



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Evaluation des niveaux de contamination bactériologique de la laitue selon les sites de production et de vente dans les sites de maraîchage d'Abidjan et zone-périurbaine

Affou Séraphin WOGNIN^{1,2*}, Mohamed Baguy OUATTARA³,
Brice Judicaël ASSI-CLAIR⁴ et Rose KOFFI-NEVRY⁴

¹Département de Biochimie-Microbiologie, Université Peleforo Gon Coulibaly, B.P. 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire;

²Département de Microbiologie, d'Ecotoxicologie et de Radioécologie, Centre Ivoirien Anti-Pollution (CIAPOL), 20 BP 650 Abidjan 20, Côte d'Ivoire.

³Institut Pasteur Côte d'Ivoire, 01 BP 490 Abidjan 01, Côte d'Ivoire.

⁴Laboratoire de Biotechnologie et de Microbiologie des Aliments, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 01, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant ; E-mail: seraphinwn@gmail.com; Tel : (+2250707850875)

Received: 31-12-2021

Accepted: 01-07-2022

Published: 31-08-2022

RESUME

Cette étude, avait pour but l'évaluation du niveau de contamination bactériologique de la laitue vendue à Abidjan. Elle s'inscrit dans le cadre d'une contribution à la surveillance sanitaire des légumes consommables crus. Elle a été conduite afin d'établir une base de données sur les souches témoins de contamination fécale de l'environnement maraîcher d'Abidjan en fonction des saisons. Pour ce faire, 130 et 48 échantillons de laitue ont été respectivement prélevés sur trois grands sites de production et un site de vente à Abidjan durant quatre (04) saisons. Les résultats ont montré que quel que soit le site et la saison, les charges des indicateurs de contamination à savoir les coliformes fécaux ($2,9 \times 10^3$ à 4×10^4 UFC/g), *Clostridium perfringens* ($3,1 \times 10^2$ à $1,6 \times 10^3$ UFC/g), les entérobactéries (1×10^5 à $1,9 \times 10^7$ UFC/g) et *Staphylococcus aureus* ($8,3 \times 10^3$ à $5,6 \times 10^4$ UFC/g) sont largement supérieures aux valeurs limites établies par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) pour les légumes susceptibles d'être consommés crus. En outre, les laitues prélevées sur le site de vente ont été plus contaminées par les entérobactéries que celles obtenues des sites de production. Les charges élevées en souches témoins de contamination fécale pourraient induire la présence de germes pathogènes dangereux pour les consommateurs. Il est donc nécessaire d'étudier les espèces pathogènes dans le maraîchage périurbain d'Abidjan.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Contamination, laitue, indicateurs, maraîchage

Assessment of bacteriological contamination levels of lettuce according to production and sale sites in Abidjan and suburban areas

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the level of bacteriological contamination of lettuce sold in Abidjan. It was conducted in order to establish a database on the control strains of fecal contamination of the market

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

9064-IJBCS

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i4.18>

garden environment of Abidjan according to the seasons. To do so, 130 and 48 samples of lettuce were respectively collected from three major production sites and one sales site in Abidjan during four (04) seasons. The results showed that whatever the site and the season, the loads of contamination indicators, namely faecal coliforms (2.9×10^3 to 4×10^4 CFU/g), *Clostridium perfringens* (3.1×10^2 to 1.6×10^3 CFU/g), enterobacteria (1×10^5 to $1,9 \times 10^7$ CFU/g) and *Staphylococcus aureus* (8.3×10^3 to 5.6×10^4 CFU/g) are well above the limit values established by the Association Française de Normalisation (AFNOR) for vegetables that can be eaten raw. In addition, lettuces collected from the sales site were more contaminated with Enterobacteriaceae than those obtained from the production sites. The high loads of fecal contamination control strains could induce the presence of pathogenic germs dangerous to consumers. It is therefore necessary to study the pathogenic species in peri-urban market gardening in Abidjan.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Contamination, lettuce, indicators, market gardening.

INTRODUCTION

L'agriculture urbaine pourvoyeuse en fruits et légumes frais a gagné en importance depuis les 30 dernières années en Afrique (FAO, 2012 ; Loudit et al., 2017; Ba et Cantoreggi, 2018 ; Kouassi et al., 2019). Ainsi, la Côte d'Ivoire, à l'instar de nombreux pays africains, a connu un développement prodigieux de l'agriculture urbaine et périurbaine notamment à Abidjan (Koffi-Nevry et al., 2012). Cette agriculture urbaine contribue à la sécurité alimentaire des populations et à la création d'emplois pour de nombreux ménages à faibles revenus (Loudit et al., 2017; Ba et Cantoreggi, 2018).

A Abidjan, la culture des légumes feuilles a pris une part importante dans la production maraîchère, contribuant ainsi à l'approvisionnement des marchés de 10 communes en produits frais. Parmi ces légumes feuilles, la laitue (*Lactuca sativa*) communément appelée « salade » est beaucoup appréciée pour ces feuilles douces, tendres et croquantes. C'est ainsi que la consommation des produits maraîchers est devenue une habitude très fréquente dans l'alimentation journalière de la population abidjanaise (Kouakou, 2009). Si les avantages d'une consommation régulière de ces légumes ont été clairement démontrés à travers la protection contre les maladies dégénératives chroniques telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires, le diabète ; et la prévention contre les carences en vitamines A et C (Idogun et al., 2008; Berger et al., 2009), certaines données indiquent que les légumes

consommables crus représentent une source d'infection (Barak et Liang, 2009 ; Carey ; Migliaccio, 2009 ; Koffi-Nevry et al., 2012; Ramos et al., 2013). En effet, les pratiques agricoles telles que l'utilisation d'eaux usées pour l'irrigation et le fumier comme engrais pour le sol, favorisent une forte contamination des légumes par des microorganismes dont certains peuvent se révéler dangereux pour le consommateur (Oliveira et al., 2010 ; Ramos et al., 2013 ; Machado-Moreira et al., 2019). Les travaux réalisés par Koffi-Nevry et al. (2011) ont montré que la plupart des échantillons de laitue prélevés sur les marchés d'Abidjan ne respectent pas les normes microbiologiques. Ces travaux ont aussi mis en évidence, la présence de germes tels que les Salmonelles et les Shigelles sur la quasi-totalité des échantillons de laitue analysés. Conscient des dangers et des effets des TIA (Toxi-Infection Alimentaire) sur la santé du consommateur, l'OMS et la FAO, en accord avec l'état de Côte d'Ivoire ont mis en place depuis quelques années, le système national de sécurité des aliments avec pour objectif principal, la prévention des maladies d'origine alimentaire. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude qui avait pour but d'évaluer le niveau de contamination de la laitue vendue à Abidjan. De façon spécifique, il s'est agi de déterminer le niveau de contamination de la laitue selon les saisons et les sites de productions et de vente.

MATERIEL ET METHODES

Matériel d'étude

L'étude a été réalisée sur la laitue (*Lactuca sativa*) provenant de trois grands sites de maraîchage, à savoir le site 1 (Port-Bouët ASECNA), le site 2 (Port-Bouët Adjahui), le site 3 (Cocody M'Pouto) et un site de vente (marché Gouro) de la ville d'Abidjan. La majorité des cultures maraîchères du marché Gouro proviennent principalement des sites de production de Port-Bouët ASECNA, Port-Bouët Adjahui et Cocody M'Pouto).

Méthodes

Description des zones d'étude

Une prospection menée sur les différents sites de production et de vente de légumes à Abidjan a permis d'identifier trois principaux sites de production maraîchère et un site de vente sur lesquels a porté cette étude. Ainsi, au total quatre (04) sites de prélèvement ont été retenus :

- le site 1, situé dans la commune de Port-Bouët, en bordure de la route de l'aéroport Félix Houphouët Boigny (ASECNA), est l'un des plus vastes lieux de cultures maraîchères de la ville d'Abidjan. Il a une superficie d'environ 30 hectares et est dominé par la culture de la laitue ;

- le site 2, situé dans la même commune, plus précisément sur les berges de la lagune Ebrié du côté de la piste d'atterrissage de l'aéroport Félix Houphouët Boigny (village Adjahui) à une superficie de 35 hectares ;

- le site 3, situé dans la commune de Cocody (M'Pouto), en bordure de la lagune Ebrié, avec une superficie de 23 hectares est dominé aussi par la culture de la laitue ;

- le site 4 est le marché local de gros et de détail nommé "marché Gouro", situé dans la commune d'Adjamé. Il est le plus grand marché où sont stockés et vendus les légumes et les produits comestibles crus (Figure 1).

Echantillonnage

L'échantillonnage a été effectué sur les trois sites de production retenus (Port-Bouët ASECNA, Port-Bouët Adjahui et Cocody M'Pouto) et le site de vente de laitue du marché Gouro d'Adjamé. Sur les sites de production maraîchère, les échantillons ont été

prélevés sur des parcelles mises en place par les jardiniers. Au niveau de chaque site d'étude, il a été délimité une parcelle d'une superficie d'environ 35 m x 20 m soit 700 m² qui a servi de point de prélèvement des échantillons de laitues. Ainsi, un échantillon de laitue correspond à cinq pieds directement arrachés au sol et mis dans des sachets stomachers stériles. Au niveau du site de vente, un échantillon de laitue correspond à cinq pieds achetés chez des vendeuses choisies au hasard. Un prélèvement constitué de quatre échantillons de laitue est effectué chaque mois selon les saisons et les sites d'étude. L'échantillonnage s'est déroulé sur une période de douze (12) mois. Les différentes périodes et saisons ayant fait l'objet de prélèvement d'avril 2013 à mars 2014 sont définies comme suit :

- Avril-Juillet : *Grande saison des pluies (GSP)* ;
- Août-Septembre : *Petite saison sèche (PSS)* ;
- Octobre-Novembre : *Petite saison des pluies (PSP)* ;
- Décembre-Mars : *Grande saison sèche (GSS)*.

Pour chacune des saisons, chaque type d'échantillon a fait l'objet d'un prélèvement hebdomadaire sur les différents sites d'étude et ce pendant une année. Le nombre d'échantillons pour une saison a été obtenu en faisant la somme des échantillons hebdomadaires prélevés par site durant la saison. Ainsi, d'avril 2013 à mars 2014, pour les 4 saisons, 130 et 48 échantillons de laitues ont été prélevés respectivement sur les sites de production et le site de vente (Tableau 1). Les échantillons prélevés et étiquetés ont été aussitôt mis dans une glacière contenant de la carboglace (-4°C) et transportés au laboratoire de microbiologie du Centre Ivoirien Anti-pollution (CIAPOL) pour les analyses.

Analyses bactériologiques

Préparation des milieux de culture

Les milieux de culture utilisés lors de cette étude ont été préparés conformément aux indications du fabricant. Ainsi, pour un litre de milieu de culture, la quantité de poudre déshydratée nécessaire a été pesée puis mise

dans un Erlenmeyer d'un litre. La quantité d'eau distillée correspondant y a été ajoutée. L'ensemble a été homogénéisé et chauffé jusqu'à dissolution complète puis mis à l'autoclave, à 121°C pendant 15 min.

Préparation des différentes suspensions mères et dilutions décimales

Tous les échantillons d'eau ont été homogénéisés en agitant vigoureusement les bouteilles d'un mouvement vertical. Ensuite, 1 mL de chaque échantillon d'eau a été prélevé et utilisé directement pour les dilutions décimales. En ce qui concerne les échantillons de fumier et de sol, 10 g de chaque échantillon ont été prélevés et mis en suspension dans 90 mL d'eau peptonée tamponnée stérilisée. La préparation de la suspension mère de la laitue s'est faite par le broyage d'un échantillon de laitue (5 pieds de laitues) dans un mortier préalablement désinfecté et flambé à la flamme du bec Bunsen. Ensuite, 25 grammes du broyat ont été prélevés et mis dans 225 mL d'eau peptonée tamponnée préparée et stérilisée préalablement (Koffi-Nevry et al., 2011). Des dilutions décimales en cascades ont été faites dans les conditions aseptiques à partir des suspensions mères. Ainsi, 1 mL de chaque suspension mère a été prélevé à l'aide d'une pipette stérile puis transféré dans un tube à essai contenant 9 mL d'eau peptonée tamponnée ; ce qui constitue la dilution 10^{-2} . Dans les mêmes conditions et de la même manière, des dilutions subséquentes ont été effectuées jusqu'à la dilution 10^{-5} (Koffi-Nevry et al., 2012).

Dénombrement des indicateurs de contamination

Les analyses qualitatives et quantitatives ont été effectuées au laboratoire de microbiologie du Centre Ivoirien Antipollution (CIAPOL).

Dénombrement des Coliformes fécaux

La gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL) a été utilisée pour le dénombrement des coliformes fécaux selon la Norme NF ISO 483. L'ensemencement s'est fait en double par incorporation de 1 mL des dilutions décimales dans les boîtes de Pétri stériles. Un volume de 12 à 15 mL de la gélose en surfusion à 45°C

est coulé dans la boîte de Pétri contenant l'inoculum. Le mélange est homogénéisé par agitation puis laissé refroidir sur la paillasse à la température ambiante. Après solidification, il est ajouté une deuxième couche de 4 à 5 mL de gélose VRBL. Les incubations ont été réalisées dans les étuves à 44°C pendant 24 heures. Les coliformes ont présenté des colonies violacées de diamètre égal ou supérieur à 0,5 mm après 24 heures d'incubation. Les boîtes contenant plus de 15 colonies caractéristiques et moins de 300 colonies au total ont été retenues.

Dénombrement de *Clostridium perfringens*

Selon la Norme ISO 7937, le milieu utilisé pour l'isolement et le dénombrement de *Clostridium perfringens* est la gélose Tryptone Sulfite à la Néomycine (TSN) coulée en tube à essai. Pour l'ensemencement, 1 mL de la suspension mère et/ou des dilutions décimales a été prélevé puis ensemencé en duplicata dans la masse de la gélose TSN préalablement fondue puis conservée en surfusion à 45°C. Les tubes ont été laissés au repos jusqu'à solidification complète des milieux à la température ambiante (Koffi-Nevry et al., 2012). Les tubes ont été ensuite incubés à l'étuve à 46°C. Une première lecture a été effectuée après 24 heures pour prévenir le noircissement total du tube, puis une seconde lecture après 48 heures où les grosses colonies visibles dans le tube ont été dénombrées.

Dénombrement de *Staphylococcus aureus*

La gélose Baird Parker a été utilisée pour le dénombrement des *Staphylococcus aureus* dans les échantillons de laitue pour évaluer la contamination manuportée. Selon la Norme ISO 6888-3, Un volume de 0,1 mL de chaque dilution a été ensemencé par étalement sur le milieu Baird Parker contenu dans des boîtes de Pétri. L'incubation a été faite à 37°C pendant 48 heures. Seules les colonies ayant un aspect noir brillant avec un halo clair ont été considérées comme des colonies présomptives de *S. aureus* puis, ont été dénombrées.

Dénombrement des entérobactéries

Le dénombrement des entérobactéries s'est fait sur la gélose VRBG (Violet cristal, rouge neutre, bile, glucose) en fonction de la

Norme ISO 21528-1. L'ensemencement a été réalisé par étalement de 0,1 mL de chaque dilution sur la gélose VRBG coulée préalablement en boîtes de Pétri. Les boîtes ont été ensuite mises à incubation à 37°C pendant 24 heures. Les colonies rouges caractéristiques des Entérobactéries ont été dénombrées. Les boîtes contenant entre 15 et 150 colonies ont été retenues pour le dénombrement.

Expression de résultats

Méthodes de calcul des charges moyennes des germes

La détermination des charges bactériennes dans les échantillons de laitue a été faite selon les catégories de germes. Ainsi, le nombre N de germes exprimé en unités formant colonies (UFC) par gramme d'échantillon a été déterminé selon l'équation suivante :

$$N (UFC/g \text{ ou } ml) = \frac{\sum C}{V \cdot (n1+0,1 n2) \cdot d}$$

C: Nombre de colonies au niveau de deux dilutions successives

V : Volume de l'inoculum

n1 : Nombre de boîte de Pétriensemencées à la 1^{ère} dilution

n2 : Nombre de boîte de Pétriensemencées à la 2^{ième} dilution

d : 1^{ère} dilution retenue.

Analyses statistiques

Analyse de variance

L'analyse de variance (ANOVA) à un facteur a été effectuée avec le logiciel Graph pad version 5.0 pour étudier le degré de différence entre des moyennes, des données des enquêtes et celles des données bactériologiques.

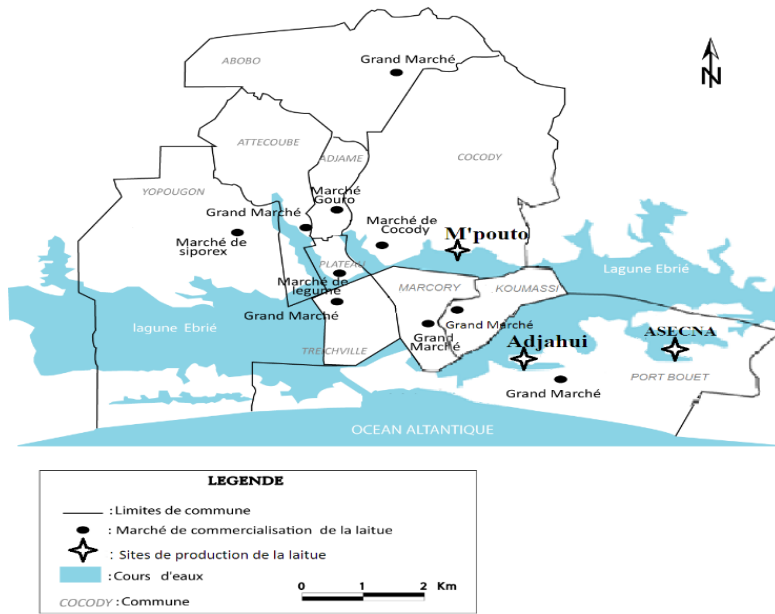


Figure 1 : Carte de la ville d'Abidjan présentant les sites de production et les sites de ventes.

Tableau 1: Effectif des échantillons prélevés sur les sites de production et de vente selon les saisons.

Types d'échantillons Période de prélèvement	Laitue	
	Sites de production	Site de vente
Grande saison des pluies	38	14
Petite saison sèche	27	10
Petite saison des pluies	20	8
Grande saison sèche	45	16
Total	130	48

RESULTATS

Variation des indicateurs de contamination de la laitue selon les saisons et les sites

La Figure 2 présente les charges en coliformes fécaux dans les échantillons de laitue selon les saisons et les sites d'étude. La petite saison sèche et la petite saison des pluies ont enregistré les charges les plus élevées en coliformes fécaux, soit respectivement $2,7 \times 10^4$ et 4×10^4 UFC/g de laitue au niveau du site 2. Une différence significative ($P < 0,05$) entre les niveaux de contamination en coliformes fécaux a été constatée entre les sites de maraîchage. Les charges les plus faibles ont été obtenues pendant la grande saison sèche (Figure 2).

La Figure 3 présente les charges des anaérobies sulfite réducteurs (*Clostridium perfringens*) dans les échantillons de laitue selon les saisons et les sites d'étude. Les niveaux de contamination les plus élevés ont été observés au niveau du site 3 pendant la grande saison des pluies et la petite saison sèche respectivement à $1,2 \times 10^3$ et $1,6 \times 10^3$ UFC/g. Quel que soit le site d'étude, les plus

faibles niveaux de contamination en *Clostridium perfringens* ont été obtenus pendant la grande saison sèche.

Les charges les plus élevées en *Staphylococcus aureus* ont été obtenues dans les échantillons du site 2, pendant la petite saison sèche et la grande saison sèche respectivement $4,5 \times 10^4$ et $5,6 \times 10^4$ UFC/g. Les échantillons du site 4 ont été fortement contaminés par *Staphylococcus aureus* ($4,4 \times 10^4$ UFC/g) pendant la grande saison sèche, contrairement aux autres saisons (Figure 4).

Le niveau de contamination le plus élevé en Entérobactéries, soit $1,9 \times 10^7$ UFC/g de laitue a été rapporté pour les échantillons de laitue du site 2, pendant la petite saison sèche, suivi du site 1 avec pour charge $1,1 \times 10^7$ UFC/g à la grande saison sèche. Il existe une différence significative ($P < 0,05$) entre les échantillons de laitue des sites 1, 2, 3 et 4 pendant la grande saison des pluies, la petite saison sèche et la grande saison sèche (Figure 5).

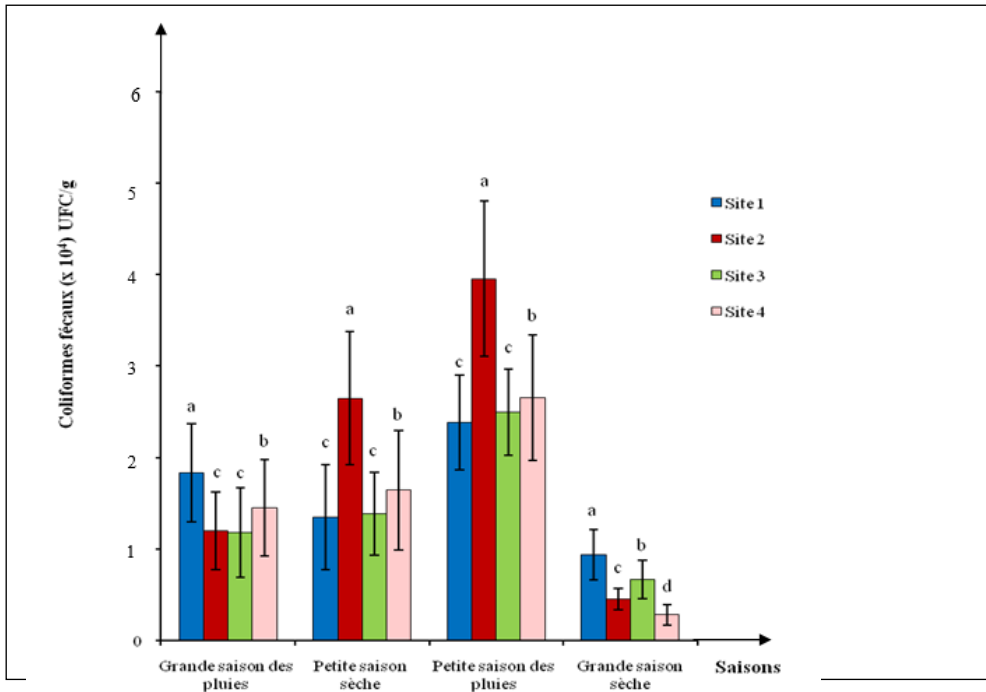


Figure 2: Variation saisonnière des coliformes fécaux des laitues selon les sites de maraîchage. Les sites portant les mêmes lettres (a, b et c) par saison sont identiques selon le test de Neumann-Keuls ($\alpha=0,05$).

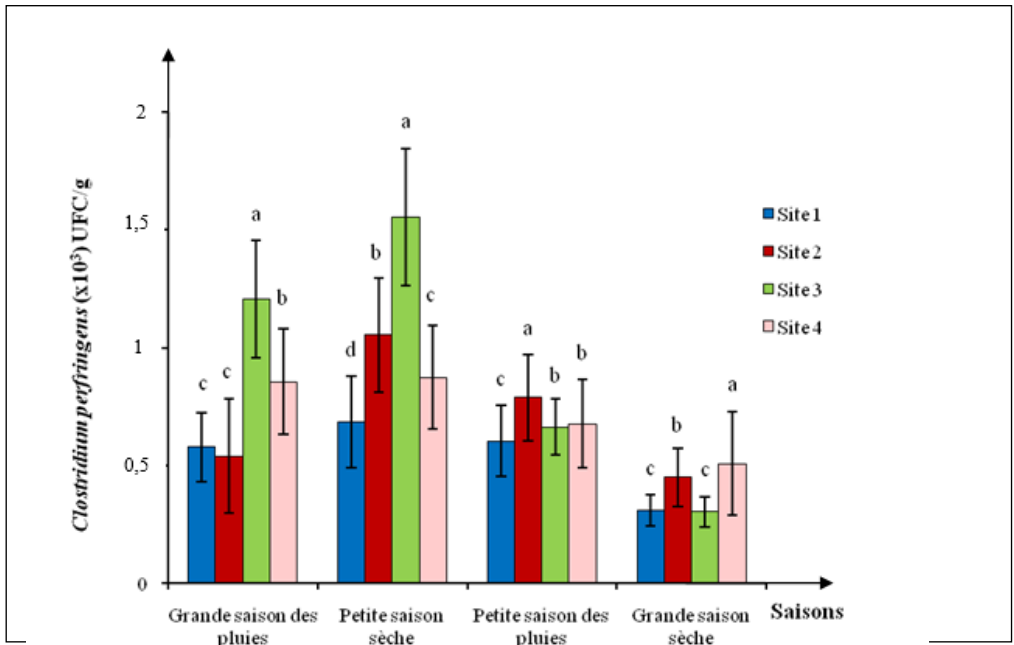


Figure 3: Variation saisonnière des Clostridium perfringens des laitues selon les sites de maraîchage. Les sites portant les mêmes lettres (a, b et c) par saison sont identiques selon le test de Neumann-Keuls ($\alpha=0,05$).

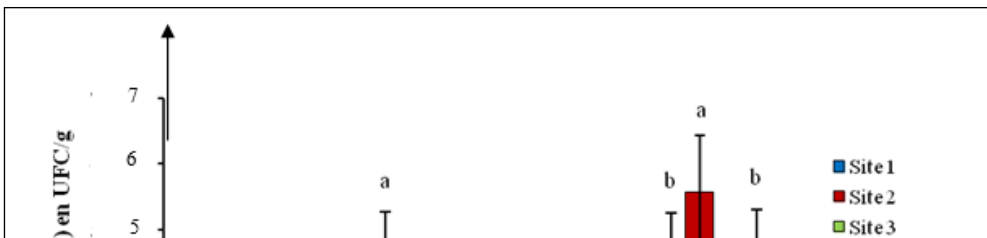


Figure 4 : Variation saisonnière des laitues en *Staphylococcus aureus* selon les sites de maraîchage. Les sites portant les mêmes lettres (a, b et c) par saison sont identiques selon le test de Neumann-Keuls ($\alpha= 0,05$).

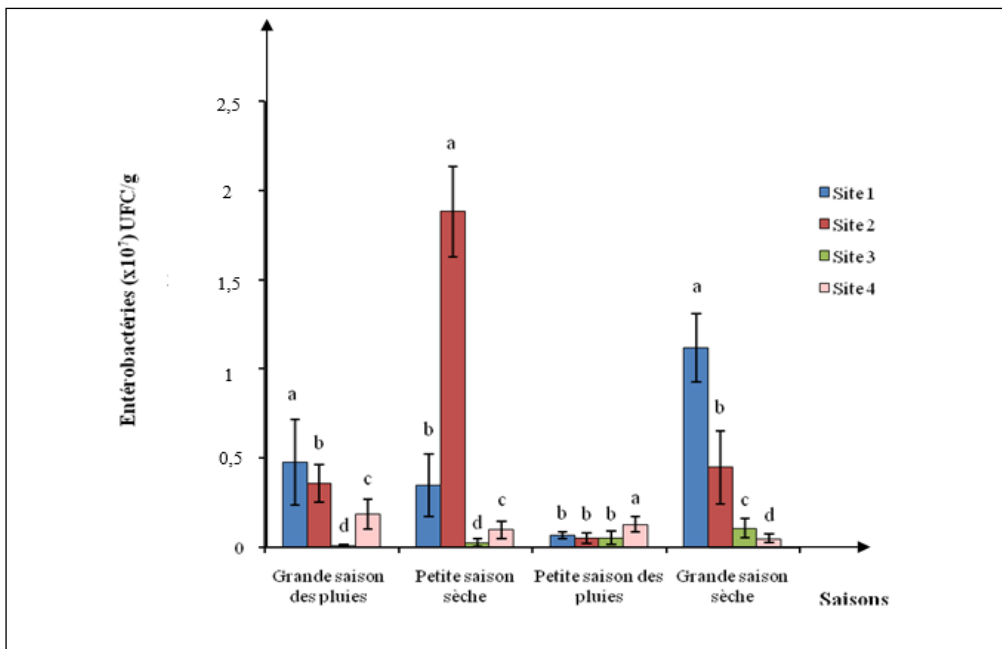


Figure 5: Variation saisonnière des laitues en Entérobactéries selon les sites de maraîchage. Les sites portant les mêmes lettres (a, b et c) par saison sont identiques selon le test de Neumann-Keuls ($\alpha= 0,05$).

DISCUSSION

Les résultats de la variation saisonnière des différents indicateurs de contamination recherchés ont montré la présence de coliformes fécaux (CF), *Staphylococcus aureus* (Sa), *Clostridium perfringens* (Cp) et Entérobactéries (Ent.) dans les échantillons de laitue étudiés avec des charges variables. Quels que soient le site de prélèvement et la saison, la charge en indicateurs de contamination est largement supérieure aux seuils recommandés par l'Association Française de Normalisation (AFNOR, 1996). Ce niveau de contamination pourrait s'expliquer par les mauvaises pratiques liées aux activités de production et de vente des légumes. Sur les sites de production maraîchère, la contamination des laitues par les témoins de contamination et les entérobactéries pourrait être induite par la conjugaison de deux facteurs au moins : l'arrosage continu avec des eaux usées non traitées et l'utilisation de fumiers pour l'enrichissement des sols. Ceci est en accord avec les observations faites par Matthys *et al.* (2006) lors de leurs travaux sur le réseau social des maraîchers à Abidjan. Des observations similaires ont été rapportées par Abbou *et al.* (2014) à Dakar (Sénégal), indiquant l'implication des eaux usées dans la contamination des légumes produits sur les sites de production maraîcher. Le même constat a été fait par d'autres auteurs notamment, Amponsah-Doku *et al.* (2010), Kudah *et al.* (2018); Koffi-Nevry *et al.* (2012), Woldetsadik *et al.* (2017) et Alio Sanda *et al.* (2017), respectivement à Kumasi (Ghana), Lomé (Togo), Abidjan (Côte d'Ivoire) et à Niamey (Niger). Ces auteurs ont fait remarquer que l'utilisation de la fiente de volailles (parfois fraîche) et du fumier mal composté comme engrais pour fertiliser les sols favorisent la contamination fécale permanente des légumes consommables crus.

Les niveaux de contamination élevés des laitues en *Staphylococcus aureus* au

niveau du Marché Gouro d'Adjamé pourraient être liés aux opérations de transport, de traitement et de stockage de ces légumes. En effet, les grossistes et les revendeuses emballent les laitues dans des sacs en filets inappropriés, parfois dans des plateaux sans couverture lors du transport de ces légumes. Ces mauvaises pratiques contribueraient à augmenter les charges bactériennes des légumes consommables crus (Wadamori *et al.*, 2016).

La contamination manuportée des laitues pourrait s'expliquer par un manque d'hygiène corporelle de la part des exploitants maraîchers quel que soit le site. En effet, *Staphylococcus aureus* est un indicateur de manuportage et des muqueuses (peau, bouche, nez, gorge). De ce fait, une forte manipulation de ces légumes par les exploitants maraîchers et les revendeuses pourrait être à l'origine des fortes charges de *Staphylococcus aureus* observées sur les laitues. Bohaychuk *et al.* (2009) ont indiqué que la contamination manuportée serait le mode le plus commun de transmission de ce germe. Selon Burt *et al.*, (2003), la contamination des produits maraîchers par *Staphylococcus aureus* résulterait principalement des voies respiratoires de l'homme, de la peau et des plaies superficielles lesquelles voies sont les réservoirs naturels de cette bactérie. Ces résultats confirment ceux des travaux de Elfaki et Elhakim (2011) et de Kouassi *et al.* (2019) qui ont indiqué qu'une manipulation excessive des légumes contribue à accroître les risques de contamination par *Staphylococcus aureus*. La présence de cette bactérie dans les échantillons de laitues traduit une mauvaise pratique d'hygiène dans la chaîne de production de la laitue et représente un risque pour la santé des consommateurs. En effet, *S. aureus* est une bactérie pathogène responsable de toxi-infection alimentaire (Ameko *et al.*, 2012).

Aussi, les attitudes des revendeuses de laitues exposeraient-elles les légumes à des

contaminations microbiologiques. Selon Ndiaye (2010) et Kudah et al. (2018), l'affluence humaine dans le marché constitue un facteur d'apport de microorganismes et augmente le niveau de contamination des légumes consommables crus. Par ailleurs, Alvaro et al. (2009) et Ameko et al. (2012), ont indiqué que de nombreuses actions notamment les opérations de rinçage, de non protection des légumes au cours de la vente, créent des environnements favorables et des possibilités de multiplication des microorganismes pathogènes.

Le niveau de contamination des laitues en entérobactéries le plus élevé (2×10^7 UFC/g) obtenu à la petite saison des pluies pourrait être due à de mauvaises pratiques dans la production et la vente de ces légumes feuilles. Ces résultats sont en accord avec ceux des travaux d'Adjrah et al. (2013) qui ont indiqué que la présence de bactéries d'origine entérique dans les laitues suggère un manque de bonnes pratiques d'hygiène et une contamination fécale qui pourrait être due au traitement inapproprié subi par ces légumes consommables crus. En effet, les Entérobactéries sont des hôtes normaux du tube digestif de l'homme et des animaux, capables de proliférer en abondance dans l'environnement (sols et eaux) et de participer ainsi aux grands cycles de dégradation des matières organiques (Geser et al., 2012). Ce sont des indicateurs de contamination fécale qui fournissent une image plus complète des germes potentiellement pathogènes (Blaak et al., 2015 ; Alio et al., 2017).

Par ailleurs, les charges élevées en coliformes fécaux dans les échantillons de laitue des sites 1 et 2 pourraient être dues à la proximité des enclos d'élevage d'animaux (moutons, bœufs, chevaux, etc.), associée à la présence de matières fécales d'origine humaine. Des observations similaires ont été faites par Uzeh et al. (2009) lors de leurs études sur la contamination de la laitue par *Escherichia coli*.

En outre, la présence d'animaux tels que les reptiles, les oiseaux migrateurs, les animaux domestiques (chiens...) peut contribuer à la contamination fécale des sites de production. Les excréments de ces animaux sont acheminés par les eaux de ruissellement pendant la saison des pluies vers les sources d'eau d'irrigation des légumes (Adjrah et al., 2013 ; Amoah et al., 2005), ce qui pourrait expliquer la présence de ces indicateurs dans la laitue.

Les fortes contaminations des échantillons de laitues en germes anaérobies sulfite-réducteurs représentés par les *Clostridium perfringens* à la grande et à la petite saison des pluies pourraient s'expliquer par l'insalubrité liée à l'environnement de cultures. En effet, le site de M'pouto est situé non loin des dépôts d'ordures ménagères et de caniveaux. En saison des pluies, une partie des eaux de ruissellement chargées en matières organiques en provenance de la commune de Cocody est retenue sur ce site. De ce point de vue, la forte charge en *Clostridium perfringens* des échantillons de laitues du site 3 pourrait avoir pour origine principale les eaux d'arrosage et les sols. La présence de ces bactéries pourrait être due au fait que ces germes sont très résistants dans l'environnement grâce à leur faculté de sporulation et peuvent persister longtemps (Karou et al., 2011). Ces germes sont utilisés comme indicateurs de contamination fécale de longue durée (Alvaro et al., 2009).

La présence de microorganismes tels que les coliformes fécaux et les *Staphylococcus aureus* dans les laitues sur les sites de production et de vente peut également résulter d'une contamination croisée. En effet, selon Uzeh et al. (2009), les chiffons utilisés pour le nettoyage des surfaces de travail ou du matériel de vente sont susceptibles de contaminer la laitue à la vente. La contamination peut être élevée lorsque ces produits alimentaires ne sont pas correctement lavés dans une eau propre. Selon la FAO

(2007), l'eau de consommation vendue dans les marchés, les rues, etc. est souvent contaminée par différents types de germes pathogènes impliqués dans les infections diarrhéiques.

Des études réalisées sur les légumes consommés crus (concombres, laitue, épinards et persils) au Nigéria, au Liban et à Daloa en Côte d'Ivoire respectivement par Abdullahi et al. (2010) et Halablab et al. (2011) et Kouassi et al. (2019) ont rapporté que les laitues présentaient les plus hauts niveaux de contamination en bactéries aérobies totales, coliformes fécaux et *Staphylococcus aureus*.

Toutefois, l'abondance de ces bactéries dans la laitue pourrait être attribuée à la largeur des feuilles de laitue qui offrent une grande surface de contamination par rapport aux autres légumes. Le feuillage des laitues protège les micro-organismes contre l'exposition à des facteurs environnementaux et prolonge la survie des microorganismes (Machado et al., 2006).

Conclusion

Cette étude réalisée sur la laitue provenant de 3 sites de productions maraîchères et un site de vente a montré que quels que soient le site de prélèvement et la saison, les charges des indicateurs de contamination sont largement supérieures aux seuils recommandés par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) pour les légumes susceptibles d'être consommés crus. Une forte contamination en entérobactéries des laitues a été constatée à la petite saison sèche au niveau du site de Port-Bouët Adjahui (site 2) par rapport à celle observée au cours des autres saisons et sites étudiés. Les laitues prélevées sur le site de vente ont été plus contaminées par les entérobactéries que celles obtenues des sites de production. Etant donné que les entérobactéries sont une famille de bactéries qui renferment une variété de germes pathogènes tels que *Escherichia coli*, souvent

impliqués dans les toxi-infections alimentaires liés à la consommation des légumes frais, il s'avère nécessaire de connaître les espèces d'entérobactéries pathogènes dans le maraîchage périurbain d'Abidjan.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs attestent qu'ils n'ont pas de conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Tous les auteurs ont participé à la conception de cette étude, à la collecte des données et à la rédaction. Ils ont tous approuvé le manuscrit final soumis dans ce journal.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Centre Ivoirien Antipollution, Université Peleforo Gon Coulibaly, Institut Pasteur de Côte d'Ivoire et l'Université Nangui Abrogoua pour leurs contributions à cette étude.

REFERENCES

- AFNOR (Association Française pour la Normalisation), 1996. Analyses microbiologiques. Tome II. Contrôle de la qualité des produits alimentaires, AFNOR Editions, 545 p.
- Abbou BM, Fadil F, Hadji EM. 2014. Évaluation de la qualité des cours d'eau de la ville de Taza utilisés dans l'irrigation des cultures maraîchères (Maroc). *J. Appl. Bio.*, **77**: 6462-6473. DOI: 10.4314/jab.v77i1.7.
- Alio SA, Inoussa MM, Bakasso Y, Samna, SO. 2017. Diversité et dynamique des souches de *Salmonella* isolées de la laitue (*Lactuca sativa* L.) dans les cultures maraîchères au Niger (Afrique de l'ouest). *J. Appl. Bio.*, **119**: 11917-11928. DOI: 10.4314/jab.v119i1.8.
- Alvaro JE, Moreno S, Dianez F, Santos M, Carrasco G, Urrestarazu M. 2009. Effects of peracetic acid disinfectant on

- the postharvest of some fresh vegetables. *J. Food Engin*, **95**: 11-15. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2009.05.003.
- Ameko E, Achio S, Alhassan S, Kassim A. 2012. Microbial safety of raw mixed-vegetable salad sold as an accompaniment to street vended cooked rice in Accra, Ghana. *Afri. J. Biotech*, **11** (50): 11078-11085. DOI: 10.5897/ajb11.2604.
- Ba A, Cantoreggi N. 2018. Agriculture urbaine et périurbaine (AUP) et économie des ménages agri-urbains à Dakar (Sénégal). *Int. J. Env., Agri. Biotechnol.*, **3**(1): 195-207. DOI: 10.22161/ijeab/3.1.25.
- Barak JD, Liang AS. 2009. Role of soil, crop debris, and a plant pathogen in *Salmonella enterica* contamination of tomato plants. *J. F. Protec.*, **72** (11): 2308-2312. DOI.org/10.1371/journal.pone.0001657.
- Blaak H, Lynch G, Italiaander R, Hamidjaja RA, De Roda HAM. 2015. Multidrug-resistant and extended spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* in Dutch surface water and wastewater. *PLoS One*, **10**(6): 0127752. DOI.org/10.1371/journal.pone.0127752.
- Carey R O, Migliaccio KW. 2009. Contribution of Wastewater Treatment Plant Effluents to Nutrient Dynamics in Aquatic Systems. *Rev. Env. Manag.*, **44** (2): 205-217. DOI 10.1007/s00267-009-9309-5.
- FAO. 2012. « Growing greener cities in Africa ». First status report on urban and peri-urban horticulture in Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 111p.
- Gaye M, Niang S. 2010. Manuel des bonnes pratiques de l'utilisation saine des eaux usées dans l'agriculture urbaine. *Relais pour le Développement Urbain Populaire ; Dakar-Sénégal*, 131p.
- Geser N, Stephan R, Korczak M, Beutin L, Hachler H. 2012. Molecular identification of extended-spectrum-beta-lactamase genes from Enterobacteriaceae Isolated from healthy human carriers in Switzerland. *Ant. Ag. Chem.*, **56**: 1609-1612. DOI: 10.1128/AAC.05539-11.
- Koffi-Nevry R, Assi-Clair BJ, Assemand EF, Wognin AS, 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. *J. Appl. Biosci.*, **52**: 3669-3675.
- Kouakou KJ. 2009. Etude des métaux traces (Cd, Cu, Pb, Zn, Ni) dans les sols et les produits maraîchers de deux sites d'agriculture dans la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat Unique de L'Université d'Abobo-Adjamé; Biodiversité et Gestion Durable des Ecosystèmes 145p.
- Kouassi Kouassi C, Kra Kouassi A, Konan Yao M, Adingra Kouassi G, Koffi-Nevry R. 2019. Assessment of the Risk of Microbial Contamination of an Urban Crop in the City of Daloa (Côte d'Ivoire): Case of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *J. F. Res.*; **3**(8): DOI: 10.5539/jfr.v8n3 p122.
- Karou DS, Adjrah Y, Djéri B, Anani K, Soncy K, Ameyapoh Y, Souza C, Gbeassor M. 2011. Hygienic quality of commonly consumed vegetables, and perception about disinfecting agents in Lomé. *Int. Food Res. J.*, **18**(4): 1499-1503.
- Loudit SMB, Ndong AN, Francis, F. 2017. Le maraîchage périurbain à Libreville et Owendo (Gabon) : pratiques culturelles et durabilité. *Cahiers Agricultures*, **26**: 45002. DOI: 10.1051/cagri/2017026.
- Machado DC, Maia CM, Carvalho ID, Silva NFD, Porfirio MC, Álvaro BS. 2006. Microbiological quality of organic vegetables produced in soil treated with

- different types of manure and mineral fertilizer. *Braz. J. Microbio.*, **37**: 538-544. DOI: 10.1590/S1517-83822006000400025.
- Machado-Moreira B, Karl R, Brennan F, Abram F. 2019. Microbial Contamination of Fresh Produce: What, Where, and How? *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **18**(16). DOI: 10.1111/1541-4337.12487.
- Matthys B, Adiko A, Tschannen AB, Cissé G, Tanner M, Utzinger J. 2007. Maraîchers à Abidjan, Côte d'Ivoire: préoccupations sanitaires et maladies parasitaires. *Magazine Agriculture Urbaine*, 5-12.
- Ndiaye C. 2010. Etude anatomo-clinique et bactériologique sur des cas suspects de colibacillose aviaire dans les régions de Dakar et Thiès (Sénégal). Thèse, Médecine. Vétérinaire, Dakar, 144p.
- Oliveira M, Usall J, Viñas I, Solsona C, Abadias M. 2010. Transfer of *Listeria innocua* from contaminated compost and irrigation water to lettuce leaves. *Food Microbiol*, **28**(3): 590-596. DOI: 10.1016/j.fm.2010.11.004.
- Ramos B, Miller FA, Brandão TRS, Teixeira P, Silva CLM. 2013. Fresh fruits and vegetables An overview on applied methodologies to improve its quality and safety. *Inn. F. Sci. & Emerg. Technol.*, **20**: 1-15. DOI: 10.1016/j.ifset.2013.07.002.
- Uzeh RE, Alade FA, Bankole M. 2009. The microbial quality of prepacked mixed vegetable salad in some retail outlets in Lagos, Nigeria. *Afri. J. F. Sci.*, **3**(9): 270-272. DOI: 10.5897/AJFS.9000292.
- Wadamori Y, Fam J, Hussain M. A, Gooneratne R. 2016. Microbiological risk assessment and antibiotic resistance profiling of fresh produce from different soil enrichment systems: A preliminary study. *Cogent Food & Agriculture*, **2**: 1274281. DOI: 10.1080/23311932.2016.1274281.
- Woldetsadik D, Drechsel P, Keraita B, Itanna F, Erko B, Gebrekidan H. 2017. Microbiological quality of lettuce (*Lactuca sativa*) irrigated with wastewater in Addis Ababa, Ethiopia and effect of green salads washing methods. *Inter. J. Food contami*, DOI: 10.1186/s40550-017-0048-8.