



## Diversité et dynamique des *Salmonella* isolées de la laitue (*Lactuca sativa* L.) dans les cultures maraîchères au Niger (Afrique de l'ouest).

ALIO SANDA Abdelkader <sup>(\*)</sup>, INOUSSA Maman Maârouhi <sup>(1)</sup>, SAMNA SOUMANA Oumarou <sup>(2)</sup>, BAKASSO Yacoubou <sup>(1)</sup>.

<sup>1</sup> Université Abdou Moumouni, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie, Laboratoire de Gestion et Valorisation de la Biodiversité au Sahel GeVaBioS. BP : 10662, Niamey (NIGER).

<sup>2</sup> Université de Tillabéri, Faculté des Sciences Agronomiques et de l'Environnement. BP : 175, Tillabéri (NIGER).

\*Auteur correspondant : [aliosanda@yahoo.fr](mailto:aliosanda@yahoo.fr). Tel : 00227 96 58 00 99.

Original submitted in on 18<sup>th</sup> September 2017. Published online at [www.m.elewa.org](http://www.m.elewa.org) on 30<sup>th</sup> November 2017

<https://dx.doi.org/10.4314/jab.v119i1.8>

### RÉSUMÉ

**Objectif :** Au Niger, l'agriculture maraîchère réalisée dans les zones urbaines et péri-urbaines utilise les eaux usées souvent très souillées par la matière fécale humaine et animale pour l'irrigation. Cette étude a évalué la prévalence et la diversité des *Salmonella* isolées de la laitue dans différents sites maraichers du Niger.

**Méthodologie et résultats :** Des prélèvements des échantillons de laitue (*Lactuca sativa* L.) ont été réalisés dans des jardins maraichers à travers toutes les régions du Niger. L'analyse microbiologique a été faite selon la norme ISO 6579:2002. La production des laitues a pour principale source d'arrosage, les eaux des caniveaux (41,67%). Les échantillons de laitue ont montré une forte prévalence de *Salmonella* dans certaines régions allant jusqu'à 56%. Les *Salmonella* isolées sont dominées par le sérotype B (34,43%), suivi des *Salmonella* spp (18,85%) et du Sérotype C (13,11%). Les souches ont montré une résistance : l'ampicilline (69,70%), l'amoxicilline (27,97%) ; l'amoxicilline + acide clavulanique (19,17%), la colistine (29,85%), la céfixime (50,75%) et la ceftazidime (27,97%).

**Conclusion et application de la recherche :** La laitue cultivée dans les zones urbaines et péri-urbaines investiguées est non appropriée à la consommation. La prévalence des *Salmonella* isolées dans la laitue est très élevée, ce qui entraîne un très grand risque de contamination. Des mesures adéquates doivent être mises en œuvre pour limiter ou réduire la contamination de la laitue et éviter la prolifération des maladies infectieuses.

**Mots clés :** Maraîchers, laitue, *Salmonella*, prévalence, diversité, Niger.

### Diversity and dynamics of *Salmonella* isolated from lettuce (*Lactuca sativa* L.) vegetable crops in Niger.

**Objective:** In Niger, vegetable farming in urban areas uses wastewater heavily soiled by human and animal fecal matter for irrigation. In this study the prevalence and diversity of *Salmonella* isolated from lettuce at different Niger sites was evaluated

**Methodology and results:** Samples of lettuce (*Lactuca sativa* L.) were taken from vegetable fields in all regions of Niger. The microbiological analysis was carried out according to ISO 6579: 2002. The main source of water for lettuce production is gutter water (41.67%). The lettuce samples that were analyzed, showed a high prevalence of *Salmonella* in some areas up to 56%. Isolated and analyzed *Salmonella* show low biochemical diversity and are dominated by serogroup B (34.43%), followed by *Salmonella* spp (18.85%) and Serogroup C (13.11%). The strains showed resistance to ampicillin (69.70%), amoxicillin (27.97%), amoxicillin + clavulanic acid (19.17%), colistin (29.85%), cefixime (50.75%) and ceftazidime (27.97%).

**Conclusion and application of research:** Lettuce grown in urban and peri-urban areas investigated is not suitable for consumption. The prevalence of *Salmonella* isolated in lettuce is very high, which leads to a very high risk of contamination. Adequate measures should be implemented to limit or reduce lettuce contamination and to prevent the proliferation of infectious diseases.

**Key words :** Maraichers, lettuce, *Salmonella*, prevalence, diversity, Niger.

## INTRODUCTION

Les pays en voie de développement sont confrontés à l'augmentation exponentielle de la population dans les centres urbains (Agossou *et al.*, 2014). Cette urbanisation galopante et la forte concentration économique ont favorisé une agriculture développée dans les zones urbaines et péri-urbaines en Afrique de l'ouest (Cissé *et al.*, 2002). Au Niger, comme dans plusieurs pays africains, l'agriculture urbaine et péri-urbaine est une activité en plein expansion. Cette activité agricole dominée par l'agriculture maraîchère est aujourd'hui confrontée à d'énormes difficultés, dont entre autres, l'épineux problème de pollution, du fait de l'utilisation des eaux usées pour l'irrigation et de la proximité des sites de production de grands axes de trafics urbains et des industries (Dan-Badjo *et al.*, 2013). La réutilisation des eaux usées partiellement ou non traitées dans l'agriculture maraîchère est une pratique rependue dans les villes africaines. Ces pratiques pourraient favoriser une forte contamination des légumes par des micro-organismes dont certains sont dangereux pour le consommateur. La contamination des fruits et des légumes constitue un des risques potentiel d'infection par des bactéries enteropathogènes telle

que les *Salmonella* et les *Escherichia coli* O157:H7. Cette dernière se fait à partir d'une source environnementale, animale ou humaine au moment de la culture, de la récolte ou de la manipulation des végétaux avant leur consommation (Beuchat *et al.*, 2002). La plupart du temps, il s'agit d'une contamination de surface. Cependant, des travaux récents montrent que les salmonelles sont capables d'infecter et de se multiplier dans le mésophylle de certains végétaux comme la salade (Kroupitski *et al.*, 2009 ; Schikora *et al.*, 2011). L'alerte engendrée par ces études sur le risque potentiel des *Salmonella* à infecter et à coloniser les plantes justifie la nécessité d'évaluer le niveau de contamination des végétaux. La laitue constitue l'une des principales cultures maraîchères réalisées au Niger. Elle occupe une superficie de 4 551 ha avec une production de l'ordre de 68885 tonnes avec un rendement moyen de l'ordre de 15 t/ha. (DSMA 2011). Cette étude a été réalisée dans l'optique d'évaluer spécifiquement la prévalence et la diversité des *Salmonella* isolées de la laitue cultivée sur différents sites maraîchers du Niger.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

**Présentation des Sites de collecte :** Le Niger est situé dans la zone sahélo-saharienne de l'Afrique entre les

parallèles 11°37 et 23°33 de latitude Nord d'une part, les Méridiens 16° de longitude Est et 0°10 de longitude

**Alio Sanda et al., J. Appl. Biosci. 2017 Diversité et dynamique des Salmonella isolées de la laitue (*Lactuca sativa* L.) dans les cultures maraîchères au Niger (Afrique de l'ouest).**

Ouest d'autre part. Il s'étend sur une superficie de 1267000 km<sup>2</sup>. Le Niger est divisé en 8 régions : Agadez, Diffa, Dosso, Maradi, Niamey, Tahoua, Tillabéri, Zinder (INS 2014). La collecte des échantillons a été réalisée dans 7 régions du Niger à l'exception de la région de Diffa. Dans chaque région un site de culture

maraîcher urbain ou péri-urbain a été retenu à l'exception de Niamey où la collecte a été réalisée sur 4 sites différents avec plusieurs répétitions aux quartiers Zongo. Les caractéristiques des sites d'étude ont été résumées dans le tableau 1.

**Tableau 1 :** Caractéristiques des sites de collecte

Régions	Sites de prélèvements	Dates de prélèvements	Localisation du site	Source d'eau d'arrosage	Type d'arrosage
Niamey	Zongo 1	20/01/2016	L:002°10',959; I:13°52',026	Caniveaux	Arrosoir (aspersion)
	Zongo 2	12/03/2016	L:002°10',959; I:13°52',026	Caniveaux	Arrosoir (aspersion)
	Zongo 3	13/08/2016	L:002°10',959; I:13°52',026	Caniveaux	Arrosoir (aspersion)
	Kourtere Péage	20/02/2016	L:002°04',653; I:13°50',279	Forage	Irrigation (Planche)
	Riz du Niger	10/02/2016	L:002.10567; I:13°49',765	Bassin	Arrosoir (aspersion)
	INJS pavé	16/09/2016	L:002°10',016; I:13°50',382	Bassin	Arrosoir (aspersion)
Tillabéry	Tillakaina	17/03/2016	L:001°26',980; I:14°13',593	Fleuve	Arrosoir (aspersion)
Gaya	Centre-ville	26/03/2016	L:003°26',535; I:11°53',359	Puits	Arrosoir (aspersion)
Maradi	Safo	01/05/2016	L:007°07',547; I:13°24',180	Puits	Irrigation(Planche)
Zinder	Kangna	02/05/2016	L:008°57',173; I:13°47',902	Puits	Irrigation(Planche)
Tahoua	Gueben Zogui	07/06/2016	L:005°15',245; I:14°54',252	Forage	Irrigation(Planche)
Agadez	Tajjarate	08/06/2016	L:007°58',121; I: 16°59',415	Forage	Irrigation(Planche)

**Échantillonnage de la laitue aux champs :** L'étude a combiné, d'une part, des investigations par questionnaire, et d'autre part des prélèvements et analyses en laboratoire. L'échantillonnage a été réalisé dans des champs maraîchers de toutes les régions du Niger. Sur chaque site, 30 pieds de laitues ont été prélevés. Les laitues sont mises dans des sachets plastiques stériles puis placés dans une glacière à 4°C jusqu'au laboratoire. Chaque prélèvement est accompagné d'un questionnaire.

**Analyses microbiologiques :** L'analyse microbiologique a été faite selon la norme ISO 6579:2002 en 4 étapes : le pré-enrichissement, l'enrichissement, l'isolement et l'identification biochimique. 360 échantillons ont fait l'objet d'une analyse bactériologique pour la recherche de salmonelle, en vue de déterminer la prévalence et les différents sérotypes circulant dans la laitue.

- Pré-enrichissement : Chaque prise d'essai (25g) a été mise dans un sachet stomachers contenant 225 ml d'Eau Peptonnée Tamponnée et incubé à 37°C pendant 24h.

- Enrichissement : A l'aide de pipettes, 0,1ml et 1ml du pré-enrichissement sont prélevés et ajoutés respectivement à 10ml de Rappaport de Vassiliadis, puis à 10 ml du bouillon Müller Kauffmann. Les tubes de RV, sont incubés à 42°C pendant 24h et les tubes de Müller Kauffmann sont incubés à 37°C pendant 24h.

- Isolement : Par la technique des stries d'épuisement, chaque culture d'enrichissement est ensemencée sur deux géloses sélectives (géloses *Salmonella*-Shigella et XLD) et les boîtes de Pétri incubées à 37°C pendant 24h.

- Identification biochimique : Les colonies suspectées *Salmonella* spp sont examinées avec une mini galerie constituée de 4 milieux (gélose Kligler-Hajna ; milieu urée-indol, ONPG (0-nitrophényl-b-D-galactopyranoside, Citrate de simmons, mannitol-mobilité), la confirmation est faite avec une galerie Api 20E (Biomérieux, Marcy l'Étoile, France). L'étude de la sensibilité des souches aux antibiotiques a été réalisée par la méthode de diffusion en milieu gélosé de Kirby-Bauer.

- Les antibiotiques suivant ont été testé : AMP : Ampiciline (10µg) ; AML : amoxicilline (25µg), AMC : amoxicilline + acide clavulanique(20/10µg) ; CAZ : ceftazidime (30µg) ; CTX : céfotaxime (30µg); CRO : Ceftriaxone (30µg) ; FEP : cefépime (30µg) ; C : chloramphénicol (30 µg) ; GM : gentamicine (10µg); AZT : aztréonam (30µg); AK : amikacine (30µg); SXT : Triméthoprime-sulfaméthoxazole(1,25/23,75µg) ; NA : acide nalidixique (30µg) COL :colistine (10µg) ; CIP : ciprofloxacine (5µg); IPM : imipénème (10µg). Les

diamètres d'inhibition des antibiotiques ont été interprétés selon EUCAST (EUCAST, 2013).

- Sérotypage selon le schéma de Kauffmann-White (1934) : La culture pure isolée sur gélose est sérotypée par la technique d'agglutination directe sur lame selon le schéma de Kaufmann-White (1934), mettant en jeu un panel d'antisérums (O, H et Vi) (Bio-Rad®). La détermination des

sérotypes est la combinaison de formules antigéniques correspondantes aux antigènes « O » et « H » exprimés lors des différentes agglutinations.

**Analyses statistiques** : Le logiciel XL-Stat version 2010 a été utilisé pour déterminer les prévalences et PCORD 5 pour réaliser le dendrogramme et la Classification hiérarchique ascendante CAH.

## RÉSULTATS

**Les caractéristiques des producteurs de laitue** : Les producteurs de laitue présentent les caractéristiques citées dans le tableau 2. Ils sont exclusivement de sexe masculin (100%) dont l'âge varie entre 30 et 60 ans. Ils sont majoritairement Gourmantché (33,3%) et ont un

niveau d'étude primaire. Ils utilisent l'eau des caniveaux pour l'arrosage surtout dans les zones urbaines. 83,3% des producteurs de laitue utilisent la fumure des animaux pour la fertilisation.

**Tableau 2** : Caractéristiques des producteurs de laitue.

		Fréquence	Pourcentage (%)
<b>Age (Années)</b>	< 30	3	25
	30-60	6	50
	>60	3	25
<b>Sexe</b>	Homme	12	100
	Femme	0	0
<b>Ethnies</b>	Haoussa	3	25
	Gourmantché	4	33,33
	Zarma	2	16,67
	Tamashek	1	8,33
	Dandi	1	8,33
	ND	1	8,33
<b>Niveau d'étude</b>	Analphabètes	4	33,33
	Primaire	6	50
	Secondaire	1	8,33
	Cadre retraité	1	8,33
<b>Source de l'eau d'arrosage</b>	Puits	4	33,33
	Caniveaux	5	41,67
	Fleuve	1	8,33
	Forage	2	16,67
<b>Type d'engrais</b>	Fumure	10	83,33
	Fumure + Engrais	4	33,37

ND : non déterminer

**La prévalence des *Salmonella*** : Au total 360 échantillons de laitue ont été analysés et 133 sont positifs aux *Salmonella* spp soit une prévalence de 36,94%. La figure 1 montre les distributions de différentes

prévalences aux Niger. Les prévalences trouvées sont respectivement par ordre décroissant 56% à Niamey, 33% à Gaya ; 27% à Zinder, 13% à Maradi et Agadez, 10% à Tillabéri et enfin 0% à Tahoua.

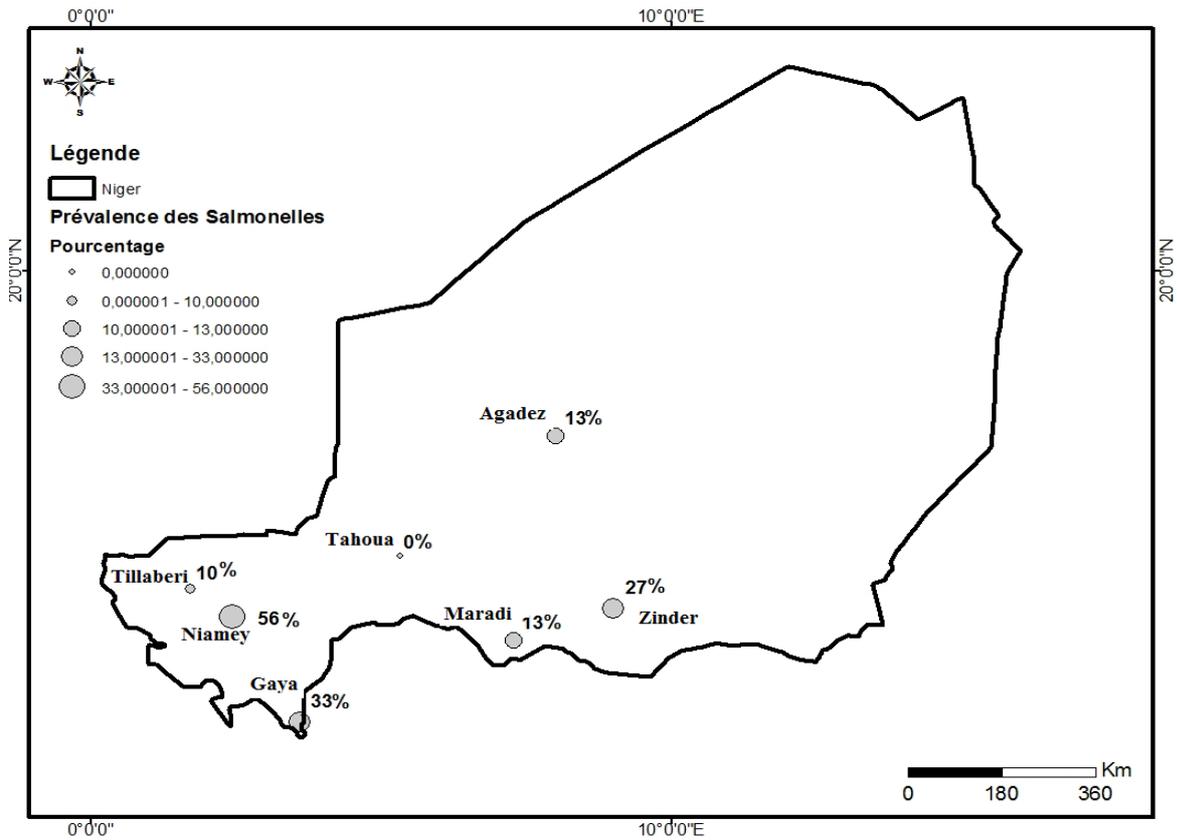


Figure 1 : Prévalence des *Salmonella* isolées de la laitue dans les régions du Niger

Pour ce qui concerne la prévalence des *Salmonella* par rapport aux sources d'eau d'arrosage, il existe une différence significative entre les échantillons où l'eau utilisée pour l'arrosage provient des bassins et des

caniveaux par rapport à l'eau des puits, du fleuve ou du forage. *Salmonella* spp a été plus isolées si l'eau utilisée pour l'arrosage provient d'un bassin ou de caniveaux.

Tableau 3 : Analyse des différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95,00 %

Modalités	Nombre total d'échantillon	Nombre d'échantillon positifs	Prévalence (%)
Bassin	60	44	73 <sup>a</sup>
Caniveaux	90	59	67 <sup>ab</sup>
Puits	90	22	24 <sup>bc</sup>
Fleuve	30	3	10 <sup>c</sup>
Forage	90	1	5,6 <sup>c</sup>

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

**Identification et sérotypage des isolats de *Salmonella* :** Le regroupement des souches de *Salmonella* par la Classification Ascendante Hiérarchique CAH sur la base des tests biochimiques répartit les 86 souches identifiées en quatre (4) groupes :

Le groupe 1 constitué de 86 % ( 74/86) des isolats, est majoritaire. Il est présenté par le code de lecture pour la détermination du genre : 6704752 qui correspondent à une excellente identification de *Salmonella* Spp.

Le groupe 2 constitué de 9,3% (8/86) des isolats présente le code lecture pour la détermination du genre : 6704552

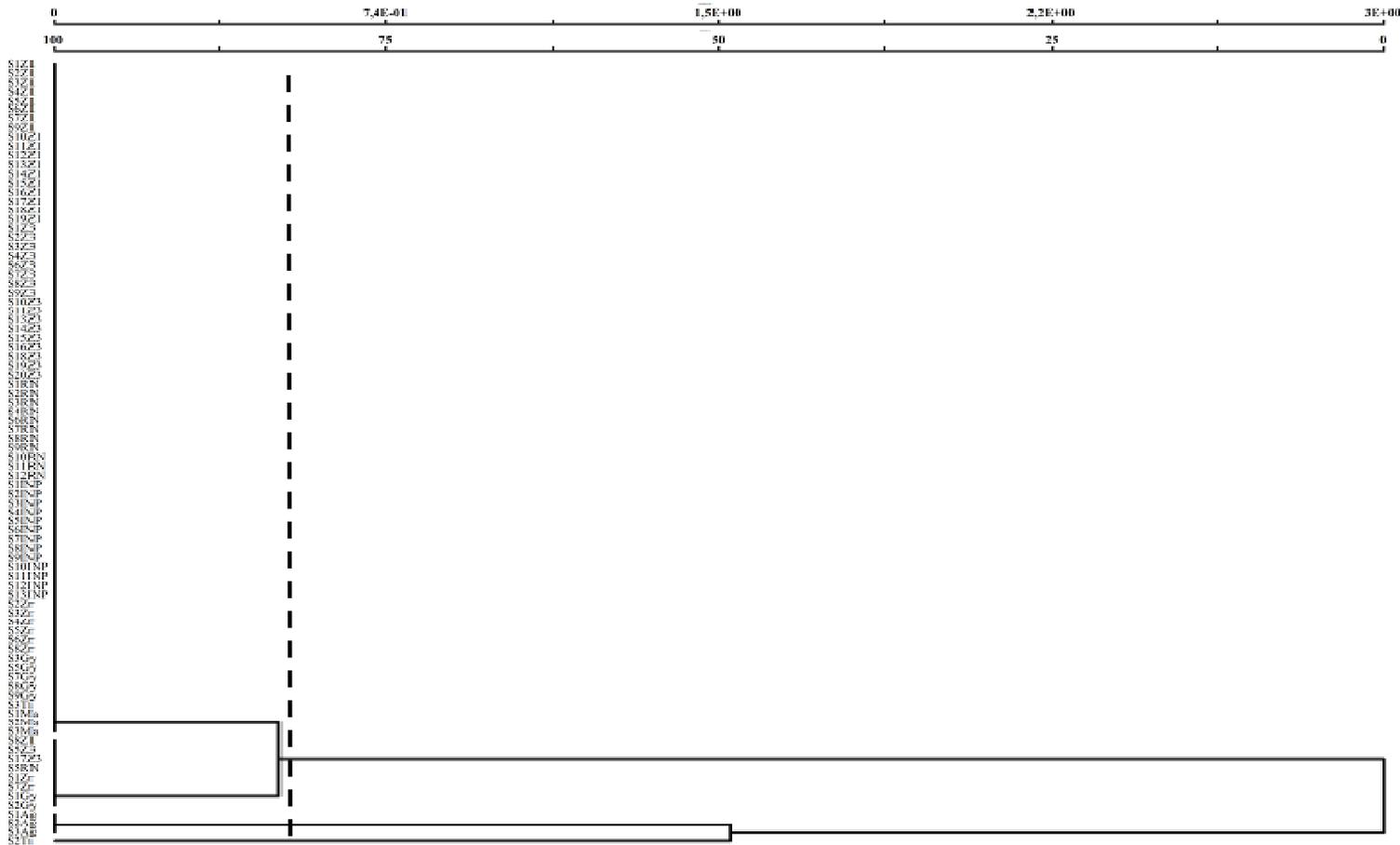
qui correspondent aussi à une excellente identification *Salmonella* Spp diffère du groupe 1 par le manque de dégradation de l'inositol (INO).

Le groupe 3 constitué de 3,5%(3/86) des isolats présente le code lecture pour la détermination du genre : 4504552, il diffère des deux (2) autres groupes par l'absence de l'enzyme Arginine DiHydrolase (ADH)

Le groupe 4 constitué de 1,2%(1/86) des isolats présente le code lecture pour la détermination du genre : 6504542 il diffère des autres groupes par l'absence d'enzyme qui dégrade le citrate. Des 123 souches de *Salmonella* analysées à partir de leurs caractères *antigéniques*, 75,60% (93/123) ont réagi à un antisérum. 42,28%(52/123) étaient OMA+ ; 28,46%(35/123) OMB+ ; 2,44%(3/123) OMC + ; 17,07%(21/123) OMA/OMB/OMC/OMD – et 9,76%(12/123) Non déterminés (souches n'ayant pas été testées). Du point de vue du sérogroupage, le Séro groupe B : 39,2% (48/123) est le plus prédominant suivi du Séro groupe C : 9,76% (12/123), du Séro groupe E<sub>1</sub> : 3,25%(4/123), du Séro groupe F : 0,81%(1/123), du Séro groupe G 0,81%(1/123), du Séro groupe A : 0,81%(1/123) et *Salmonella* spp ( Non sérogroupées) : 45,53%(56/123) . Le sérotypage complet a permis d'observer la

prédominance du *Salmonella* sérotype Paratyphi C : 9,76%( 12/123), suivi de *Salmonella* sérotype Typhimurium : 7,32% ( 9/123), de *Salmonella* sérotype Paratyphi B : 6,50%(8/123), de *Salmonella* sérotype Kisangani : 1,63%(2/123) de *Salmonella* sérotype Heidelberg : 1,63%(2/123) ) et de *Salmonella* sérotype Paratyphi A : 0,81(1/123) et *Salmonella* spp ( Non sérotypées) : 72,36%(89/123) ( Voir tableau 4).

**Sensibilité aux antibiotiques des isolats de *Salmonella*** : Les Tableaux 4 et 5 montrent les résultats des tests de sensibilités des *Salmonella* aux antibiotiques. Les niveaux des résistances sont variables. Les résistances les plus fréquemment rencontrées sont les résistances à la famille pénicilline A (Ampicilline (69,70%), l'amoxicilline (27,97%) ; l'amoxicilline + acide clavulanique (19,17%)), aux polypeptides (colistine (29,85%) et aux céphalosporines (céfixime (50,75%), ceftazidime (27,97%)) dans la moindre mesure vis-à-vis à la céfotaxime (10,17%); la Ceftriaxone (12,71%). C'est au niveau des souches isolées à Niamey et Zinder que la résistance est la plus fréquente et la plus généralisée.



**Figure 2 :** Dendrogramme représentatif de la similarité des caractéristiques biochimiques des *Salmonella* isolées de la laitue.

S : Souche, Z : Zongo, RN : Riz du Niger, INP :INJS Pavé, Zr :Zinder, Gy : Gaya, Ma : Maradi, Ag : Agadez.

**Groupe 1 :** S1Z1, S2Z1, S3Z1, S4Z1, S5Z1, S6Z1, S7Z1, S9Z1, S10Z1, S11Z1, S12Z1, S13Z1, S14Z1, S15Z1, S16Z1, S17Z1, S18Z1, S19Z1, S1Z3, S2Z3, S3Z3, S4Z3, S6Z3, S7Z3, S8Z3, S9Z3, S10Z3, S11Z3, S13Z3, S14Z3, S15Z3, S16Z3, S18Z3, S19Z3, S20Z3, S1RN, S2RN, S3RN, S4RN, S6RN, S7RN, S8RN, S9RN, S10RN, S11RN, S12RN, S1INP, S2INP, S3INP, S4INP, S5INP, S6INP, S7INP, S8INP, S9INP, S10INP, S11INP, S12INP, S13INP, S2Zr, S3Zr, S4Zr, S5Zr, S6Zr, S8Zr, S3Gy, S5Gy, S7Gy, S8Gy, S9Gy, S3Ti, S1Ma, S2Ma, S3Ma. **Groupe 2 :** S8Z1, S5Z3, S17Z3, S5RN, S1Zr, S7Zr, S1Gy, S2Gy. **Groupe 3 :** S1Ag, S2Ag, S3Ag. **Groupe 4 :** S2Ti.

Tableau4 : Distribution des PolyGroupes, Sérogroupes et Sérotypes de *Salmonella* isolées de la Laitue

Régions													
				Niamey					Agadez	Dosso	Maradi	Tillabéri	Zinder
				Zongo Fevrier 2016	Zongo Avril 2016	Zongo Aout 2016	Riz du Niger	Lamordé		Gaya			
Poly Groupe O	Profils	Sérogroupe	Sérotypes	Nbre(%)	Nbre(%)	Nbre(%)	Nbre(%)	Nbre(%)	Nbre(%)	Nbre(%)	Nbre(%)	Nbre(%)	Nbre(%)
OMA	1,2/Ha+	A	Paratyphi A	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(25)	0(0)
	4,5/1,2/Hi+	B	Typhimurium	8(42,10)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(14,29)
	4,5/1,2/Ha+	B	Kisangani	1(5,26)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(14,29)
	4,5/1,2/Ha+	B	Heidelberg	0(0)	0(0)	2(9,52)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	4,5/1,2/Hb+	B	Paratyphi B	0(0)	5(25)	0(0)	1(9,1)	0(0)	0(0)	2(20)	0(0)	0(0)	0(0)
	4,5+et 1,2-	B	S,spp	2(10,53)	0(0)	1(4,76)	6(54,55)	0(0)	2(40)	2(20)	0(0)	1(25)	0(0)
	4,5/enx, enz15+	B	S spp	0(0)	0(0)	0(0)	2(18,18)	0(0)	0(0)	2(20)	0(0)	0(0)	2(28,57)
	4,5+/1,2+ et Hi/Hr/Hz/Hz10/Ha/Hb/Hd-	B	S spp	3(15,79)	1(5)	2(9,52)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	3,10,15+	E1	S spp	1(5,26)	1(5)	1(4,76)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(14,29)
OMB	6, 7,8 /Vi+	C	Paratyphi C	1(5,26)	0(0)	2(9,52)	0(0)	9(39,13)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	11+	F	S spp	0(0)	0(0)	0(0)	1(11,11)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	13, 22,23+	G	S spp	0(0)	0(0)	0(0)	1(11,11)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	6,7,8/13,22,23/6,14,24/11-	S spp	S spp	1(5,26)	6(30)	1(4,76)	0(0)	6(26,09)	0(0)	4(40)	2(66,67)	0(0)	1(14,29)
OMC	ND	S spp	S spp	0(0)	1(5)	1(4,76)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(33,33)	0(0)	0(0)
Omni-O	OMA/OMB- et 1,2+	S spp	S spp	1(5,26)	1(5)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	OMA/OMB/OMC/ OMD- et OmniO	S spp	S spp	0(0)	2(10)	7(33,33)	0(0)	8(34,78)	1(20)	0(0)	0(0)	2(50)	0(0)
ND				ND	S spp	S spp	1(5,26)	3(15)	4(19,05)	0(0)	2(40)	0(0)	0(0)

Test positif : + ; test négatif : - ; Nbre : nombre ; % : pourcentage ; ND : non déterminé, \*(\*) : 0(0)

Tableau 4 : Évaluation de l'efficacité des bêta-lactamines (pénicillines A et céphalosporines)

		Antibiotiques															
		AMP		AML		AMC		CAZ		CTX		CRO		FEP		CFM	
Régions	Nbre	R+I (%)	S (%)	R+I (%)	S (%)	R+I (%)	S (%)	R+I (%)	S (%)								
Agadez	5	4 (80)	1 (20)	3 (60)	2 (40)	4 (2)	3 (60)	2 (40)	3 (60)	*(*)	5 (100)	3 (60)	2 (40)	*(*)	5 (100)	4 (80)	1 (20)
Gaya	10	10 (100)	*(*)	*(*)	10 (100)	*(*)	10 (100)	1 (10)	9 (90)	*(*)	10 (100)	*(*)	10 (100)	*(*)	10 (100)	4 (50)	4 (50)
Maradi	3	3(100)	*(*)	*(*)	3 (100)	*(*)	3 (100)	*(*)	3 (100)	*(*)	3 (100)	*(*)	3 (100)	*(*)	3 (100)	3 (100)	*(*)
Niamey	92	22 (53,66)	19 (46,34)	29 (31,52)	63 (68,48)	17 (18,47)	75 (81,52)	29 (31,52)	63 (68,48)	12 (13,04)	80 (86,96)	11 (11,95)	81 (88,05)	1 (2,22)	44 (97,78)	18 (40)	27 (60)
Zinder	8	7 (100)	*(*)	1 (12,5)	7 (87,5)	2 (25)	6 (75)	1 (12,5)	7 (87,5)	*(*)	8 (100)	1 (12,5)	7 (87,5)	*(*)	8 (100)	5 (83,33)	1 (16,67)
<b>Total</b>	<b>118</b>	<b>46 (69,70)</b>	<b>20 (30,30)</b>	<b>33 (27,97)</b>	<b>85 (72,03)</b>	<b>23 (19,17)</b>	<b>97 (80,23)</b>	<b>33 (27,97)</b>	<b>85 (72,03)</b>	<b>12 (10,17)</b>	<b>106 (89,83)</b>	<b>15 (12,71)</b>	<b>103 (87,29)</b>	<b>1 (1,41)</b>	<b>70 (98,59)</b>	<b>34 (50,75)</b>	<b>33 (49,25)</b>

Pour chaque antibiotique on a une zone de résistance (R), intermédiaire (I), sensible (S), suivant : AMP : Ampicilline : R<16, 16≤ I≤ 21, S≥ 21; AML : amoxicilline (25µg) :R<16, 16≤ I≤ 23, S≥ 23, AMC : amoxicilline + acide clavulanique(20/10µg) : R<16, 16≤ I≤ 23, S≥ 23 ; CAZ : ceftazidime (30µg) : R<19, 19≤ I≤ 21, S≥ 21 ; CTX : céfotaxime (30µg) : R<23, 23≤ I≤ 26, S≥ 26; CRO : Ceftriaxone (30µg) : R<23, 23≤ I≤ 26, S≥ 26 ; FEP : céfépime (30µg) : R<19, 19≤ I≤ 21, S≥ 21; CFM : céfixime (10µg) : R<19, 19≤ I≤ 21, S≥ 21; \*(\*) : 0(0)

Tableau 5 : Évaluation de l'efficacité des phénicolés, aminosides, sulfamides, polypeptides, quinolones, fluoroquinolones, carbapenemes et monobactames.

		Antibiotiques																			
		C		GEN		AK		SXT		CST		NA		OFX		CIP		AZT		IMP	
Régions	Nbr	R+I (%)	S (%)	R+I (%)	S (%)	R+I (%)	S (%)	R+I (%)	S (%)	R+I (%)	S (%)	R+I (%)	S (%)	R+I (%)	S (%)						
Agadez	5	*(*)	5 (100)	*(*)	5 (100)	*(*)	5 (100)	*(*)	5 (100)	1 (20)	4 (80)	*(*)	5 (100)	4 (80)	1 (20)	*(*)	5 (100)	*(*)	5 (100)	*(*)	5 (100)
Gaya	10	*(*)	10 (100)	*(*)	10 (100)	*(*)	10 (100)	*(*)	10 (100)	5 (62,5)	3 (37,5)	*(*)	10 (100)	*(*)	10 (100)	*(*)	10 (100)	*(*)	10 (100)	*(*)	10 (100)
Maradi	3	*(*)	3 (100)	*(*)	3 (100)	*(*)	3 (100)	*(*)	3 (100)	3 (100)	*(*)	*(*)	3 (100)	*(*)	3 (100)	*(*)	3 (100)	*(*)	3 (100)	*(*)	3 (100)
Niamey	92	5(5,43)	87 (94,57)	4 (4,35)	88 (95,65)	5(5,43)	87 (94,57)	7(7,6)	85 (92,4)	9 (20)	36 (80)	5(5,43)	87 (94,57)	4 (4,35)	88 (95,65)	2 (2,17)	90 (97,83)	3 (3,49)	83 (96,51)	*(*)	92 (100)
Zinder	8	*(*)	8 (100)	*(*)	8 (100)	*(*)	8 (100)	*(*)	8 (100)	2 (33,3)	4 (66,67)	*(*)	8 (100)	*(*)	8 (100)	*(*)	8 (100)	*(*)	8 (100)	*(*)	8 (100)
<b>Total</b>	<b>118</b>	<b>5 (4,24)</b>	<b>113 (95,76)</b>	<b>4 (3,39)</b>	<b>114 (96,61)</b>	<b>5 (4,24)</b>	<b>113 (95,76)</b>	<b>7 (5,93)</b>	<b>111 (94,07)</b>	<b>20 (29,85)</b>	<b>47 (70,15)</b>	<b>5 (4,24)</b>	<b>113 (95,76)</b>	<b>8 (6,76)</b>	<b>110 (93,22)</b>	<b>2 (1,69)</b>	<b>116 (98,31)</b>	<b>3 (2,68)</b>	<b>109 (97,32)</b>	<b>*(*)</b>	<b>118 (100)</b>

Nbr : Nombre, C : chloramphénicol (30 µg) : R<19, 19≤ I≤ 23, S≥ 23 ; GM : gentamicine (10µg) : R<16, 16≤ I≤ 18, S≥ 18; AZT : aztréonam (30µg); AK : amikacine (30µg) : R<15, 15≤ I≤ 17, S≥ 17; SXT : Triméthoprim-sulfaméthoxazole(1,25/23,75µg) : R<10, 10≤ I≤ 16, S≥ 16; NA : acide nalidixique (30µg) : R<16, 16≤ I≤ 21, S≥ 21 ; COL : colistine (10µg) : R<16, 16≤ I≤ 21, S≥ 21; CIP : ciprofloxacine (5µg) : R<16, 16≤ I≤ 21, S≥ 21; IPM : imipénème (10µg) : R<16, 16≤ I≤ 21, S≥ 21, \*(\*) : 0(0)

## DISCUSSION

L'étude montre que la totalité des Maraichers sont des hommes. Selon une étude réalisée par Koffi-Nevry (Koffi-Nevry *et al.*, 2012), le maraîchage est pratiqué en majorité par des hommes (83,33% et 93,33% d'hommes par site). Le manque de représentativité des femmes pourrait être lié aux pratiques culturelles du pays mais aussi à la pénibilité des pratiques d'irrigations. C'est sûrement, la pénibilité du travail d'irrigation, qui fait que la plupart des maraichers ont un âge entre 30 à 60 ans. Les résultats montrent aussi que les techniques d'irrigations jouent rôle important dans la contamination de la laitue. L'aspersion des eaux polluées sur les laitues avec un arrosoir serait à la base de la contamination par *Salmonella*. L'eau stagnante, c'est-à-dire stockée dans des bassins, ainsi que l'eau provenant des caniveaux utilisés pour l'arrosage ont significativement présenté une plus forte prévalence en *Salmonella* par rapport à l'eau de fleuve ou de forage comme par exemple à Tahoua où c'est l'eau de forage est utilisée. Ces eaux stagnantes et des caniveaux sont exposés aux contaminations avec la fumure (matières fécales des animaux utilisées comme engrais). Elles sont aussi soumises aux effets des activités anthropiques de l'homme. Ces différents problèmes ont été soulevés dans d'autres études (Koffi-Nevry *et al.*, 2012). ; Kenmongue *et al.*, 2010. ; Ndiaye *et al.*, 2011). Par rapport aux prévalences des *Salmonella* dans la laitue, tous les échantillons analysés, à l'exception de ceux à Tahoua, s'écartent largement des directives prescrites par l'OMS (OMS, 2012) qui recommande aucune *Salmonella* dans un légume cru destiné à la consommation. La prévalence des *Salmonella* dans la laitue est comprise entre 0% à 56%. D'autres études effectuées chez la laitue ont trouvé des prévalences respectivement de 50% au Burkina Faso (Traoré *et al.*, 2015), de 22% à Sokoto, Nigeria (Bagudo *et al.*, 2014) et 16% à Maiduguri, Nigeria (Raufu *et al.*, 2014). L'analyse biochimique de l'ensemble des souches isolées de la laitue a abouti à quatre (4) classes différentes entre elles essentiellement par la dégradation de l'Inositol (INO+). Le groupe 1 qui est composé de 86% des isolats présente le caractère de dégradation de

## CONCLUSION

La laitue cultivée dans les zones urbaines et péri-urbaines investiguées est non appropriée à la consommation. La prévalence des *Salmonella* isolées dans la laitue est très élevée, ce qui entraîne un très grand risque de contamination. Les bactéries analysées dans cette étude montrent une faible diversité biochimique et le sérotypage a montré une prédominance

l'Inositol. Cette dominance homogène métabolique que caractérise la majorité des isolats (INO+) et (INO-) traduit une stabilité génétique des *Salmonella* non hôte spécifique dans le temps et dans différents types d'échantillons identiques (Holt *et al.*, 2009).

Les résultats obtenus de l'analyse sérotypique des souches de *Salmonella* ont montré une prédominance du sérotype de *Salmonella* Paratyphi C (9,76%) suivi de *Salmonella* Typhimurium (7,23%), de *Salmonella* Paratyphi B (6,50%), de *Salmonella* Kisangani (1,63%), de *Salmonella* Heidelberg (1,63%) et de *Salmonella* Paratyphi A (0,81%). Somda *et al* au Burkina Faso ont rapporté la prédominance de *Salmonella* Paratyphi A 23% suivi de *Salmonella* Paratyphi C 18% et de *Salmonella* Paratyphi B 8% (Somda *et al.*, 2017). Du point de vue des sérogroupes, c'est le Séro groupe B (34,43%) qui prédomine, suivi du Séro groupe C (9,76%), du sérogroupes E<sub>1</sub> (3,25%), du sérogroupes A (0,81%), du sérogroupes G (0,81%) et du sérogroupes F (0,81%). Une étude réalisée par Bagodu à Sokoto au Nigeria a donné des proportions similaires avec 33,33% du séro groupe B suivi du séro groupe D (29,17%) et du séro groupe C (13,29%) (Bagudo *et al.*, (2014). Au Burkina Faso, le séro groupe C a été prédominant suivi du séro groupe E<sub>4</sub> et B (Traoré *et al.*, 2015). Cette disparité des résultats est due aux pratiques agricoles employées par les maraichers. Dans les pays en développement, les maraichers utilisent la fumure de bétail et de la volaille comme engrais, ce qui entraîne une contamination alimentaire et environnementale. Ces voies entraînent une épidémiologie complexe des *Salmonella*. Les résultats révèlent aussi un taux assez élevé de résistance des *Salmonella* à la famille pénicilline A (Ampicilline, l'amoxicilline ; l'amoxicilline + acide clavulanique), aux polypeptides (colistine) et aux céphalosporines (céfixime, ceftazidime). Ces résultats sont corroborés par ceux trouvés au Burkina Faso par Traoré *et al* en 2015. Une telle résistance lorsqu'elle est observée serait liée à la production d'une céphalosporinase ou d'une bêta-lactamase à spectre élargie (BLSE) par les souches en question (Uzunovic-Kamberovic *et al.*, 2006).

du sérogroupes B. c'est le séro groupe le plus fréquemment retrouvé chez l'homme et dans l'environnement. Les résultats de l'évaluation de la sensibilité aux antibiotiques ont montré une résistance à la famille des pénicillines A et céphalosporine, ce qui indique une circulation inquiétante des souches résistantes aux médicaments. Des mesures préventives

doivent être prises et des sensibilisations à l'endroit des maraîchers pour éviter la prolifération des maladies infectieuses telles que les fièvres typhoïdes, les gastro-entérites et les dysenteries dans la population nigérienne. Ces résultats ont ouvert des perspectives d'études pour déterminer les conditions idéales de rinçage de la laitue avec des antiseptiques et ou des désinfectants comme

l'eau de javel avant toute consommation humaine. D'autre part, des réflexions doivent être poussées concernant les technologies de purification des eaux usées avant leur utilisation dans l'agriculture maraîchère. Pour cela des plantes pouvant servir dans les processus de phytoremédiation, seraient un moyen efficace pour réduire les contaminations.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agossou.J, Afouda.L, Adedemy.J-D, 2014. Risques de fièvres typhoïdes et paratyphoïdes liés à l'utilisation des eaux usées en agriculture urbaine et périurbaine : cas du maraîchage dans la ville de Parakou (Bénin) environnement, risques & sante ; 13 : 405-16.
- Bagudo A. I., Tambuwal F. M., Faleke O. O., Egwu O. O. and Aliero A. A., 2014. Prevalence of salmonella serotypes in Sokoto abattoir effluents and vegetables cultivated around the abattoir *Microbiology Research International* Vol. 2(2), pp. 13-17, ISSN: 2354-2128.
- Beuchat L.R, 2002. Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. *Microbes Infect.*, 4(4): 413-423.
- Cissé G., Kientga M, Ouédraogo B, Tanner M 2002. Développement du maraichage autour des eaux de barrage à Ouagadougou : quels sont les risques sanitaires à prendre en compte ? *Cahiers Agricultures* : 11 · 31 -39.
- Dan-badjo T.A, Guéro Y., Dan Lamso N., Baragé M, Balla A., Sterckeman T., 2013. Évaluation de contamination en traces métalliques de Laitue et Chou dans la vallée de Gounti, Niamey *Journal of Applied Biosciences* 67:5326 – 5335.
- Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères volume II : utilisation des eaux usées en agriculture. Recommandation à visés sanitaires. Rapport d'un groupes scientifique de l'OMS. Série de rapports techniques. Genève : OMS, 2012.
- DSMA : Direction des Statistiques Ministère de l'Agriculture République du Niger, (2011). Rapport final et résultats de l'enquête sur les productions horticoles 2010/2011p 6
- Holt KE, Thomson NR, Wain J, Langridge GC, Hasan R & Bhutta ZA (2009). Pseudogene accumulation in the evolutionary histories of *Salmonella enterica* serovars Paratyphi A and Typhi. *BMC Genomics* 10: 36.
- INS., (2014), Annuaire Statistique du Niger, rapport, 17 p. Site Web: [www.snis.cermes.net](http://www.snis.cermes.net).
- Kenmongue GR, 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.
- Koffi-Nevry R., Judicaël A. B., Assemand E. F., Wognin A. S., 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
- Kroupitski Y., Golberg D., Belausov E., Pinto R., Swartzberg D., David Granot D., Sela S. 2009. Internalization of *Salmonella enterica* in leaves is induced by light and involves chemotaxis and penetration through open stomata. *Appl Environ Microbiol* 75: 6076–6086.
- Ndiaye M. L., Dieng Y., Niang S. 2011. Effect of irrigation water on the incidence of *Salmonella* spp. on lettuces produced by urban agriculture and sold on the markets in Dakar, Senegal. *African Journal of Microbiology Research* Vol. 5(19), pp. 2885-2890.
- Raufu I.A, Zongur L, Lawan FA, Bello HS, Adamu M.S, JA Ameh J. A., Ambali A. G. 2014. Prevalence and antimicrobial profiles of *Salmonella* serovars from vegetables in Maiduguri, North eastern Nigeria *Sokoto Journal of Veterinary Sciences*, Volume 12 (Number 1).
- Schikora A, Virlogeux-Payant I, Bueso E, Garcia AV, Nilau T, Garcia A V, Nilau T, Charrier A, Pelletier S, Menanteau P, Velge P, Hirt H. 2011. Conservation of *Salmonella* Infection Mechanisms in Plants and Animals. *PLoS ONE* 6(9): e24112. doi:10.1371/journal.pone.0024112.
- Somda N. S, Isidore B. O. J., Traoré O, Bassolé I H N , Yves T , Nicolas B, Aly S 2017. Serotyping and antimicrobial drug resistance of *Salmonella* isolated from lettuce and human diarrhoea

- samples in Burkina Faso. Afr., J. Infect. Dis. 11 (2): 24-30. <https://doi.org/10.21010/ajid.v11i2.4>
- Traoré, O., Nyholm, O., Siitonen, A., Bonkougou, O.J.I., Traoré, S.A., Barro, N. and Haukka, K. 2015. Prevalence and diversity of *Salmonella enterica* in water, fish and lettuce in Ouagadougou, Burkina Faso BMC Microbiology 15:151.
- Uzunovic-Kamberovic S, Saric D, Sestic S. 2006. Community-acquired urinary tract infections by extended-spectrum betalactamase- producing Enterobacteriaceae in Zenica-Doboj Canton, Bosnia and Herzegovina. *Med. Glasn.*, 3(2): 47-52.