



Origine des témoins de contamination fécale de l'eau d'arrosage de la laitue (*lactuca sativa*) cultivée dans la zone péri urbaine d'Abidjan

Rose Koffi-Nevry^{1*}, Assi-Clair Brice Judicaël^{1,2}, Emma F. Assemand³, Affou Séraphin Wognin²
Marina Koussemon¹

¹Laboratory of Biotechnology and Food Microbiology, Faculty of Food Science and Technology, University of Abobo-Adjamé, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

² Centre Ivoirien Antipollution (Ciapol), Laboratory, 20 BP 650 Abidjan 20

³Laboratory of Food Biochemistry and Tropical Products Technology, Department of Food Science and Technology, University of Abobo-Adjamé, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

*Correspondence to Rose Koffi-Nevry E-mail: rosenevry2002@yahoo.fr Phone: + 2125 07 68 83 34

Originally Submitted on 27th January 2012. Published online at www.m.elewa.org on April 30, 2012.

RESUME

Objectif: Cette étude a été conduite afin de déterminer l'origine de la contamination fécale et la prévalence des entérobactéries dans l'eau d'arrosage des légumes de la zone périurbaine d'Abidjan.

Méthodologie et Résultats : La production de laitue est dominée par les hommes (83,33% à 93,33%) qui sont à 90% d'origine étrangère et sans éducation de base (60 à 80%). 37 souches appartenant à 6 genres d'Entérobactéries ont été isolées et identifiées comme étant *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Proteus vulgaricus*, *Serratia marcescens*, *Serratia plymutica*, *Citrobacter frundii*, *Salmonella gallinarum* et *Salmonella arizonae*. *E. coli* a été isolée avec une prévalence de 66,67% dans l'eau d'arrosage du site 1, suivie de *Salmonella gallinarum* (50%). Sur le site 2, *Salmonella gallinarum* a été la plus fréquente avec une prévalence de 43,33%. La contamination fécale de l'eau du site 1 serait strictement d'origine animale et celle du site 2 strictement d'origine humaine.

Conclusions et application des résultats: Les eaux destinées à l'arrosage sont non appropriées pour l'irrigation des légumes. Elles peuvent constituer des facteurs de contamination et véhiculer ainsi des maladies infectieuses, dont certaines pourraient se propager et atteindre le niveau épidémique pouvant conduire à de graves problèmes de santé publique. Pour réduire les risques sanitaires associés à la consommation de légumes contaminés par l'eau d'arrosage, des pratiques agricoles sûres et une bonne irrigation sont nécessaires. Des mesures préventives tels que l'éducation des maraîchers sur les effets néfastes des eaux contaminées pour l'irrigation des légumes, et le pâturage du bétail dans les zones de culture devraient être prises par les autorités ivoiriennes, pour éviter dans l'avenir, la prolifération de maladies infectieuses telles que la fièvre typhoïde, la dysenterie bacillaire, le choléra ... au sein de la population abidjanaise.

Mots clés: eau d'arrosage, laitue, témoins de contamination fécale, origine de contamination, Entérobactéries

Origin of the faecal contamination of lettuce irrigation water in the suburban area of Abidjan

Abstract

Objectives: A study was conducted to determine the origin of the faecal contamination and the prevalence of Enterobacteria in the lettuce irrigation water in the suburban area of Abidjan.

Methodology and Results: Lettuce production was dominated by men (83.33% to 93.33%) from which, 90% were non-native of Côte d'Ivoire, without any formal education (60 to 80%). Thirty seven strains belonging to 6 genera of Enterobacteria were isolated and identified as *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Proteus vulgaricus*, *Serratia marcescens*, *Serratia plymutica*, *Citrobacter frundii*, *Salmonella gallinarum* and *Salmonella arizonae*. *E. coli* was isolated with a prevalence of 66.67% from site 1 irrigation water followed by *Salmonella gallinarum* (50%). The main Enterobacteria isolated from site 2 were *Salmonella gallinarum* with a prevalence of 43.33%. The faecal contamination of the site 1 water samples was of animal origin and that for site 2 was of human origin.

Conclusions and application of findings: The water was not suitable for the irrigation of vegetables. They can represent a risk for consumers and thus carry out infectious diseases, some of which could spread and reach epidemic level which could lead to serious public health problems. To reduce the health risk associated with the consumption of contaminated vegetable, safer farming and irrigation practices are required. Preventive measures such as education of market gardeners on the harmful effects of contaminated water for irrigation of vegetables, and livestock grazing in areas of culture should be taken by the Ivorian authorities, to avoid in the future, spread of infectious diseases such as typhoid fever, bacillary dysentery, cholera ... in the Abidjan population.

Key words: irrigation water, lettuce, faecal contamination indicators, origin of contamination, Enterobacteria

INTRODUCTION

Ces deux dernières décennies, suite à une rapide urbanisation et à une forte concentration économique, l'agriculture s'est beaucoup développée dans les zones urbaines et périurbaines d'Afrique de l'ouest (Cissé *et al.*, 2005). Ces zones situées pour la plupart dans la zone tropicale humide sont favorables à la culture des fruits et légumes, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire des populations et à la création d'emplois pour de nombreux ménages à faibles revenus. Ainsi, dans la zone périurbaine d'Abidjan (Côte d'Ivoire), l'on assiste à un développement de la culture des légumes non loin des berges lagunaires et autres points marécageux (Koffi-Nevry *et al.*, 2011). Dans des contextes difficiles marqués notamment par le manque de moyens financiers pour l'approvisionnement en eau potable et en engrais de synthèse pour la fertilisation des sols, les maraîchers sont poussés à utiliser les eaux usées pour l'irrigation et les déjections d'animaux comme

engrais pour le sol (Amoah *et al.*, 2007; Petterson *et al.*, 2010). Ces pratiques pourraient favoriser une forte contamination des légumes par des microorganismes dont certains peuvent se révéler dangereux pour le consommateur. Selon Petterson *et al.* (2010), la consommation de fruits et légumes constitue un facteur de risque potentiel d'infection par des bactéries entéropathogènes telles que *Salmonella* et *Escherichia coli* O157. Des cas d'intoxications alimentaires liés à l'ingestion de légumes contaminés ont été identifiés un peu partout dans le monde (Ackers *et al.*, 1998; Wendel *et al.*, 2009; Berger *et al.*, 2009). Parmi les facteurs généralement impliqués dans la contamination des légumes figure l'eau d'arrosage (Mootian *et al.*, 1997; Petterson *et al.*, 2010; Koffi-Nevry *et al.*, 2011).

En Côte d'Ivoire, l'eau d'arrosage des produits maraîchers est constituée le plus souvent d'eau de lagunes et de puits (Koffi-Nevry *et al.*, 2011). Les déjections du bétail situé à proximité des cultures

maraisières peuvent contaminer l'eau avec des millions de *E. coli* et de Streptocoques fécaux. De plus les écoulements des eaux pluviales véhiculent aussi des microorganismes tels que *E. coli*, provenant en grande partie des défécations d'animaux domestiques ou sauvages (Koffi-Nevry et al., 2008). Il apparaît donc nécessaire d'évaluer les risques de pollution microbienne dérivant des eaux d'arrosage. Cette étude a été entreprise dans

cette visée et a pour but d'identifier d'une part, les entérobactéries responsables de la contamination de l'eau d'arrosage des légumes cultivés dans des zones de culture maraîchère de la ville d'Abidjan, et d'autre part de cerner l'origine de la contamination fécale de cette eau d'irrigation, afin d'évaluer les risques sanitaires liés à la consommation de ces légumes.

MATERIEL ET METHODES

Matériel d'étude : Le matériel d'étude est constitué de l'eau d'arrosage des légumes provenant de puits de 0,5 à 2 m de profondeur, appelés « ceanes, prélevée de deux grands sites de cultures maraîchères situés dans la zone péri-urbaine de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire).

Méthodes : Une enquête a été réalisée sur ces 2 sites situés dans la commune de Port-Bouet (site 1) et dans celle de Koumassi (site 2), afin de connaître les caractéristiques des maraîchers et cerner l'environnement de culture des légumes entre autres. La population d'étude comprend principalement des maraîchers. Les renseignements recueillis des répondants ont été exprimés en pourcentages. L'échantillonnage s'est fait en plongeant directement des bocal stériles de 100 ml chacun dans les céanes (puits peu profonds). Un bocal de 100 ml d'eau d'arrosage correspond à un échantillon. Sur chacun des sites, 3 puits ont fait l'objet de prélèvement, avec un échantillon d'eau par puits, soit 72 échantillons d'eau par site. Au total, 144 échantillons d'eau d'arrosage ont été prélevés pendant les 5 mois qu'ont duré les prélèvements. Les échantillons collectés ont été transportés à l'aide d'une glacière contenant de la glace jusqu'au laboratoire pour les analyses bactériologiques.

Analyses microbiologiques

Culture, Numération, et Isolement : Les méthodes décrites dans le Compendium of Methods for the Examination of Foods (Vanderzant et Splittstoesser, 1992) ont été utilisées pour l'énumération des microorganismes. La flore aérobie mésophile totale a été dénombrée avec la gélose Plate Count Agar (Oxoid CM 463 / 325); les coliformes totaux et les coliformes fécaux sur la gélose violet Rouge bile lactose (VRBL: Biomerieux, France). Les Entérobactéries ont été dénombrées sur le milieu Violet Rouge Bile Glucose (VRBG) (Oxoid, CM 485). Les streptocoques fécaux

ont été recherchés sur la gélose D-Coccosel (Biomerieux, France). *C. perfringens* a été recherché selon la norme ISO 7937 sur la gélose tryptone sulfite néomycine (TSN) (Biomerieux, France). Tous les tests ont été faits en duplicata. Les résultats ont été exprimés sous forme d'unité formant colonie par ml d'eau analysée (ufc/ml).

Identification des souches d'Entérobactéries : Les colonies représentatives des Entérobactéries ont été sélectionnées de manière aléatoire et repiquées par stries sur milieu approprié. Les souches bactériennes isolées ont été caractérisées en utilisant la galerie API 20 E. Les souches ont été identifiées par comparaison de leurs caractéristiques avec celles de taxons connus tels que décrits dans le Bergey's Manual for Determinative Bacteriology (Buchanan & Gibbons, 1974).

Détermination de l'origine de la contamination fécale (Borrego & Romero, 1982) : Selon ces critères définis par Borrego & Romero (1982), la contamination est d'origine animale si le rapport (R) coliformes fécaux (CF)/ streptocoques fécaux (SF) est inférieur à 0,7, et d'origine humaine si ce rapport est supérieur à 4. L'origine de la contamination est mixte à prédominance animale si R est compris entre 0,7 et 1 ; cette origine est incertaine si R est compris entre 1 et 2. L'origine de la contamination est mixte à prédominance humaine si R se situe entre 2 et 4.

Analyses statistiques : Les valeurs sont exprimées comme la moyenne de trois répétitions. Les données collectées sur les entérobactéries isolées selon le site de production ont été soumises à l'analyse de variance à un seul facteur (ANOVA). Pour déterminer si la fréquence des entérobactéries diffère selon le site de production, le test de Duncan a été utilisé au seuil de $\alpha = 0,05$.

RESULTATS

Les caractéristiques des producteurs de laitue sont présentées dans le tableau 1. La production de laitue est dominée par le sexe masculin (83,33% d'hommes pour le site 1 et 93,33% pour le site 2) dont l'âge varie entre 30 et 60 ans. Seulement 6 à 16 % de femmes sont intéressées par la culture de la laitue. Les maraîchers sont à 90% d'origine étrangère et à majorité Burkinabé (70 à 80%). 60 à 80% des répondants ont attesté ne pas avoir reçu une éducation scolaire de base (analphabètes) et 20 à 40% disent avoir le niveau d'étude primaire. Les maraîchers n'ont aucune notion

en matière d'hygiène si bien qu'aucun n'observe les pratiques élémentaires d'hygiène dans la production et la manipulation des légumes, en témoigne le niveau d'insalubrité sur les 2 sites de culture investigués (présence d'animaux, nombreuses activités humaines). Tous les producteurs (100%) interrogés utilisent l'eau de puits pour l'arrosage des légumes. De plus, 100% des maraîchers utilisent la fiente de volaille comme engrais pour la fertilisation des sols sur les 2 sites d'étude.

Table 1 : Caractéristiques des producteurs de laitue

		Site 1		Site 2	
		Fréquence	Pourcentage (%)	Fréquence	Pourcentage (%)
Age (années)	<30	07	23,33	06	20
	30 – 60	20	66,67	23	76,67
	> 60	03	10	01	33,33
Sexe	Homme	25	83,33	28	93,33
	Femme	05	16,67	02	06,67
Nationalité	Ivoirienne	03	10	00	00
	Burkinabé	21	70	24	80
	Maliennne	06	20	06	20
Niveau d'étude	Analphabètes	18	60	24	80
	Niveau primaire	12	40	06	20
Source de l'eau d'arrosage	- puits	30	100	30	100
	- lagune	00	00	00	00
Type d'engrais	Fiente de volaille	30	100	30	100
	Artificiel	00	00	00	00

Le tableau 2 donne la fréquence et la charge moyenne des bactéries déterminées. Les charges en coliformes fécaux, streptocoques fécaux et *C. perfringens* sont respectivement de 10^4 germes / 100 ml; $2,1.10^4$ germes / 100 ml et $7,4.10^2$ germes / 100 ml pour le site 1, tandis que celles du site 2 sont respectivement de

$4,6.10^4$ germes / 100 ml; $5,6.10^3$ germes / 100 ml et 9.10^2 germes / 100 ml. Les échantillons du site 2 sont plus chargés en coliformes fécaux et en *Clostridium perfringens* que ceux du site 1, qui sont au contraire plus chargés en streptocoques fécaux.

Table 2 : Fréquence et charges moyennes des bactéries recherchées pour 100 ml d'eau d'arrosage.

	Site 1		Site 2	
	Charge (ufc/ ml)	Fréquence	Charge (ufc/ ml)	Fréquence
Germes aérobies mésophiles	$4,4.10^8 \pm 3,3.10^7$	100%	$1,4.10^8 \pm 5,1.10^7$	100%
Coliformes fécaux	$10^4 \pm 2,4.10^3$	100%	$4,6.10^4 \pm 1,2.10^4$	100%
Streptocoques fécaux	$2,1.10^4 \pm 2,7.10^3$	100%	$5,6.10^3 \pm 2,1.10^3$	100%
<i>Clostridium perfringens</i>	$7,4.10^2 \pm 8.10^1$	100%	$9.10^2 \pm 3,2.10^2$	100%
Entérobactéries	$9,6.10^4 \pm 1,4.10^3$	100%	$9,4.10^4 \pm 1,2.10^2$	100%

Le tableau 3 montre la fréquence des Entérobactéries isolées de l'eau d'arrosage. Un total de 37 souches appartenant à 6 genres a été isolé des échantillons analysés. Ces souches ont été identifiées comme étant *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Proteus vulgaricus*, *Serratia marcescens*, *Serratia plymutica*, *Citrobacter frundii*, *Citrobacter diversus*, *Salmonella gallinarum* et *Salmonella arizonae*. Sur le site 1, *E. coli* a été isolée avec une fréquence de 66,67% suivie de *Salmonella gallinarum* (50%), tandis que sur le site 2,

Salmonella gallinarum a été l'espèce la plus fréquente (43,33 %). Pour ce qui concerne *E. coli* et *Salmonella galinarum*, il existe une différence significative entre les échantillons d'eau du site 1 et ceux du site 2. *Serratia marcescens* a été isolée avec la même fréquence sur les 2 sites de production. *Enterobacter aerogenes*, *Proteus vulgaricus*, *Citrobacter frundii* et *Salmonella arizonae* n'ont pas été détectées dans l'eau d'arrosage du site 1.

Table 3 : Fréquence des Entérobactéries isolées de l'eau d'arrosage des légumes

	Site 1		Site 2	
	Distribution	Fréquence (%)	Distribution	Fréquence (%)
<i>Escherichia coli</i>	20	66,67 ^a	03	10 ^e
<i>Enterobacter aerogenes</i>	00	-	08	26,26 ^d
<i>Proteus vulgaricus</i>	00	-	03	10 ^e
<i>Serratia marcescens</i>	10	33,33 ^c	10	33,33 ^c
<i>Serratia plymutica</i>	05	16,67 ^d	05	16,67 ^d
<i>Citrobacter frundii</i>	00	-	05	16,67 ^d
<i>Salmonella gallinarum</i>	15	50 ^b	13	43,33 ^c
<i>Salmonella arizonae</i>	00	-	18	60 ^b

La même lettre sur les valeurs d'une ligne signifie que ces valeurs ne sont pas significativement différentes ($\alpha > 0,05$). - : non identifié

Le tableau 4 indique l'origine de la contamination fécale de l'eau d'arrosage de la laitue. Le rapport CF/SF est de 0,48 pour le site 1 et de 8,21 pour le site 2. Ces résultats soulignent que la contamination fécale de

l'eau du site 1 serait strictement d'origine animale (CF/SF<0,7) alors que celle du site 2 serait strictement humaine (CF/SF>4).

Table 4 : Origine de la contamination fécale des eaux d'arrosage

	Site 1	Site 2
Coliformes fécaux (CF)	$10.10^3 \pm 2,4.10^3$	$46.10^3 \pm 12.10^3$
Streptocoques fécaux (SF)	$21.10^3 \pm 2,7.10^3$	$5,6.10^3 \pm 2,1.10^3$
Moyenne CF/SF	0,48	8,21
Origine	Strictement animale	Strictement humaine

DISCUSSION

L'étude effectuée a montré que les femmes ne sont pas actives dans le maraîchage. Une telle observation a été également faite par Kenmongue et al. (2010) qui ont montré que dans le bas fond du bassin versant de l'Abiergue (Yaoundé-Cameroun), le maraîchage est pratiqué à majorité par des hommes (77% contre 23% de femmes). La faible représentativité des femmes dans la production maraîchère pourrait être liée en grande partie à la pénibilité des pratiques d'irrigation dominée par un travail manuel. Les causes pouvant favoriser la pratique de cette activité chez les femmes sont certainement le manque d'emploi et les habitudes

alimentaires. Toutefois, les femmes restent chargées de la commercialisation de la laitue sur les marchés. Cette situation s'explique par le fait que certaines femmes sont des chefs de ménage. Comme le soutient Dieye (2006), cette activité souvent informelle se révèle comme une réponse aux problèmes alimentaires en contribuant à la sécurité alimentaire des populations urbaines et à la création d'emplois pour les couches vulnérables.

La pollution fécale des eaux d'irrigation pourrait être due à l'insalubrité des lieux de cultures, situés non loin de dépôts d'ordures ménagères et des caniveaux. Ceci

est en accord avec les observations faites par Mattys *et al.* (2006) lors de leurs travaux sur le réseau social des maraîchers à Abidjan. La technique agricole pratiquée par la plupart des maraîchers joue également un rôle important dans la contamination des eaux d'irrigation. En effet, les maraîchers utilisent en quantité importante les fientes de volailles (parfois fraîches) comme engrais pour la fertilisation des sols. Cette pratique agricole favoriserait une contamination fécale permanente de l'eau d'arrosage qui provient de puits peu profonds et non couverts. De telles eaux d'arrosage peuvent ainsi propager dans les cultures de nombreux microorganismes pathogènes tels que *E. coli*, *Salmonella*, *Vibrio cholerae*, *Shigella* ou encore les virus de Norwalk et de l'hépatite A (Pettersson *et al.*, 2010 ; Koffi-Nevry *et al.*, 2011).

Dans cette étude, la présence des entérobactéries pourrait être due aux conditions précaires d'hygiène dans lesquelles les légumes sont cultivés comme l'ont déjà stipulé Amoah *et al.*, (2007) après plusieurs travaux sur les légumes. Les sérovars de *Salmonella enterica* font partie des bactéries pathogènes posant de graves problèmes de santé chez l'humain (Berger *et al.*, 2010). La présence des streptocoques fécaux et de *Clostridium perfringens* dans l'eau d'arrosage des légumes peut être due au fait que ces germes sont très résistants dans l'environnement (Stine *et al.*, 2005).

La pollution fécale d'origine strictement animale des eaux de puits du site 1 serait due à la présence d'élevage d'animaux tels que les bœufs à proximité de

ce site. En outre, d'autres animaux (margouillats, oiseaux migrateurs, chiens, chats) y sont permanemment. Leurs excréta sont acheminés par les eaux de ruissellement de pluie vers les puits (Koffi-Nevry *et al.*, 2011). Des observations similaires ont été faites par Ackers *et al.* (1998) lors de leur étude sur la contamination de la laitue par *E. coli*.

L'origine humaine de la contamination fécale des eaux de puits du site 2 serait le fait de sa localisation en bordure de la lagune Ebrié, réceptacle principal des eaux usées de la ville d'Abidjan. Elle est aussi un lieu de défécation pour les populations riveraines (Sackou *et al.*, 2006 ; Koffi-Nevry *et al.*, 2008). Les puits étant situés à proximité de la lagune, ils sont directement contaminés par les bactéries, mais aussi par des virus, des protozoaires, des nématodes...comme indiqué par Kifuani (2004).

Les risques de contamination des légumes consommables crus existent donc en Côte d'Ivoire. En effet, ces légumes peuvent véhiculer de nombreuses maladies infectieuses telles que les gastroentérites, la fièvre typhoïde, le choléra....surtout que selon les travaux de Sackou *et al.* (2006) réalisés en Côte d'Ivoire, 44% des consommateurs n'utilisent aucun désinfectant pour le lavage des légumes consommables crus. Cette attitude les expose aux toxico-infections alimentaires. Les conditions dans lesquelles les légumes sont produits, récoltés et distribués peuvent donc porter atteinte à la santé du consommateur.

CONCLUSION

Les eaux destinées à l'arrosage dans les deux zones de cultures maraîchères investiguées sont non appropriées pour l'irrigation des légumes ; ce qui peut expliquer la forte présence de la fièvre typhoïde en Côte d'Ivoire. Des mesures préventives devraient être

prises le plus rapidement possible par nos autorités pour éviter dans l'avenir, la prolifération de maladies infectieuses telles que la fièvre typhoïde, la dysenterie bacillaire, le choléra au sein de la population abidjanaise.

RÉFÉRENCES

- Ackers ML, Mahon BE, Leahy E, Goode, B, Damrow, T, Hayes, PS, 1998. An outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections associated with leaf lettuce consumption. J Infect Dis 177: 1588–1593.
- Amoah P, Drechsel P, Henseler M, Abaidoo RC, 2007. Irrigated urban vegetable production in Ghana: microbiological contamination in farms and markets and associated consumer risk groups. J. Water Health 5 (3): 455-466.
- Berger CN, Shaw RK, Brown DJ, Mather H, Clare S, Dougan G, Pallen MJ, Frankel G, 2009. Interaction of *Salmonella enterica* with basil and other salad leaves. Multidisciplinary Journal of Microbial Ecology 3(2):261-265.
- Berger CN, Sodha SV, Shaw RK, Griffin PM, Pink D, Hand P, Frankel G, 2010. Minireview: Fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens. Environ. Microbiol. 12: 2385-2397.
- Borrego A F and Romero P, 1982. Study of microbiological pollution of malaga littoral area II, Relationship between fecal coliforms and

- fecal streptococci, VI^{ème} journée études. Pollution Cannes. pp 561-569.
- Buchanan RE and Gribbons NE, 1974. *Bergey's manual of determinative bacteriology*, 8^e édition. Baltimore (US): Williams and Wilkins,.
- Cissé O, Gueye NFD, Sy M, 2005. Institutional and legal aspect of urban agriculture in French-speaking West Africa: from marginalisation to legitimization. *Environment and urbanization* p17.
- Dieye BM, 2006. *Le financement de la production maraîchages : l'exemple de la zone de Potou (Sénégal)*, BIM, février N° 15, 6p.
- Kenmongue GR, Rosillon F, Mpakam HG, Nono A, 2010. Enjeux sanitaires, socio-économiques et environnementaux liés à la réutilisation des eaux usées dans le maraîchage urbain : cas du bassin versant de l'Abiergué (Yaoundé-Cameroun), 25p.
- Kifuani KM, 2004. Etude de la qualité des eaux, des effluents d'eaux usées domestiques, Mémoire de DES, facultés des sciences, UNIKIN, République démocratique du Congo, 65p.
- Koffi-Nevry R., Manizan NP, Wognin AS, Koussemon M, Koffi OS, Kablan T, Kakou C, 2008. Caractérisation de la Répartition Spatio-Temporelle des Bactéries à l'interface Eau-Sédiment D'une Lagune Tropicale : Cas de la Baie du Banco, Abidjan, Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research* 21: 164-174.
- Koffi-Nevry R, Assi-Clair BJ, Koussemon M, Wognin AS, Coulibaly N, 2011. Potential Enterobacteria risk factors associated with contamination of lettuce (*Lactuca sativa*) grown in the peri urban area of Abidjan (Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 5(1): 279-90.
- Mattys B, Adiko A, Cissé G, Tschannen AB, Tanner M, Wyss K, Utzinger J, 2006. Le réseau social des maraîchers à Abidjan agit sur la perception préoccupations et des risques sanitaires liés à l'eau. *Magazine agriculture* 2-7.
- Mootian G, Wu WH, Matthews KR, 1997. Transfer of *Escherichia coli* O157:H7 from soil, water, and manure contaminated with low numbers of the pathogen to lettuce plants. *Dairy Sci* 80(10): 2673-81.
- OMS, 1989. Lignes directives pour l'usage sûr des eaux usées et excréta en agriculture et en aquaculture. Rapport d'un groupe scientifique de l'OMS, Genève, 82p.
- Petterson SR, Ashbolt NJ, Sharma A, 2010. Microbial risks from wastewater irrigation of salad crops: a screening-level risk assessment. *J Food Sci* 75(5): 283-290.
- Sackou KJ, Claon JS, Oga AS, Aguessi KT, Lorougnon D, Diby Y, Kouadio KI, 2006. Qualité sanitaire des laitues cultivées à Abidjan. *Microbiol. hyg. Alim.* 18 (52): 48-50.
- Stine SW, Song I, Choi CY et Gerba C, 2005. Effect of relative humidity on preharvest survival of bacterial and viral pathogens on the surface of cantaloupe, lettuce and bell peppers. *Journal of food protection* 68 (7): 1352-1358.
- Vanderzant C, Spittstoesser DF, 1992. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (3rd Edn) Edwards Brothers, 3, Edition. Amer. Public Health Assoc., Washington. USA.
- Wendel AM, Johnson DH, Sharapov U, Grant J, Archer JR, Monson T, 2009. Multistate outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infection associated with consumption of packaged spinach, August–September 2006: the Wisconsin investigation. *Clin. Infect. Dis.* 48: 1079-1086.