



Influence de quelques sources bactériologiques de contamination sur la qualité de la laitue consommée à Maroua (Cameroun), identification des entérobactéries

[REDACTED]

<https://doi.org/10.35759/JABs.154.9>

RESUME

Objectifs : L'objectif de cette étude est d'évaluer l'influence de quelques sources de contamination bactériologiques et d'identifier quelques entérobactéries présentes sur la laitue cultivée à Maroua.

Méthodologie et résultats : Les échantillons d'eau, de sol et de laitue ont été prélevés sur 10 sites de production de la laitue dans la ville de Maroua. Les analyses physico-chimiques des eaux d'arrosage portant sur la température, le pH, la conductivité électrique (CE), la salinité et les solides totaux dissous (STD) ont été effectuées. Au cours des analyses microbiologiques, le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale, des *Clostridium* sulfitoréducteurs, des coliformes totaux et fécaux, des salmonelles, des streptocoques fécaux a été effectué et les entérobactéries ont ensuite été identifiées. Les analyses physico-chimiques ont permis d'obtenir des valeurs moyennes de 31,7°C ; 6,67 ; 633,6 μ S/cm ; 315,1 ppm et 269,8 mg/mL respectivement pour la température, le pH, CE ; la salinité et STD. Les analyses microbiologiques ont révélé les abondances de FMAT moyennes de 10,8 ; 9,84 et 10,46 LogUFC/mL, respectivement pour les échantillons de sol, de laitue et d'eau. Les streptocoques fécaux ont été détectés dans tous les échantillons de sols ; 80% échantillons de laitue et 70% d'échantillons d'eau. Les concentrations moyennes en coliformes totaux sont de 2,70 LogUFC/g (sol) ; 2,51 LogUFC/g (laitue) et 2,01 LogUFC/mL (eau) tandis que celles des coliformes fécaux sont de 1,74 LogUFC/g (sol) ; 1,80 LogUFC/g (laitue) et 0,55 LogUFC/ml (eau). Les *Clostridium* sulfitoréducteurs ont été détectés dans tous les échantillons de sol, dans 60% d'échantillons de laitue et dans 20% d'échantillons d'eau. Les espèces d'entérobactéries telles que *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Citrobacter freundii*, et *Serratia marcescens* ont été isolées et identifiées de la laitue.

Conclusion et application des résultats : La qualité de la laitue consommée à Maroua est ainsi fortement influencée par le type d'amendement des sols et l'eau d'arrosage. Il est vivement recommandé aux consommateurs et aux vendeurs de désinfecter la laitue avant toute consommation compte tenu de l'abondance de bactéries.

Mot clés : Contamination bactériologique, laitue, Entérobactéries, Maroua

ABSTRACT

Objectives: The objective of this study is to assess the influence of sources of bacterial contamination and to identify some enterobacteria present on lettuce grown in Maroua.

Methodology and results: Water, soil and lettuce samples were taken from 10 lettuce production sites in the city of Maroua. Physico-chemical analysis of sprinkler water was performed on temperature, pH, electrical conductivity (CE), salinity and total dissolved solids (TDS). During the microbiological analysis, the enumeration of the total mesophilic aerobic flora (TMAF), sulfite-reducing Clostridium, total and fecal coliforms, salmonella, faecal Streptococcus was carried out and the enterobacteria were then identified. The physico-chemical analyzes revealed average values of 31.7 ° C; 6.67; 633.6 μ S / cm; 315.1 ppm and 269.8 mg / mL respectively for temperature, pH, EC; salinity and TDS. Microbiological analyzes revealed the mean TMAF abundances of 10.8; 9.84 and 10.46 LogUFC/mL, respectively for soil, lettuce and water samples. Faecal streptococci were detected in all soil samples; 80% lettuce samples and 70% water samples. The average total coliform concentrations are 2.70 LogUFC/g (soil); 2.51 LogUFC/g (lettuce) and 2.01 LogUFC/mL (water) while those of fecal coliforms are 1.74 LogUFC/g (soil); 1.80 LogUFC/g (lettuce) and 0.55 LogUFC/ml (water). sulfite-reducing Clostridium was detected in all soil samples, in 60% of lettuce samples and in 20% of water samples. Enterobacteria such as *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Citrobacter freundii*, and *Serratia marcescens* were isolated and identified from lettuce.

Conclusion and application of results: The quality of the lettuce consumed in Maroua is thus strongly influenced by the type of soil improvement and the irrigation water. Consumers and sellers are strongly advised to disinfect lettuce before consumption due to the abundance of bacteria.

Keywords: Bacteriological contamination, lettuce, Enterobacteriaceae, Maroua

INTRODUCTION

Les zones urbaines et périurbaines d'Afrique 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 (Koffi-Nevy *et al.*, 2012). C'est le cas des villes camerounaises en général et celle de Maroua en particulier marquée, au cours de ces dix dernières années par la colonisation des proximités de rivières à des fins agricoles, avec une nette prédominance du maraîchage. Les spéculations cultivées par les maraîchers de la zone périurbaine de Maroua sont diversifiées (tomates, piment, laitue, carottes, oignons) et la plupart des cultures bouclent deux à trois cycles par an (Seignobos *et al.*, 2000; Dauvergne, 2011). Les agriculteurs se concentrent ainsi sur la production de celles qui ont une faible durée de rotation (exemple, la laitue) car, elles s'écoulent assez facilement et sont très appréciées par les consommateurs (Nchoutnj *et al.*, 2009). Dans la zone périurbaine de Maroua (Cameroun) et, en raison des difficultés financières auxquelles font face les producteurs, l'épandage d'engrais naturels est fréquent sur les sites de production des

légumes africains, salades et tabac (Seignobos *et al.*, 2000). Cependant, de nombreux produits maraîchers dont *Lactuca sativa* sont souvent consommés crus ; ce qui amplifie les dangers auxquels sont exposés les consommateurs de ces denrées. En effet, en cas d'utilisation de déchets d'animaux sur les cultures maraîchères (dont les feuilles sont consommées), certains microorganismes pathogènes contaminent préférentiellement les parties foliaires (Niang, 1996 ; RECORD, 2011). Des cas d'intoxications alimentaires liés à l'ingestion de légumes contaminés ont été identifiés un peu partout dans le monde (Panisset *et al.*, 2003 ; Berger *et al.*, 2009 ; Tanouti, 2016). Une étude préliminaire sur la qualité microbiologique de la laitue dans le marché et celle prête à être consommée dans la ville de Maroua a été initié par Maiworé *et al.*, (2017). Leurs résultats ont révélé l'existence des coliformes et autres entérobactéries dans la laitue, qui n'ont par ailleurs pas été identifiées. La contamination des produits maraîchers est souvent liée à plusieurs facteurs parmi lesquels figure la qualité de l'eau d'arrosage (Petterson *et al.*, 2010 ; Alio *et al.*, 2017). A Maroua,

cette eau d'arrosage des produits maraîchers est constituée le plus souvent d'eau de puits (Seignobos *et al.*, 2000). L'intégration parfaite entre agriculture et élevage peut contaminer l'eau avec des millions de *Escherichia coli* et de Streptocoques fécaux (Nchoutnji *et al.*, 2009). 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). Tous ces facteurs ne garantissent donc pas la qualité sanitaire de *Lactuca sativa* produit à Maroua. Mais le problème de la présence de pathogènes arrive souvent plus loin dans la liste des priorités des problèmes à résoudre dans les aliments. Compte tenu du manque de moyens financiers pour l'approvisionnement en eau potable et en engrais de synthèse, les maraîchers sont amenés à utiliser les eaux usées pour l'irrigation et

les déjections d'animaux comme fertilisants 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. La surveillance de la qualité microbiologique de la laitue est une nécessité afin de garantir leur conformité et prévenir ainsi la survenue de toxico-infections alimentaires. La présente étude a pour but d'évaluer l'influence de quelques sources bactériologiques de contamination sur la qualité de la laitue dans la ville de Maroua et par ma même occasion d'identifier quelques entérobactéries de ces laitues.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site d'étude et échantillonnage : Cette étude a été réalisée sur une période de 05 mois allant du mois de février à mai 2018 dans la ville de Maroua (Cameroun). Cette ville est située entre le 10°35'27" de latitude Nord et le 14°19'57" de longitude Est. Les échantillons de laitue, d'eau et de sol ont été prélevés sur 10 sites de production maraîchère appartenant à 4 quartiers : Domayo (S5, S6, S8), Zourbaïwo (S1), Hardé (S2, S3, S4, S7, S9) Comice (S10). Les échantillons d'eau ont été prélevés en plongeant directement des flacons stériles en polyéthylène de 100 ml dans les puits. Les échantillons de sol ont été prélevés en creusant le sol sur 10 à 15 cm de profondeur. Après homogénéisation,

à l'aide d'une spatule stérile, environ 10g de sol ont été prélevés. Pour les échantillons de laitue. Deux pieds de plante ont été coupés à la base à l'aide d'un couteau flambé à l'alcool puis emballée dans des sachets stériles. Tous les échantillons ont ensuite été conservés dans une enceinte réfrigérée (glacière) contenant des carboglaces puis acheminés directement au laboratoire et analysés immédiatement. Une enquête a été réalisée sur 10 sites et auprès de 50 maraîchers dans le but d'avoir des informations sur l'eau et les engrais utilisés dans les champs. Les renseignements recueillis des enquêtés ont été exprimés en pourcentages.

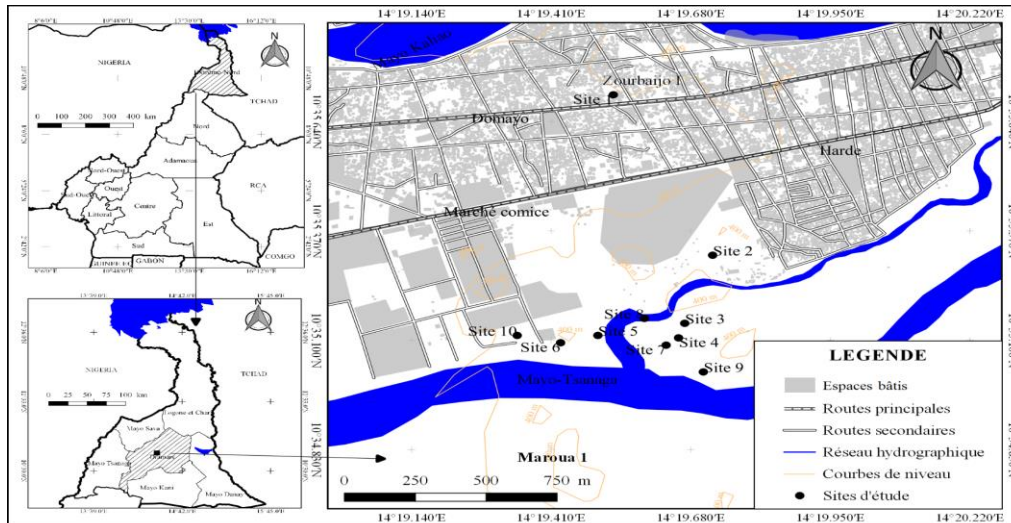


Figure 1: Sites de prélèvement des échantillons

Analyse physico-chimique de l'eau d'arrosage : La température, le pH, la conductivité électrique, la salinité et les solides totaux dissous (SDT) ont été mesurés *in situ* en plongeant les électrodes d'un testeur multifonctionnel de marque EXTECH (EC500) directement dans l'échantillon. La lecture a été faite quelques minutes après immersion de l'électrode dans l'eau d'arrosage.

Analyses microbiologiques

Préparation des échantillons : Les échantillons d'eau ont été directement utilisés dans les dilutions. Environ 4g d'échantillon de sol et 25g de laitue ont été pesés de façon aseptique et introduits respectivement dans 36 mL et 225mL d'eau peptonée. Tous les mélanges ont été homogénéisés et les surnageant obtenus ont été considérés comme solution mère. Les dilutions décimales ont ensuite été effectuées en prélevant 1mL d'échantillon de chaque solution mère et en la mélangeant à 9mL d'eau peptonnée stérile. Cette opération a été faite plusieurs fois jusqu'à obtenir la dilution voulue.

Culture microbienne : Des différentes dilutions, un volume de 100 µL d'échantillon a été prélevé etensemencé sur divers milieux de culture et incubées à des températures adéquates. La flore aérobie mésophile totale a été obtenue en ensemençant les échantillons sur le PCA (Plate Count Agar (Oxoid, Basingstoke, UK) et en incubant les boîtes de pétri à 30°C pendant 72 h dans une étuve (ISO, 2013). Les boîtes dont le nombre de colonies est compris entre 30 et 300 ont été considérées et le résultat exprimé en UFC (Unité Formant Colonies) par gramme. Au cours du test présomptif, les coliformes fécaux et totaux a été obtenus en ensemençant chaque

échantillon sur la gélose violet Rouge bile lactose (VRBL, Biomerieux, France). Les boîtes ont été incubées pendant 24h, à 37°C pour les coliformes totaux et 44°C pour les coliformes fécaux. Seules les colonies pourpres de 0.5 mm de diamètre et ayant une auréole matérialisant la précipitation de l'acide biliaire ont été comptées. Pour le test de confirmation, les colonies sélectionnées ont été transférées dans des tubes contenant du bouillon lactose au vert brillant pour les coliformes totaux et le bouillon de Lauryl tryptose pour les coliformes fécaux. Tous ces tubes ont été incubés à 35°C et la production de gaz a été examinée après 24 et 48h (Food and Drug Administration, 2001). Le dénombrement des streptocoques fécaux a été effectué par ensemencement de 100 µL d'échantillon sur la gélose Slanetz et Bartley. Les boîtes ont été incubées à 44 °C pendant 24 à 48 heures dans une étuve puis dénombrées en considérant les colonies de taille moyenne, roses, rouges violacées ou marrons sans auréole blanche. Les *Clostridium* sulfito-réducteurs ont été mis en évidence en introduisant dans des tubes à vis, 1mL d'échantillon à analyser porté à 80°C au bain-marie pendant 10 minutes pour détruire les formes végétatives. Ensuite, 9 mL de milieu Tryptone Sulfite-neomycine (TSN, Biomerieux, France) en surfusion ont été ajoutés aux échantillons puis homogénéisés. Au mélange rapidement refroidi, 2mL de paraffine ont été ajoutés. Les tubes ont ensuite été incubés à 37°C pendant 24 à 48 heures (ISO 7937, 2004). Toute colonie noire ou entourée d'un halo noir a été considérée. Tous les tests ont été faits en duplicata. Les résultats ont été exprimés en unité formant colonie par ml d'eau analysée (UFC/mL) et par g de sol ou de laitue analysée (UFC/g).

Identification des entérobactéries : Les entérobactéries issues des échantillons de laitue ont été sélectionnées de manière aléatoire et repiquées en stries sur milieu MacConkey (BH050/F, 2003) et la gélose éosine au bleu de méthylène (EMB, BK056/F, 2001). Une caractérisation des colonies a été faite en effectuant l'examen macroscopique, consistant à décrire les caractères culturels des colonies bactériennes sur leurs milieux d'isolement. L'examen microscopique des cellules bactériennes à l'état frais, la coloration de Gram, le test de la catalase et l'oxydase ont ensuite été faits. Cette caractérisation était suivie des tests biochimiques

sur galeries Api 20 E. Les souches ont été identifiées par comparaison de leurs caractéristiques avec celles de taxons connus tels que décrits dans le manuel bio Mérieux SA.

Analyses des données : Le traitement des données d'enquêtes auprès des maraîchers s'est fait grâce aux logiciels IBM SPSS 23, et Microsoft Office Excel. Grâce au logiciel IBM SPSS 23, les corrélations entre les différentes charges en populations bactériennes et les paramètres physico-chimiques du milieu ont été déterminées par utilisation du test de coefficient de corrélation de Spearman (r).

RÉSULTATS

Les résultats des enquêtes (Tableau 1) révèlent que la production de la laitue est pratiquée par les femmes (100%). Bien que mariées dans la majorité (68%), elles ont un niveau d'éducation très bas 46% sont carrément analphabètes, 24% ont arrêté les études au cycle primaire, 30% ont fait le premier cycle de l'enseignement secondaire. Les maraîchères ont pour la plus part plus de 3 enfants (60%). Toutes (100%) utilisent de l'eau du puits pour arroser leurs plantes, utilisent l'arrosoir manuel et, toutes consomment leurs produits maraichers. Par ailleurs, parmi ces femmes, 44% ont déjà souffert de la fièvre typhoïde, 22% ont souffert de la

dysenterie et 34% ont souffert de la diarrhée. Environ 64,0% des productrices de laitue utilisent la bouse de bœufs comme fertilisant des sols, 32% utilisent en association l'engrais chimique et la bouse de bœufs ; enfin, 4% utilisent uniquement l'engrais chimique pour fertiliser le sol. Les maraîchères dans leur grande majorité (82%) utilisent les pesticides pour tuer et chasser les insectes (Figure 2). La laitue récoltée n'est pas lavée dans la plupart des cas (56%) et est emballée dans des sacs plastiques de récupération pour être vendue (91%).



Figure 2: Epandage des pesticides dans l'eau et arrosage de la laitue en champs
a : Bouse de bœuf pour fertilisation du sol ; b : épandage de pesticide ; c : arrosage

Tableau 1 : Résultats des enquêtes

Critères		Fréquence	Pourcentage
Sexe	Hommes	0	0
	Femmes	50	100
Situation matrimoniale	Marié (e)	34	68,0
	Célibataire	8	16,0
	Divorcé (e)	5	10,0
	Veuf (ve)	3	6,0
Nombre d'enfants	0-3	20	40
	Plus de 3	30	60
Religion	Chrétien(ne)	39	78,0
	Musulman(ne)	11	22,0
Niveau d'éducation	Analphabètes	23	46
	Primaire	12	24
	Secondaire	15	30
Superficie exploitée	1/8 ha	33	66,0
	½ ha	17	34,0
Propriétaire des parcelles	Oui	10	20
	Non	40	80
Fertilisant utilisé	Engrais	2	4
	Bouse de vache	32	64
	Engrais de synthèse +bouse	16	32
Utilisation de pesticides	Oui	41	82
	Non	9	18
Eau d'arrosage	Puits	50	100
	Autre	0	0
Matériel utilisé pour l'arrosage	Arrosoir manuel	50	100
Emballage plastique	Oui	50	100
Consommation par les maraîchers	Oui	50	100
Maladies	Fièvre typhoïde	22	44
	Dysenterie amibienne	11	22
	Diarrhées	17	34

Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'arrosage : Les résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux d'arrosage sont représentés dans le tableau 2. Il en ressort que les températures de ces eaux sont comprises entre 30,1 (S7) et 34,6°C (S9), le pH des eaux varie de 6,15 (S1) à 6,99 (S3, S4, S8, S9). La conductivité électrique des échantillons d'eau a des valeurs

comprises entre 241 (S5) et 2730µS/cm (S1), ces valeurs sont inférieures à 3000 µS/cm, valeur limite selon la norme établie par la FAO (2009). La salinité est comprise entre 116±10 (S5) et 116±10 ppm (S1) tandis que la concentration de solides totaux dissouts (STD) est comprise entre La charge saline totale dissoute des eaux souterraines (TDS) est comprise entre 129 mg/L et 1080 mg/L tandis que la salinité varie de 116 ppm à 416 ppm.

Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques des eaux d'arrosage

Sites	T(°C)	pH	CE (µS/cm)	Salinité (mg/L)	STD (ppm)
S1	32±1 ^c	6,15±0,05 ^a	2730±10 ⁱ	1320±5 ⁱ	1080±3 ^h
S2	30,7±0,3 ^{ab}	6,97±0,27 ^b	566±10 ⁱ	284±10 ^h	226±1 ^g
S3	31,2±0,2 ^b	6,99±0,09 ^b	371±9 ^e	186±6 ^{cd}	152±7 ^c
S4	32,4±0,3 ^{cd}	6,99±0,29 ^b	337±7 ^c	197±7 ^d	160±11 ^c
S5	30,4±0,6 ^a	6,24±0,16 ^a	241±10 ^a	116±10 ^a	228±1 ^g
S6	32,6±0,3 ^{cd}	6,27±0,08 ^a	422±7 ^f	217±1 ^e	177±3 ^d
S7	30,1±0,2 ^a	6,98±0,08 ^b	461±1 ^g	232±6 ^f	195±5 ^e
S8	33,10±0,2 ^d	6,99±0,19 ^b	355±5 ^d	177±10 ^c	141±7 ^b
S9	34,6±0,5 ^e	6,99±0,04 ^b	323±12 ^b	163±3 ^b	129±3 ^a
S10	30,1±0,4 ^{ab}	6,17±0,07 ^a	530±5 ^h	256±3 ^g	210±8 ^f

Les valeurs suivies des lettres différentes sont significativement différentes pour p< 5%.

Les abondances moyennes de la FMAT sont très variables d'un site à un autre en fonction des échantillons à analyser (sol, laitue et eau). Elles varient également d'un site à un autre (Figure 3). Ces valeurs sont comprises entre 8,41 (S3) et 13,74 LogUFC/g (S1) pour le sol; entre 4,76 (S3) et 13,02 LogUFC/g (S1) pour la laitue et, entre 6,34 (S1) et 13,57 LogUFC/mL (S1) pour l'eau. Dans l'ensemble, la flore totale est plus

abondante dans les échantillons de sols tandis que, elle est moins abondante dans les échantillons de laitue. Les échantillons du site S1 sont les plus contaminés tandis que les échantillons des sites 2 et 3 sont les moins contaminés, qu'on soit en présence de la laitue de l'eau ou des sédiments. Pour l'ensemble des 3 types d'échantillons, une différence significative au seuil de 5% a été observée.

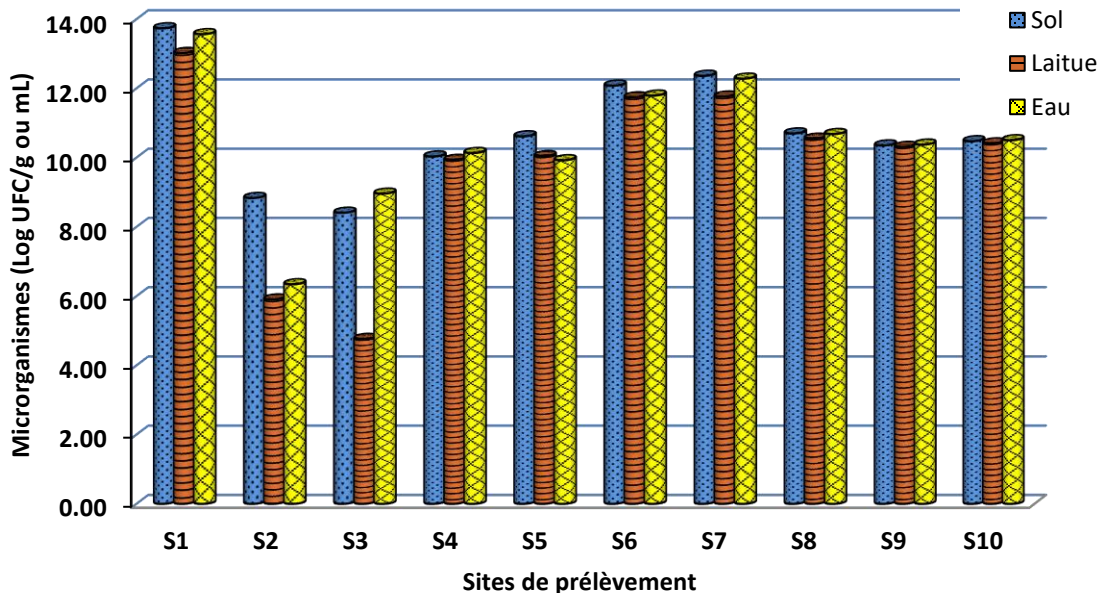


Figure 3 : Flore totale dans les échantillons de sol, d'eau et de laitue

La recherche des coliformes fécaux, coliformes totaux et des streptocoques fécaux sur les échantillons de sol, de laitue et de l'eau d'arrosage des différents sites a permis d'obtenir les résultats consignés dans le tableau 3. Une analyse de ce dernier révèle que les abondances en streptocoques fécaux sont comprises entre $0,26 \pm 0,24$ et $2,68 \pm 0,01$ LogUFC/g pour le sol; $0,46 \pm 0,15$ et $2,16 \pm 0,03$ LogUFC/g pour la laitue et $1,38 \pm 0,02$ et $2,22 \pm 0,02$ LogUFC/mL pour l'eau d'arrosage. Les streptocoques fécaux ont été détectés dans tous les échantillons des sols analysés avec la plus grande valeur sur le site S4. Cette flore n'a pas été détectée dans les échantillons de laitue issus des sites S1 et S3 (soit 20%) et ceux issus des sites S1, S2, S4, S5, S6, S8 et S10 d'eau (soit 70%). Les valeurs moyennes des coliformes totaux sont comprises entre $2,13 \pm 0,05$ et $3,56 \pm 0,02$ LogUFC/g pour le sol; entre $1,28 \pm 0,02$ et $3,38 \pm 0,00$ LogUFC/g pour la laitue; entre $0,95 \pm 0,10$ et $3,58 \pm 0,01$

LogUFC/mL pour l'eau. Cette catégorie de microorganismes n'a pas été détectée dans les échantillons de laitue du site S5 (10%). Les valeurs les plus élevées ont été obtenues sur le site S1 pour tous les types d'échantillons et de sites.

Les coliformes fécaux varient de $0,30 \pm 0,0$ à $2,89 \pm 0,01$ LogUFC/g dans les échantillons des sols; de $1,41 \pm 0,10$ à $2,63 \pm 0,03$ LogUFC/g pour les échantillons de laitues et de $0,26 \pm 0,24$ à $1,79 \pm 0,01$ LogUFC/mL pour l'eau des puits. Cette flore a été dénombrée dans tous les échantillons de sol analysés mais, elle n'a pas été détectée dans les échantillons S2, S3, S4, S5 et S7 d'eau et S5 de laitue (Soit 60%). L'échantillon du site S1 reste cependant le plus contaminé. Pour l'ensemble des échantillons d'eau de laitue et de sol des différents sites de prélèvement, une différence significative au seuil de 5% a été observée.

Tableau 3 : Abondances en coliformes et en streptocoques fécaux dénombrés des échantillons d'eau, laitue et sol

Sites	Streptocoques fécaux (Log UFC/mL ou g)			Coliformes totaux (Log UFC/mL ou g)			Coliformes fécaux (Log UFC/mL ou g Log UFC)		
	Sol	Laitue	Eau	Sol	Laitue	Eau	Sol	Laitue	Eau
S1	2,55±0,01 ^g	ND	ND	3,56±0,02 ^f	3,38±0,00 ^h	3,58±0,01 ^f	1,52±0,04 ^b	1,41±0,10 ^a	1,25±0,02 ^b
S2	2,68±0,01 ^h	1,45±0,03 ^b	ND	3,20±0,02 ^e	2,84±0,06 ^e	2,11±0,01 ^c	2,31±0,01 ^f	2,32±0,00 ^g	ND
S3	1,92±0,03 ^d	ND	2,22±0,02 ^d	2,24±0,01 ^{ab}	2,51±0,01 ^d	2,33±0,01 ^d	ND	ND	ND
S4	2,79±0,02 ⁱ	2,08±0,02 ^c	ND	2,13±0,05 ^a	1,94±0,00 ^b	1,84±0,01 ^b	1,43±0,05 ^b	1,53±0,05 ^a	ND
S5	2,02±0,01 ^d	0,67±0,19 ^a	ND	2,41±0,01 ^b	ND	0,95±0,10 ^a	2,89±0,01 ^h	2,63±0,03 ^h	ND
S6	1,74±0,04 ^c	0,46±0,15 ^a	ND	2,62±0,01 ^c	1,28±0,02 ^a	1,50±0,03 ^{ab}	0,30±0,00 ^a	1,72±0,04 ^b	0,26±0,24 ^a
S7	1,49±0,13 ^b	0,69±0,09 ^a	1,38±0,02 ^c	2,41±0,02 ^b	2,29±0,01 ^c	2,18±0,01 ^c	2,18±0,02 ^d	2,09±0,02 ^d	ND
S8	0,26±0,24 ^a	0,15±0,21 ^a	ND	2,40±0,02 ^{ab}	2,23±0,00 ^c	1,67±0,02 ^{ab}	2,10±0,00 ^c	1,93±0,01 ^c	0,46±0,15 ^a
S9	2,25±0,02 ^f	2,16±0,03 ^a	0,90±0,05 ^b	3,05±0,01 ^d	2,99±0,00 ^f	0,95±0,05 ^a	2,43±0,01 ^g	2,17±0,02 ^e	1,74±0,04 ^c
S10	2,15±0,02 ^e	2,12±0,03 ^d	ND	3,01±0,03 ^d	3,14±0,01 ^g	2,99±0,00 ^e	2,25±0,02 ^e	2,25±0,02 ^f	1,79±0,01 ^d

Les valeurs suivies des lettres différentes sont significativement différentes pour $p < 5\%$.

ND : Non Détecté

Le tableau 4 présente l'abondance des souches de *Clostridium* sulfitoréducteurs. Ces résultats révèlent que tous les échantillons de sols contiennent une flore abondante en dehors de l'échantillon du site 4 (S4) dont la concentration est moins élevée. La présence de colonies de *Clostridium* a été observée dans les

échantillons S5 à S10 de la laitue. Cependant, cette flore n'a pas été détectée dans les échantillons S1 à S4. Les colonies de *Clostridium* n'ont pas été détectées dans 80% des échantillons d'eau mais étaient présentes dans 20% (S5 et S9).

Tableau 4: Abondance des bactéries sulfitoréducteurs

Sites	<i>Clostridium</i> sulfitoréducteurs		
	Sol	Laitue	Eau
S1	+++	-	-
S2	++++	-	-
S3	+++	-	-
S4	++	-	-
S5	++++	++	+
S6	++++	++	-
S7	++++	++++	-
S8	++++	+	-
S9	++++	++++	++
S10	++++	++++	-

- : Colonie non détectée ; + : 1 colonie ; ++ : deux colonies ;

+++ : 3 à 5 colonies ; ++++ : colonies très abondantes envahissantes

Le tableau 5 révèle les différentes entérobactéries identifiées et leur fréquence dans les échantillons de laitue. Au total 27 souches appartenant à 6 genres ont été isolées des échantillons analysés de laitue. Ces souches ont été identifiées comme étant *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens*, *Citrobacter*

frundii et *Klebsiella pneumoniae*. Dans l'ensemble des échantillons, *Klebsiella pneumoniae* a été isolée à un taux de 40,74% ; suivie de *E. coli* : 33,33% ; *Proteus vulgaris* : 11,11% ; *Citrobacter frundii* : 11,11% ; et *Serratia marcescens* : 3,70%.

Tableau 5 : Fréquence des Entérobactéries isolées de la laitue

A			B						
Entérobactéries	Distr.	Fréq en %	Sites	Kp	Ec	Pv	Sm	Cf	total
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	11	40,74	S1	2	1	1	1	1	6
<i>Escherichia coli</i>	9	33,33	S2	1	1	–	–	–	2
<i>Proteus vulgaris</i>	3	11,11	S3	–	–	1	–	–	1
<i>Serratia marcescens</i>	1	3,7	S4	1	1	–	–	–	2
<i>Citrobacter freundii</i>	3	11,11	S5	2	2	–	–	–	4
			S6	1	1	–	–	–	2
			S7	1	1	–	–	–	2
			S8	1	–	–	–	1	2
			S9	1	1	–	–	–	2
			S10	1	1	1	–	1	4
			total	11	9	3	1	3	27

A : fréquence des espèces d'enterobactéries dans la laitue, B : Distribution des enterobactéries en fonction des sites Kp : *Klebsiella pneumoniae* ; Ec : *Escherichia coli*, Pv : *Proteus vulgaris*, Sm : *Serratia marcescens*, Cf : *Citrobacter freundii*, S1-S10 : Site 1-Site 10

Le Tableau 6 indique la Corrélations entre les variables bactériologiques et physico-chimiques. Il en ressort que les paramètres physico-chimiques positivement et significativement corrélés entre eux (P < 0,01) dans les puits étudiés sont, la conductivité électrique, la salinité et les solides totaux dissous. Le pH et la température ont présenté des corrélations significativement négatives avec les autres paramètres physico-chimiques (P

<0,01). Les degrés de liaison entre la dynamique d'abondance des streptocoques fécaux et les coliformes fécaux isolés et les valeurs de la majorité des facteurs abiotiques ne sont pas significatifs (P <0,01). Tandis que les degrés de liaison entre la dynamique d'abondance coliformes totaux et la flore totale et les valeurs de la majorité des facteurs abiotiques sont significatifs (P <0,01).

Tableau 6 : Corrélation entre microorganismes et paramètres physico-chimiques des eaux d'arrosage

Site	SDT	Salinité	CE	pH	T°	FAMT	CF	CT	STF
STF Eau	-,149	-,147	-,144	,324	-,139	-,136	-,207	-,123	1
CT Eau	,968**	,978**	,980**	-,538	-,052	,968**	,205	1	
CF Eau	,062	,071	,080	-,262	,211	,044	1		
FT Eau	,985**	,991**	,992**	-,452	,051	1			
T°	-,052	,016	,009	,276	1				
pH	-,531	-,445	-,455	1					
CE	,986**	1,000**	1						
Salinité	,982**	1							
STD	1								

** . La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

DISCUSSION

Enquêtes : Les enquêtes ont révélé que la production de laitue à Maroua est entièrement tenue par les femmes. Cette forte représentativité des femmes peut être liée au court cycle de développement de la laitue, des pratiques d'irrigation dominée par le travail manuel nécessitant peu d'investissement financier et moins harassant. Cette forte présente des femmes s'explique aussi par le fait que beaucoup sont sans emploi rémunéré et sont mères de familles. De plus dans cette zone, le sol est moins dur et l'arrosage se fait grâce à

l'eau des puits peu profonds ou en pompant l'eau de la nappe phréatique que l'on déverse tout autour des carrés constituant les champs de laitue. Le fait que la production de laitue soit entièrement tenue par les femmes n'est pas en accord avec les travaux de Kenmongue *et al.*, (2010) et Koffi-Nevry *et al.*, (2012) qui ont démontré que, respectivement à Abidjan et à Yaoundé, le maraîchage est pratiqué à majorité par les hommes (77% contre 23% de femmes). La culture de la laitue participe à la lutte contre la pauvreté comme l'a

souligné plusieurs auteurs (Parrot, 2008 ; Conchita *et al.*, 2010 ; Nabie, 2018). Le faible niveau d'instruction des exploitantes maraîchères est dû au fait que le maraîchage est une activité qui n'exige pas de compétences particulières comme l'a observé Wognin *et al.*, (2013) dans le maraîchage à Abidjan, Côte d'Ivoire. Toutes maraîchères (100%) consomment leurs produits maraîchers et refusent d'accepter un lien possible entre la qualité du sol (engrais organique utilisé), l'eau d'arrosage et certaines maladies, et donc une responsabilité dans la chaîne des risques sanitaires. En effet, la nature informelle, le niveau élevé d'analphabétisme et l'absence de programmes de formation sur les bonnes pratiques en matière d'exploitation agricole urbaine pourraient justifier le comportement des producteurs qui ne sont pas conscients des risques de contamination lié à la production maraîcher. Des résultats similaires ont été signalés dans d'autres études réalisées par des auteurs tels que Marenya & Barrett (2007) et Alio Sanda (2017). Cependant, ceux qui sont conscients des risques potentiels pour la santé publique, les sous estiment et privilégient les avantages économiques liés à l'utilisation des déjections d'animaux et l'eau usée pour l'agriculture urbaine des légumes comme l'ont aussi constaté Wognin *et al.*, (2013). La minorité des maraîchères (20%) est consciente des risques liés à l'utilisation des bouses des bœufs et 22 % à l'eau d'arrosage. Elles se disent impuissantes face à ce système compte tenu du fait que les engrais chimiques sont chers et la fermentation du compost prend beaucoup des temps. En plus, la culture de la laitue nécessite beaucoup des matières organiques et une irrigation permanent. A Maroua, toutes les exploitantes agricoles (100%) travaillent sur les sites de production dans les conditions d'extrême précarité sans équipement de protection. Selon elles ces équipements coûtent chers et l'argent de l'après-vente de produits leur sert à peine pour nourrir et envoyer les enfants à l'école. Ce qui ne corrobore pas les résultats obtenus par Amoah *et al.* (2007) ; Knudsen *et al.* (2008) qui ont démontré qu'au Ghana, 19% des agriculteurs portaient des vêtements de protection, (bottes et gants). Les enquêtes ont également révélé que la majorité (82,0%) applique un traitement phytosanitaire à des intervalles de temps régulier mais à des doses inappropriées ; ce qui pourrait constituer un risque sanitaire dans la production des légumes. Le traitement phytosanitaire des plantes se fait en ajoutant les produits traitants dans l'arrosoir contenant de l'eau d'arrosage en la rependant sur les cultures au moment d'arrosage en lieu et place de pulvérisateurs. Ce

procédé ne permet pas une répartition homogène du produit. Ce constat confirme celui de Wognin *et al.*, (2013) dans une étude réalisée à Abidjan. La laitue récoltée en fin de croissance est maintenue dans le même sac de récupération que les autres légumes, ce qui peut entraîner une contamination croisée des produits sains. En outre, les motos utilisées pour le transport des légumes vers les marchés sont inappropriées car les laitues ne sont pas entièrement emballées et parfois mises dans des cuvettes. Tout ceci augmente les risques liés à la consommation de ces produits.

Qualité l'eau d'arrosage : La température de l'eau est un facteur important dans l'environnement aquatique car elle régit la presque totalité des réactions physiques, chimiques et biologiques (Chapman *et al.*, 1996). Les valeurs moyennes de température des eaux d'arrosage obtenues au cours de ces analyses reflètent celle de la température ambiante. Elles constituent également les intervalles de températures optimales de croissance des bactéries mésophiles, espèces couramment responsables d'infections et de maladies chez l'homme. Les valeurs de pH obtenues au cours de nos analyses constituent également des valeurs optimales pour le développement de nombreuses bactéries telles que les salmonelles et autres entérobactéries. La conductivité électrique désigne la capacité de l'eau à conduire un courant électrique et elle est déterminée par la teneur en substances dissoutes par conséquent, elle renseigne sur le degré de minéralisation d'une eau (Lady, 2018). Les résultats de cette étude ont révélé que les valeurs étaient supérieures aux normes fixées par l'OMS (2008), soit 250 μ S/cm. La quasi-totalité des valeurs de teneurs en TDS obtenues tout au long de l'étude se situent en deçà des normes (500 mg/L) préconisées par OMS (1996), et largement au-delà de ces normes pour le puits Zourbaiwo I. Or, ce paramètre permet de connaître la quantité de matières dissoutes des éléments tels que le calcium, le magnésium, le sodium, les chlorures et les sulfates dans l'eau (Ndinwa *et al.*, 2012). Un taux élevé de TDS peut permettre aux micro-organismes de se développer aisément les aliments. L'étude de paramètres bactériologiques a révélé une flore totale variant en fonction du type d'échantillon. Les échantillons de sol sont plus contaminés tandis que ceux de la laitue sont les moins contaminés. Cette forte contamination des sols est due principalement au fait que ils soient amendés par la bouse de bœufs et fientes de poules riche en microorganismes. Une partie de ces germes va se retrouver dans l'eau d'arrosage et ensuite sur la laitue. L'affluence des maraîchères autour des

puits constitue également une source non négligeable de contamination. Les échantillons de sol, d'eau d'arrosage et de laitue se sont avérés être très contaminés par les coliformes fécaux. En effet, la contamination des échantillons de laitue n'est que le reflet de celle du sol et des eaux d'arrosage. Mais la présence des coliformes dans les légumes est anormale et rend compte de la qualité sanitaire de ces aliments. Par ailleurs, il a été démontré par certains auteurs qu'*E. coli* se développe près des racines des plantes et peut contaminer la culture des jeunes pousses et, tout comme les autres coliformes, contaminer de nombreux légumes (Habteselassie *et al.*, 2010 ; Djegbe *et al.*, 2018). Les différents échantillons de cette analyse auraient également subi une contamination fécale d'origine humaine car les jardins (sites 5, 7 et 8) sont généralement des lieux de défécation pour les populations riveraines (Sackou *et al.*, 2006 ; Koffi-Nevry *et al.*, 2012). D'une manière générale, les eaux d'arrosage utilisées sur les sites maraîchers ne sont pas très contaminées par les coliformes fécaux contrairement aux observations faites par Koffi-Nevry *et al.*, (2012). Cette différence pourrait s'expliquer par la profondeur des puits. La profondeur des puits est un facteur très important car plus l'eau s'infiltre, plus elle se débarrasse de ses impuretés Akodogbo (2005). Aucune des eaux d'arrosage n'excède les normes variantes entre 100 et 200 UFC/100 ml pour les coliformes et *E. coli*, proposées par Santé Canada (1991). Par contre les sols des cultures et les feuilles de *Lactuca sativa* ont été contaminés par les coliformes fécaux sur tous les sites d'étude à l'exception du site 3. En outre, la présence d'*E. coli* lors de l'identification des souches des Entérobactéries dans les échantillons de la laitue, confirme la présence effective des coliformes fécaux. Cette contamination est due aux bouses de bœufs (parfois fraîches) servant à l'amendement. La présence de coliformes sur la laitue et le sol, amendé par les bouses de bœufs incrimine les bouses de bœufs comme étant la principale source de contamination. Cela va dans le même sens que les résultats de Florin *et al.*

CONCLUSION ET APPLICATION DES RÉSULTATS :

L'étude a été conduite tout d'abord dans le but d'évaluer l'influence de quelques sources de contamination bactériologique sur la qualité de la laitue cultivée dans la ville de Maroua et ensuite d'identifier les entérobactéries de cette laitue. Il en ressort que la qualité de la laitue est tout d'abord affectée par les productrices elles-mêmes qui de par leur éducation et leurs moyens financiers réduits travaillent dans des conditions précaires. La

(2009) qui ont affirmé que le taux de coliformes fécaux dans les légumes diminue considérablement si le compostage des fientes ayant servi à les amender est adéquat. Ainsi, les laitues en provenance de sites 2, 5, 7, 9 et 10 présentent des valeurs supérieures à celles imposées par le Comité provincial du Canada sur l'uniformisation et l'interprétation des critères microbiologiques des aliments qui sont de $1,0 \cdot 10^2$ UFC/g (Santé Canada, 1991). La laitue en provenance de sites 1, 3, 4 et 8 ont des valeurs inférieures pour ce même paramètre. Dans cette étude, la présence des entérobactéries serait due aux conditions précaires d'hygiène dans lesquelles les légumes sont cultivés (Amoah *et al.*, (2007). Beaucoup de ces bactéries entériques sont incriminées dans un nombre croissant de Toxi-Infections Alimentaires Collectives (Martinez-Vaz *et al.*, 2014; Jang & Matthews 2018). La présence des streptocoques fécaux et de *Clostridium perfringens* dans l'eau d'arrosage, dans les sols et des laitues peut être due au fait que ces germes sont très résistants dans l'environnement (Stine *et al.*, 2005). La présence des indicateurs de contamination fécale serait aussi d'origine humaine spécialement pour les sites 5, 7, 8 dans la mesure où ces champs maraîchers constituent souvent des lieux de défécation pour les populations riveraines (Sackou *et al.*, 2006 ; Koffi-Nevry *et al.*, 2008). Les puits étant situés à proximité du réseau hydrographique, ils sont directement contaminés par les microorganismes, comme indiqué par Kifuani (2004). Cinq espèces bactériennes ont été identifiées au cours de cette étude. Parmi elles figurent : *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens*, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae* et *Escherichia Coli*. Leurs présences sont une indication de la présence de micro-organismes entéropathogènes. Les possibilités inquiétantes de propagation des maladies d'origine alimentaire existent donc dans la culture de la laitue dans la ville de Maroua. Le fait que la laitue, *Lactuca sativa* soit consommée crue augmente le risque de véhiculer les maladies infectieuses telles que le choléra, la fièvre typhoïde, les gastroentérites, si les consommateurs ne respectent pas les règles d'hygiène.

laitue produite à Maroua dans l'ensemble, reste de mauvaise qualité à cause d'une flore bactérienne abondante et au-dessus de la norme. Cette qualité est liée non seulement à celle de l'eau d'arrosage mais également aux déjections d'animaux utilisés pour amender les champs. Les concentrations élevées de flore totale, des coliformes (totaux et fécaux) et des *Clostridium sulfitoréducteurs* dans les des échantillons

des sols ont eu un impact plus important sur le profil de la communauté bactérienne des échantillons des laitues. Avec en plus la présence des entérobactéries telles que : *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens*, *Citrobacter frundii* et *Klebsiella pneumoniae* et *Escherichia Coli*. Cette laitue constitue ainsi un risque pour la santé du

consommateur. Il conviendrait donc pour la suite de ce travail de se pencher sur d'autres microorganismes pathogènes pour l'Homme. Les résultats obtenus au cours de ces travaux s'appliquent aisément en Microbiologie alimentaire et environnementale dans le suivi de la production de la laitue.

REMERCIEMENTS

Nous remercions sincèrement la Direction de l'Ecole Normale Supérieure de l'Université de Maroua et le personnel du laboratoire de la Caisse Nationale de Prévoyance Sociale de Maroua.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 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.
- Akodogbo H, 2005. Contribution à l'amélioration de la qualité de l'eau à usage domestique dans le 5ème arrondissement de la commune de Porto-Novo au Bénin. Mémoire de Maîtrise Professionnelle en Environnement et Santé, FLASH/UAC, 65 p.
- Alio Sanda A, Inoussa M, Samna Soumana O, Bakasso Y, 2017. Diversité et dynamique des *Salmonella* isolées de la laitue (*Lactuca sativa* L.) dans les cultures maraîchères au Niger (Afrique de l'ouest) *J. Appl. Biosci.* 119: 11917-11928 .
- 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, 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.
- BH050/F, 2003. Microbiologie des aliments. Guide pour la préparation et la production des milieux de culture. Partie 2 : Guide général pour les essais de performance des milieux de culture.
- BK001/F, 2004. L'analyse de l'eau. Recherche et dénombrement des *Clostridium perfringens*. Dunod 7ème Ed., 855-857.
- BK056/F, 2001. Microbiologie des aliments. Guide pour la préparation et la production des milieux de culture. Partie 2 : Guide général pour les essais de performance des milieux de culture.
- Chapman & Kimstachv, 1996. *Selection of water quality variables*. Water quality assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring. Chapman edition, 2nd ed., E & FN Spon, London, P59-126.
- Conchita MG, Kêdowidé M, Sedogo P, Cissé G, 2010. Dynamique spatio temporelle de l'agriculture urbaine à Ouagadougou: Cas du Maraîchage comme une activité montante de stratégie de survie. *Vertigo*, 10(2).
- Dauvergne S, 2011. Les espaces urbains et péri-urbains à usage agricole dans les villes d'Afrique subsaharienne (Yaoundé et Accra) : une approche de l'intermédialité en Géographie. Thèse, UNS de Lyon, France. 390 pages.
- Djegbe ITS, Tamou-Tabé N, Topanou FM, Soglo A, Paraiso R, Djouaka C, Kelome N, 2018. Variation saisonnière de la qualité physicochimique et microbiologique des eaux d'irrigation et des légumes du site maraîcher de Bawéra et risques sanitaires associés. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12(2): 781-795.
- FAO, 2009. Comment nourrir le monde en 2050.
- Florin NH, Maddocks AR, Wood S, Harris AT, 2009. High-temperature thermal destruction of poultry derived wastes for energy recovery in Australia. *Waste Management* 29(4): 1399-1408.
- Food and Drug Administration (2001) *Bacteriological Analytical Manual* [online] Available at: <http://www.911emg.com/Ref/20Library/20ERG/FDA/20Bacteriological/20Analysis.pdf>
- Habteselassie Y, Bischoff M, Applegate B, Reuhs B, Ronald F, 2010. Understanding the role of Agricultural Practices in the Potential Colonization and Contamination by *Escherichia coli* in the rhizospheres of Fresh Produce. *Journal of Food Protection* 73: 2001-2009.

- ISO 4833, 2013. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, <https://www.iso.org/obp>.
- ISO 7937, 2004. méthode horizontale pour le dénombrement des *Clostridium perfringens* revivifiables ISO/TC 34/SC 9 Microbiologie 3, 17 pages.
- Jang H, Matthews KR, 2018. Survival and interaction of *Escherichia coli* O104:H4 on *Arabidopsis thaliana* and lettuce (*Lactuca sativa*) in comparison to *E. coli* O157:H7: Influence of plant defense response and bacterial capsular polysaccharide. *Food Research International* 108:35–41.
- 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.
- Knudsen L, Phuc P, Hiep N, Samuelson H, Jensen P, Dalsgaard A, Raschid-Sally L, Konradsen F., 2008. The fear of awful smell: risk perceptions among farmers in Vietnam using wastewater and human excreta in agriculture. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health* 39(2): 341–352.
- Koffi-Nevry R, Assi-Clair BJ, Assemam EF, Affou SW, Koussemon M, 2012. Origine des témoins de contamination fécale de l'eau d'arrosage de la laitue (*Lactuca sativa*) cultivée dans la zone péri urbaine d'Abidjan. *Journal of Applied Biosciences* 52: 3669– 3675.
- Koffi-Nevry R, Assi-Clair BJ, Koussémon 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). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(1): 279-290.
- Lady Astaharam, 2018. Caractérisation physico-chimique et filtration des eaux de forage de La Commune De Maroua 1^{er}. Mémoire Master II HEMA, ENS de Maroua. p. 29-30.
- Maiworé J, Baane M P, Tatsadjieu Ngoune L, Anyindong J, Nkongho Epaw A, Mbofung C M, et Montet D, 2017. Microbiological quality of lettuce (*Lactuca sativa*) consumed on the streets Maroua (Cameroon): effect of disinfecting agents used by some vendors. *International journal of Microbiological Research* 9(8): 913-918.
- Marenya P, Barrett C, 2007. Household-level determinants of adoption of improved natural resources management practices among smallholder farmers in western Kenya. *Food Policy*, 32: 515–536.
- Martínez-Vaz BM, Fink RC, Diez-Gonzalez F, Sadowsky MJ, 2014. Enteric Pathogen-Plant Interactions: Molecular Connections Leading to Colonization and Growth and Implications for Food Safety. *Microbes and Environments* 29(2).
- Moussa D., 2015. *Qualité bactériologique des eaux souterraines de Garoua (région du Nord, Cameroun): impact des conditions de stockage à domicile*, Thèse de Doctorat, Université de Yaoundé I, p. 87-91.
- Nabie B, 2018. Analyse des pratiques phytosanitaires et des facteurs d'adoption de la gestion intégrée des nuisibles en production maraîchère en milieu urbain et périurbain au Burkina Faso: cas de la ville de Ouagadougou. Master, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège 96 p.
- Nchoutnji I, Fofiri Nzossié EJ, Olina JP, Temple L, Kaméni A, 2009. Systèmes maraîchers en milieux urbain et périurbain des zones Soudano-sahélienne et Soudano-guinéenne du Cameroun: cas de Garoua et Ngaoundéré. *Tropicicultura*, 27(2) : 98-104.
- Ndinwa CCG, Chukumah OC, Edefe EA, Obarakpor KI, Morka W, Osubor-Ndinwa PN, 2012. Physico-chemical and Bacteriological Characteristics of Bottled and Sachet Brand of packaged Water in Warri and Abraka, Southern Nigeria. *Journal of Environmental Management and Safety*, 3(2):145–160.
- Niang S, 1996. Utilisation des eaux usées domestiques en maraîchage périurbain à Dakar (Sénégal). *Sécheresse*, 3 : 217-23.
- Nicholas J A, Willic O K G, Mario S, 2001. Indicators of microbial water quality. In World Health Organization (WHO). *Water Quality: Guidelines, Standards and Health*. Eds. Lorna Fewtrell and Jamie Bartram. Published by IWA Publishing, London, UK.
- Organisation Mondiale de la Sante, 1994. *Protection et amélioration de la qualité de l'eau*. 2eme édition. Vol. 1, Genève 18.

- Organisation Mondiale de la Sante, 2010. Rapport annuel. Bureau pays du Cameroun. www.afro.who.int/omscam consulté 13 Novembre 2019.
- Organisation Mondiale de La Sante, 2011. *Lutte contre l'épidémie de choléra à Yaoundé et dans la région du centre*. Bureau pays du Cameroun. Santé au quotidien No 66.
- Panisset J-C, Dewailly É, Doucet-Leduc H, 2003. Contamination alimentaire. In : Environnement et santé publique - Fondements et pratiques, pp. 369-395. Gérin M, Gosselin P, Cordier S, Viau C, Quénel P, Dewailly É, rédacteurs. Edisem / Tec & Doc, Acton Vale / Paris
- Parrot L, 2008. *Agricultures et Développement Urbain en Afrique Subsaharienne : Gouvernance et Approvisionnement des Villes*. Ed. L'Harmattan . p. 208.
- 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.
- RECORD, 2011, *Microbiologie et déchets : évaluation des risques sanitaires*, 100 p, n°09-0669/1A www.record-net.org
- 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.
- Santé Canada, 1991. *La qualité bactériologique. Document de support aux « recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada »*. Accessible à : www.hcsc.gc.ca/ehp/dhm/dpc_eau_qualite/ea_uquide.htm, Consulté le 22/09/2011.
- Seignobos C *et al.*, 2000. *Atlas de la province extrême-nord Cameroun. cultures maraîchères*. IRD Éditions, MINREST/INC – 2000, ISBN 2-7099-1444-1.
- 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.
- Tanouti A., 2016. *Microorganismes pathogènes portés par les aliments : Classification, Epidémiologie et moyens de prévention*. Thèse, Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université Mohammed V de Rabat.
- Wognin A S, Ouffoue SK, Assemand E F, Tano K, Koffinevry R, 2013. Perception des risques sanitaires dans le maraîchage à Abidjan, Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(5) : 1829-1837.