composition

- Lait : 13,5g
- Eau distillée : 70ml
- Bleu de méthylène : 1ml

b) Préparation du lait de Sherman

- Peser 13,5g de lait dans un récipient propre
- Verser 70ml d'eau distillée puis mélanger
- Distribuer 9ml dans les 3 tubes de concentration double
- Ajouter l'eau distillée à quantité égale au reste de la solution pour faire une solution de la concentration simple
- Chauffer le lait pendant 10 minutes pour activer les enzymes
- Ajouter 1ml de bleu de méthylène stérile dans chaque tube et homogénéiser.

Tableau 1 : dénombrement sur le nombre le plus probable(NPP) des coliformes fécaux dans 100ml d'eau à analyser par semi-artisanal

E	Nombre des tubes positifs	NPP dans 100ml	E	Nombre des tubes positifs	NPP dans 100ml
E ₁	3 tubes de 10ml : 0 3 tubes de 1ml : 0 3 tubes de 0,1ml : 0	0	E ₆	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 1 3 tubes de 0,1ml : 0	43
E ₂	3 tubes de 10ml : 1 3 tubes de 1ml : 1 3 tubes de 0,1ml : 1	11	E ₇	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 2 3 tubes de 0,1ml : 2	210
E ₃	3 tubes de 10ml : 1 3 tubes de 1ml : 1 3 tubes de 0,1ml : 0	7	E ₈	3 tubes de 10ml : 2 3 tubes de 1ml : 1 3 tubes de 0,1ml : 1	20

E ₄	3 tubes de 10ml : 0 3 tubes de 1ml : 1 3 tubes de 0,1ml : 0	3	E ₉	3 tubes de 10ml : 1 3 tubes de 1ml : 1 3 tubes de 0,1ml : 1	11
E ₅	3 tubes de 10ml : 1 3 tubes de 1ml : 0 3 tubes de 0,1ml : 0	4	E ₁₀	3 tubes de 10ml : 2 3 tubes de 1ml : 2 3 tubes de 0,1ml : 1	28

Tableau 2 : dénombrement sur me nombre le plus probable(NPP) des streptocoques fécaux dans 100ml d'eau à analyser par semi-artisanal

E	Nombre des tubes positifs	NPP dans 100ml	E	Nombre des tubes positifs	NPP dans 100ml
E ₁	3 tubes de 10ml : 0 3 tubes de 1ml : 1 3 tubes de 0,1ml : 0	3	E ₆	3 tubes de 10ml : 2 3 tubes de 1ml : 1 3 tubes de 0,1ml : 1	20
E ₂	3 tubes de 10ml : 0 3 tubes de 1ml : 0 3 tubes de 0,1ml : 0	0	E ₇	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 3 3 tubes de 0,1ml : 3	1400
E ₃	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 3 3 tubes de 0,1ml : 3	1400	E ₈	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 3 3 tubes de 0,1ml : 3	1400
E ₄	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 1	120	E ₉	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 3	1400

	3 tubes de 0,1ml : 2			3 tubes de 0,1ml : 3	
E ₅	3 tubes de 10ml : 2 3 tubes de 1ml : 2 3 tubes de 0,1ml : 1	28	E ₁₀	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 3 3 tubes de 0,1ml : 3	1400

Tableau 3 : dénombrement sur le nombre le plus probable(NPP) des coliformes fécaux dans 100ml d'eau à analyser par semi-industriel

E	Nombre des tubes positifs	NPP dans 100ml	E	Nombre des tubes positifs	NPP dans 100ml
E ₁	3 tubes de 10ml : 2 3 tubes de 1ml : 2 3 tubes de 0,1ml : 1	28	E ₆	3 tubes de 10ml : 2 3 tubes de 1ml : 1 3 tubes de 0,1ml : 1	20
E ₂	3 tubes de 10ml : 2 3 tubes de 1ml : 2 3 tubes de 0,1ml : 1	28	E ₇	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 3 3 tubes de 0,1ml : 3	1400
E ₃	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 2 3 tubes de 0,1ml : 2	210	E ₈	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 3 3 tubes de 0,1ml : 3	1400
E ₄	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 1 3 tubes de 0,1ml : 2	120	E ₉	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 3 3 tubes de 0,1ml : 3	1400
E ₅	3 tubes de 10ml : 2 3 tubes de 1ml : 2	28	E ₁₀	3 tubes de 10ml : 1 3 tubes de 1ml : 1	7

	3 tubes de 0,1ml : 1			3 tubes de 0,1ml : 0	
--	----------------------	--	--	----------------------	--

Tableau 4 : dénombrement sur le nombre le plus probable(NPP) des streptocoques fécaux dans 100ml d'eau à analyser par semi-industriel

E	Nombre des tubes positifs	NPP dans 100ml	E	Nombre des tubes positifs	NPP dans 100ml
E ₁	3 tubes de 10ml : 0 3 tubes de 1ml : 0 3 tubes de 0,1ml : 0	0	E ₆	3 tubes de 10ml : 0 3 tubes de 1ml : 0 3 tubes de 0,1ml : 0	0
E ₂	3 tubes de 10ml : 0 3 tubes de 1ml : 0 3 tubes de 0,1ml : 0	0	E ₇	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 3 3 tubes de 0,1ml : 3	1400
E ₃	3 tubes de 10ml : 0 3 tubes de 1ml : 0 3 tubes de 0,1ml : 0	0	E ₈	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 3 3 tubes de 0,1ml : 3	1400
E ₄	3 tubes de 10ml : 0 3 tubes de 1ml : 0 3 tubes de 0,1ml : 0	0	E ₉	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 3 3 tubes de 0,1ml : 3	1400
E ₅	3 tubes de 10ml : 0 3 tubes de 1ml : 0 3 tubes de 0,1ml : 0	0	E ₁₀	3 tubes de 10ml : 3 3 tubes de 1ml : 3 3 tubes de 0,1ml : 3	1400

ANNEXE 2 : Tableau de MAC GRADY

Nombre des tubes donnant une réaction positive			Nombre le plus probable dans 100ml
3 tubes de 10ml	3 tubes de 1ml	3 tubes de 0,1ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	23
3	0	1	29
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	260
3	3	2	1100
3	3	3	1400