

Prévalence et antibiorésistance des souches de *Salmonella spp.* et de *Staphylococcus aureus* isolées dans les sandwichs vendus en milieu scolaires dans la ville de Maradi (NIGER)

Abdourhamane SAHIROU^{1*},
Namwin Siourimè SOMDA²,
Losséni DAO²,
Ibrahim IDDO³,
Edwige SOME⁴,
Ouindgueta Juste Isidore BONKOUNGOU⁵

Résumé

L'intoxication alimentaire est une exposition ou incident résultant de l'ingestion d'aliments contaminés par des agents toxiques incluant les micro-organismes pathogènes et /ou leurs produits métaboliques. Le but de cette étude était d'évaluer la qualité microbiologique des sandwichs vendus en milieu scolaire dans la ville de Maradi et de déterminer l'antibiorésistance des souches de *Salmonella spp* et de *Staphylococcus aureus* isolées de ces échantillons.

Il s'est agi d'une étude transversale à visée descriptive qui s'est déroulée du 06 Avril au 05 Octobre 2023. Au total 133 échantillons de sandwichs ont été collectés dans 21 écoles réparties dans 4 quartiers de la ville de Maradi. Ces échantillons ont été soumis à des analyses microbiologiques selon les méthodes standards d'analyses au laboratoire.

Les souches présomptives de *Salmonella spp* et de *Staphylococcus aureus* ont été identifiées par les tests biochimiques. Sur les 133 échantillons analysés les isolats de *Salmonella* étaient identifiés dans 11 échantillons soit une prévalence de 8,27% et *Staphylococcus aureus* dans 13 échantillons soit une prévalence de 9,77%. Les

¹ Microbiologie Appliquée spécialités bactériologie/Virologie Enseignant permanent ENSP/Tahoua prise en charge des cours de biologie ;

² Centre National de la recherche Scientifique et Technologique (CNRST) / IRST/ Département Technologie Alimentaire (DTA) / Bobo-Dioulasso 03 BP 2393, Burkina Faso.

³ Unité de Microbiologie du Centre Hospitalier Régional de Maradi (CHR/Maradi).

⁴ Laboratoire de Biochimie et d'Immunologie Appliquées (LaBIA), Joseph Ki-Zerbo BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

⁵ Laboratoire de Biochimie et d'Immunologie Appliquées (LaBIA), Joseph Ki-Zerbo BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

* **Auteur Correspondant** : Abdourhamane SAHIROU,
sahirouabdou28@gmail.com, ORCID : <https://orcid.org/0009-0005-2270-0598>

isolats de *Staphylococcus aureus* ont montré une résistance de 100% aux antibiotiques comme la pénicilline, la céfoxitine, la kanamycine, le ciprofloxacine, l'amikacine, la clindamycine, l'érythromycine, la tobramycine, la tétracycline. Les isolats de *Salmonella spp* isolées étaient résistants à 90,9% à l'azithromycine et la ceftriaxone 9,1%.

La présence de *Salmonella* et de *Staphylococcus aureus* dans ces échantillons de sandwiches montrent clairement le non-respect des mesures d'hygiène par les vendeurs/euses. Les souches isolées ont montré une résistance à certains antibiotiques utilisés pour le traitement des infections.

Mots clé : Nutrition humaine, Sandwich, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp*, Résistance bactérienne, Santé publique.

Prevalence and antibiotic resistance of *Salmonella spp.* and *Staphylococcus aureus* strains isolated from sandwiches sold in schools in the city of Maradi (NIGER)

Abstract

Foodborne illness refers to any condition arising from the ingestion of food contaminated by toxigenic agents, including pathogenic microorganisms and/or their metabolic products. This research sought to appraise the microbiological quality of sandwiches marketed in educational institutions across the urban area of Maradi, focusing on the antibiotic resistance of *Salmonella spp.* and *Staphylococcus aureus* strains isolated from these samples.

A descriptive, cross-sectional design was employed for this study, conducted between April 6 and October 5, 2023. A total of 133 sandwich samples were procured from 21 schools across four districts in Maradi. All samples were subjected to microbiological analyses in accordance with standardized laboratory protocols.

Lab tests confirmed the presence of *Salmonella* and *Staphylococcus aureus* in the samples. Out of 133 sandwiches, *Salmonella* reached a prevalence of 8.27% (n=11), while *Staphylococcus aureus* was detected in 9.77% (n=13) of the cases. What is particularly alarming being that the *Staphylococcus* bacteria were 100% resistant to a long list of common antibiotics, including penicillin and ciprofloxacin. As for *Salmonella*, almost all cases (91%) were resistant to azithromycin, though most remained treatable with ceftriaxone.

The presence of *Salmonella* and *Staphylococcus aureus* in these sandwiches is a clear sign that food hygiene rules are not being respected by vendors. More importantly, the fact that these bacteria are resistant to common antibiotics is a serious warning: it means that the usual medicines might not work if a student gets sick. Improving hygiene in school food stalls is no longer just a choice, it is a medical necessity.

Key words: Human Nutrition, Sandwich, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp*, Bacterial Resistance, Public Health

I. INTRODUCTION

L'intoxication alimentaire est une exposition ou incident résultant de l'ingestion d'aliments contaminés par des agents toxiques incluant les micro-organismes pathogènes et /ou leurs produits métaboliques (OMS, 2020). La nutrition humaine constitue un pilier fondamental de la sante publique, particulièrement dans les pays en développement ou les maladies d'origine alimentaire représentent une menace croissante. Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), près de 600 millions de personnes tombent malades chaque année après avoir consommé des aliments contaminés, entraînant 420 000 décès dont une part importante en Afrique subsaharienne (OMS, 2015). Les enfants de moins de 5 ans sont les plus touchés, avec 125 000 décès annuels, principalement dus à des pathologies telles que les diarrhées et les hépatites.

Des études menées par (Adak et *al.*, 2005) ont montré que la majorité des infections alimentaires sont liées à l'ingestion collective d'aliments et d'eau contaminés. Ces pathologies sont aggravées par des facteurs agro écologiques, climatique, et par la qualité insuffisante des services de santé. En Afrique de l'ouest, les enquêtes SMART 2021 ont révélé une prévalence alarmante de la malnutrition aiguë globale (MAG), dépassant les seuils d'urgence dans plusieurs régions du Niger, notamment à Diffa et Maradi (Groupe de Travail Régional sur la Nutrition, 2022).

Dans le cadre du projet Accelerating Nutrition Improvement in Sub-Saharan Africa, OMS Afrique (2023) a souligné l'importance de renforcer les stratégies nutritionnelles dans 11 pays africains, dont le Niger, en mettant l'accent sur la supplémentation en micronutriments, l'éducation nutritionnelle et le contrôle de la qualité alimentaire. De même, l'Emergency Nutrition Network (ENN) a documenté plusieurs interventions efficaces en nutrition dans des contextes d'urgence, montrant que l'intégration de la nutrition dans les politiques de sante publique améliore significativement les indicateurs de morbidité et de mortalité (ENN, 2023).

Au Niger, la préparation des repas dans les établissements scolaires et lieux public est souvent confiée à des prestataires privés, dont les méthodes et équipements restent peu contrôlés. Cette situation favorise la propagation d'agent pathogènes résistants, tels que *Salmonella spp* et *Staphylococcus aureus*, capable d'acquérir des gènes de résistance aux antibiotiques. Ces bactéries représentent un défi majeur pour les traitements antimicrobiens et pour la sécurité alimentaire.

Ainsi cette étude vise à évaluer la prévalence de la résistance bactérienne de *Salmonella spp* et *Staphylococcus aureus* dans les sandwichs vendus en milieu scolaire à Maradi, et à analyser leur capacité à résister aux traitements antimicrobiens, dans une perspective de renforcement des stratégies de prévention nutritionnelle et sanitaire.

L'objectif général de ce travail était de déterminer la prévalence et le profil de résistance aux antibiotiques des souches de *Salmonella spp* et *Staphylococcus aureus* isolées dans les sandwichs vendus en milieux scolaires dans la ville de Maradi.

Spécifiquement il s'est agi de :

- Déterminer la prévalence des souches de *Salmonella spp* et *Staphylococcus aureus*

dans les sandwichs vendus en milieux scolaires dans la ville de Maradi.

- Évaluer le profil de résistance aux antibiotiques des souches de *Salmonella spp* et

Staphylococcus aureus isolées dans les sandwichs.

II. MATERIELS ET METHODES

2.1 Cadre d'étude

Le CHR de Maradi comporte plusieurs services que sont : un (1) magasin général, un (1) service contagieux, une (1) cuisine générale, une (1) mosquée, une (1) pharmacie de cession, l'urologie, un (1) bloc opératoire, un (1) administratif un (1) service de kinésithérapie, un (1) service psychiatrie, le CRENI, un (1) box de consultation, un (1) service médecine générale, laboratoire (1), une (1) morgue, treize (13) services médicaux, sept (7) services médicotechniques et cinq (5) services administratifs. Le service de laboratoire nous a servi de lieu d'étude plus précisément dans l'unité de microbiologie.

2.2 Type et période d'étude

Il s'est agi d'une étude prospective, transversale à visée descriptive et analytique qui s'est déroulée sur 06 mois allant du 06 Avril 2023 au 05 Octobre 2023.

2.3 Matériel utilisé

Pour la réalisation des examens bactériologiques nous avons fait

recours à différents matériels.

Tableau I : Matériel d'analyse bactériologique

Gros Matériels	Petits Matériels	Réactifs et Consommables
Bec benzène	Pied à coulisse	Régistre d'examen
Micropipettes	Pincés à disques et/ ou applicateur de disque	Gélose de Muller-Hinton (MH)
Étuve		Galleries API
Balance		Solution saline sterile à 0,85%
		Kit de coloration de GRAM
		Gants, Lames
		Embouts stériles
		Gélose SS
		Gamme de turbidité Mc Ferland (0,5 à 5) ou Densitomètre
		<input type="checkbox"/> Disques antibiotiques

2.4 Échantillonnage

Les prélèvements ont été effectués auprès des vendeurs (euses) de sandwichs installés à proximité des établissements d'enseignement scolaire. Six types de sandwichs ont été prélevés dans 21 écoles de quatre quartiers (Ali dan sofo, Bagalam, El belbelou, Zaria) suivant les types de sandwichs vendus au sein de ces établissements. Les échantillons prélevés étaient des sandwichs faits à base de pain fourrés soit aux beignets, à la viande hachée, à l'omelette, au poisson, à la pâte de soja cuite ou non cuite.

De façon pratique, les sandwichs ont été payés dans les conditions de vente, introduits dans des sachets stomacker, codifiés puis transportés au laboratoire dans des glacières contenant des ice- box. Une fois au laboratoire, ils ont été enregistrés puis analysés dans un délai de 24 h.

2.5 Analyses microbiologiques

2.5.1 Isolement des souches de *Salmonella* spp.

La recherche de *Salmonella* spp dans les sandwichs a été réalisée selon le protocole standard décrit par la norme NF EN ISO 6579 comportant 4 étapes : le pré-enrichissement, l'enrichissement, mise en culture et l'identification biochimique.

2.5.2 Pré-enrichissement

Une prise d'essai de 25 g de sandwich a été introduite dans un sachet stomacker. Deux cent vingt-cinq (225) mL d'eau peptonée tamponnée y ont été ajoutés puis l'ensemble a été homogénéisé. La suspension obtenue est ensuite incubée à 37 °C pendant 18 à 24 h.



Figure 1 : Pré-enrichissement dans l'eau peptonée tamponnée

2.5.3 Enrichissement sélectif

Après incubation, 1mL de bouillon pré-enrichi a été introduit dans 09mL de bouillon Rappaport-Vassiliadis au soja, puis incubé à 37 °C pendant 24 h.



Figure 2 : Enrichissement dans des bouillons RVS

2.5.3 Mise en culture

A l'aide d'une anse, les cultures précédentes ont étéensemencées par la technique de stries sur deux milieux sélectifs à savoir la gélose Hektoen et la Gélose XLD (Xylose lysine- désoxycholate). Les boîtes ont ensuite été incubées à 37 °C pendant 24 heures. Cette étape a permis de visualiser les colonies caractéristiques qui se présentaient

sous formes vertes à centre noir sur la gélose Hektoen et rouges à centre noir sur la gélose XLD. Les colonies caractéristiques ont été sélectionnées pour l'identification des caractères biochimiques.

2.5.4 Confirmation

L'identification des isolats présumés *Salmonella* spp a été confirmée par la coloration de Gram suivi d'une observation microscopique, l'identification biochimique par le test d'oxydase et la galerie API 20 E.

2.5.5 Identification biochimique

2.5.5.1 Test d'oxydase

Le test d'oxydase est un test clé pour différencier la famille des Pseudomonodaceae, qui sont oxydase positive de celle des Enterobacteriaceae, qui sont oxydase négative.

2.5.5.2 Technique

Nous avons pris à partir d'un milieu solide de XLD, quelques colonies à l'aide d'une pipette Pasteur boutonnée ensuite déposés sur un disque (Humeau) oxydase humidifiée puis placés sur une lame. La présence d'une cytochrome-oxydase s'était traduite, en 20-60 s, par l'apparition d'une coloration rouge virant rapidement au violet très foncé (**Joffin et Leyral, 2006**).

2.5.5.3 Identification biochimique

Le test API 20 E est un système standardisé pour l'identification des Enterobacteriaceae et autres bacilles à Gram négatif. Une suspension bactérienne a été préparée avec 10 mL d'eau physiologique stérile à partir d'une culture pure et jeune de 18 à 24 h. Après incubation, la lecture de la galerie a été faite.

2.5.5.4 Isolement de *Staphylococcus aureus*

Pour la recherche des *Staphylococcus aureus*, un pré-enrichissement de 25 g d'échantillons dans 225 mL d'eau peptoné tamponnée a été fait puis incubé à 37°C pendant 18-24 h. Après incubation, des stries ont été réalisées sur le milieu Chapman puis incubé à 37°C pendant 24 h. Les colonies caractéristiques des *S. aureus* observés étaient luxuriantes, pigmentés, entourés d'une auréole jaune. Les colonies caractéristiques ont été prélevés pour le test de coagulase.

2.5.5.5 Test de coagulase

La coagulase est une enzyme produite par plusieurs microorganismes. Elle permet la coagulation du plasma en convertissant le fibrinogène en fibrine. Le test de coagulase est utilisé pour différencier les *Staphylococcus aureus* des autres staphylocoques. Pour ce test, nous avons utilisé les isolats issus de la culture du milieu Chapman. Dans un tube à hémolyse contenant 0,5 mL de plasma oxalate, des colonies de *S. aureus* ont été ajoutées puis incubées à 37°C. La lecture a été faite à intervalles réguliers au cours des quatre heures suivantes, à la recherche de la présence ou non d'un caillot jusqu'au bout de 24 h. Toute formation de caillot indique un résultat positif. Ainsi tous les isolats à staphylocoagulase positive ont été classés comme *Staphylococcus aureus*.



Figure 3 : Test de coagulase libre positive

2.6. Appréciation des résultats en fonction des critères microbiologiques

2.6.1 Détermination de l'antibiorésistance des souches

2.6.1.1 Principe

L'antibiogramme a été réalisé selon la méthode de diffusion de l'antibiotique sur milieu gélosé Mueller Hinton (**Bauer et al., 1966**) conformément aux recommandations 2021 du CASFM/EUCAST (Comité de l'Antibiogramme de la société Française de Microbiologie/European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing). Au total 11 souches de *Salmonella spp* et 13 souches de *S. aureus* ont fait l'objet de l'antibiogramme.

2.6.2 Mode opératoire

2.6.2.1 Choix des antibiotiques

Les molécules d'antibiotiques testées sont utilisées aussi bien en médecine vétérinaire qu'en médecine humaine et sont connues pour être actives sur les espèces bactériennes identifiées. Les antibiotiques utilisés dans cette étude sont ceux recommandés pour les entérobactéries (CASFM, 2022) et sont consigné dans le tableau II.

Tableau II : Liste des antibiotiques utilisés

Germes	<i>Salmonella spp.</i>	<i>S. aureus</i>
Antibiotiques	Amoxicilline /acide clavulanique (30µg)	Acide fusidique (10µg)
	Ampicilline (10µg)	Amikacine (30µg)
	Céfépime (30µg)	Amoxicilline /acide clavulanique (30µg)
	Céfoxitine (30µg)	Azithromycine (30µg)
	Ceftriaxone (30µg)	Céfoxitine (30µg)
	Chloramphénicol (30µg)	Chloramphénicol (30µg)
	Ciprofloxacine (5µg)	Clindamycine (2µg)
	Gentamicine (10µg)	Cotrimoxazole (25µg)
	Imipenème (10µg)	Érythromycine (15µg)
	Ofloxacine (5µg)	Gentamycine (10µg)
	Piperacilline (75µg)	Kanamycine (5µg)
	Tétracycline (30µg)	Pénicilline (1IU)
	Ticarcilline (75µg)	Rifampicine (5µg)
	Triméthoprime, sulfaméthoxazole (25µg)	Tobramycine (10 µg)
	Vancomycine (30µg)	

3. Préparation de l'inoculum

L'inoculum été réalisé à partir d'une colonie pure (de chacun des

isolats de *Salmonella* spp et *Staphylococcus aureus*) de 18-24 heures et de l'eau physiologique stérile a été ajouté puis homogénéisé. La suspension a été calibrée au standard 0,5 Mac Farland (environ 10^8 UFC/mL). La turbidité de la suspension bactérienne a été mesurée à l'aide d'un DensiCHEK™ McF (bio Mérieux, France).

3.1 Ensemencement par écouvillonnage

Pour ce faire, un écouvillon a été introduit dans la suspension bactérienne préalablement préparé et l'excès a été éliminé en pressant l'écouvillon contre la paroi interne du tube puis étalé en strie serré sur la boîte de culture. Pour chaque souche, deux boîtes de Pétri de 90 mm de diamètre de gélose Müller-Hinton ont été utilisé.

3.2 Dépôt des disques d'antibiotiques

Nous avons appliqué les disques d'antibiotiques de façon aseptique autour du bec Bunsen sous une hotte à la surface de la gélose en appuyant légèrement sur le disque à l'aide d'une pince désinfectée selon la technique de Kirby Bauer préconisée par l'OMS (1966). Afin d'éviter le chevauchement des zones d'inhibition nous avons respecté une distance 15 mm entre le bord de la boîte et les disques périphériques puis une distance de 30 mm entre deux disques. Puis un délai de 15 à 30 minutes à la température ambiante était observé pour permettre la pré-diffusion des antibiotiques avant l'incubation à 37°C pendant 24 h.

3.3 Lecture

La Lecture de l'antibiogramme été faite après 18 à 24h d'incubation. Des zones d'inhibition de diamètres variables apparaissent autour de quelques disques et sont mesurés, noté en mm à l'aide du pied à coulisse. Les résultats étaient comparés aux valeurs critiques donné par le comité d'antibiogramme de la société française. Ainsi, les souches étaient dites :

- **Sensible (S)** : diamètre d'inhibition est inférieur au diamètre de la concentration critique ;
- **Intermédiaire (I)** : diamètre d'inhibition (correspondant à la CMI) supérieure au diamètre de la concentration critique ;
- **Résistante (R)** : diamètre d'inhibition est compris entre les diamètres de concentrations critiques.

4 Traitement et analyse des données

Les données de laboratoire ont été saisies sur le logiciel EPI info version 7 puis les prévalences ont été calculées selon la nature des échantillons. Le logiciel R version 4.1.2 a été utilisé pour effectuer le test de student au seuil de 5% après vérification des conditions préalables.

5 Considérations éthiques

Le protocole de recherche a été soumis au Directeur du CHR pour obtenir une autorisation de réalisation de l'étude au sein du laboratoire de bactériologie. Notre échantillonnage a été fait avec le consentement des vendeurs (euses), de ce fait l'anonymat et la confidentialité des noms des vendeurs (euses) et des écoles a été pris en compte.

6 Analyses microbiologiques

Au total, 133 échantillons de sandwiches ont été collectés et analysés. Les échantillons de sandwiches de poisson suivi du soja étaient les plus représentés (tableau I).

Sw : sandwich

Tableau III : Répartition des échantillons de sandwich selon les garnitures

Type de sw	Sw poisson	Sw viande	Sw omelette	Sw beignet	Sw soja	Total
Nombre	40	15	24	23	31	133

III. RESULTATS

6.1. Types des sandwiches vendus en milieu scolaire

Au total, 133 échantillons de sandwiches ont été collectés et analysés. Les échantillons de sandwiches de poisson suivi du soja étaient les plus représentés (tableau IV).

Tableau IV : Répartition des échantillons de sandwich selon les garnitures

Type de sw	Sw poisson	Sw viande	Sw omelette	Sw beignet	Sw soja	Total
Nombre	40	15	24	23	31	133

Sw : sandwich

6.1.1. Prévalence des souches isolées dans les sandwiches

6.1.1.1. *Salmonella* spp

Parmi les 133 échantillons de Sw analysés, les isolats de *Salmonella* spp ont été identifiés dans 11 échantillons (8,27%). Nous observons un écart important entre la proportion de la présence et l'absence des souches de *Salmonella* spp (tableau V). L'analyse statistique portant sur la différence significative (test de Student) effectué a montré qu'il existe une différence significative entre ces deux proportions avec une p-value égale à 0,009434 (p-value < 0,05).

Tableau V : Fréquence des *Salmonella* spp isolés des échantillons de sandwich

Type de sw	Sw soja	Sw poisson	Sw beignet	Sw omelette	Sw viande hachée	Total
Absence	31 (90,33)	40 (95)	23 (78,27)	24 (95,84)	15 (100)	133 (91,73)
Présence	3 (9,67)	2 (5)	5 (21,73)	1 (4,16)	0 (0)	11 (8,27)
p-value						0,009434

6.1.1.2. *Staphylococcus aureus*

Sur l'ensemble des échantillons analysés, les charges en *Staphylococcus aureus* étaient satisfaisantes. Au total 120 échantillons étaient satisfaisants contre 13 non satisfaisants (tableau VI). Le test de student effectué a montré qu'il existe une différence significative entre les charges selon le type de garniture (p-value : 0,009266<0,05).

Tableau VI : Fréquence des *Staphylococcus aureus* isolés des échantillons de sandwich

Type de sw	Sw soja	Sw poisson	Sw beignet	Sw omelette	Sw viande hachée	Total
Absence	31 (93,55)	40 (92,5)	23 (91,31)	24 (100)	15 (80)	133 (90,23)
Présence	2 (6,45)	3 (7,5)	5 (8,69)	0 (0)	3 (20)	13 (9,77)
p-value						0,009266

6.1.2. Profil de résistance aux antibiotiques des souches isolées

6.1.2.1. Antibiorésistance des souches de *Salmonella* spp isolées des sandwichs Les résultats de l'antibiogramme ont montré une résistance à des proportions variables pour neuf (09) antibiotiques. En effet les fortes résistances de *Salmonella* étaient observées vis-à-vis de l'ampicilline, la ticarcilline, respectivement à 100% et l'azithromycine à 90,9%. Cependant, des sensibilités remarquables étaient observées vis-à-vis de l'augmentin, le cotrimoxazole, la tobramycine, l'imipenème, la gentamycine, la piperacilline, la céfoxitine à 100%. Quant à la ceftriaxone, la céfotaxime et la céfépime, la sensibilité était de 90,9% (figure 10).

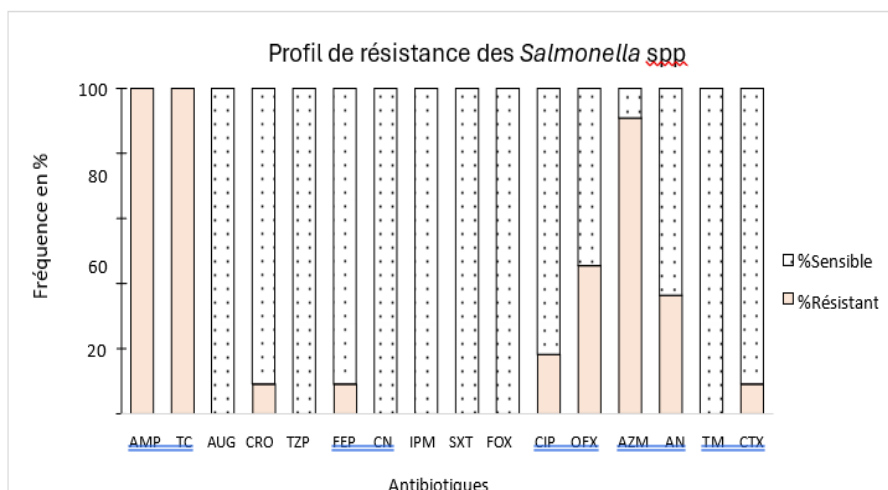


Figure 4 : Profil de sensibilité aux antibiotiques des *Salmonella* spp isolés

Légende : AMP : Ampicilline, CN : Gentamycine, TZP : Pipéracilline, SXT : Cotrimoxazole, AZM

: Azithromycine, TM : Tobramycine, CRO : Ceftriaxone, CIP : Ciprofloxacine, AN : Amikacine, IPM : Imipenème, AMC : Augmentin, CTX : Céfotaxime, FEP : Céfépime, TE : Tétracycline., FOX : Céfoxitine, OFX : Ofloxacine

6.1.2.2. Profil des souches de *Staphylococcus aureus* face aux antibiotiques

Pour les souches de *Staphylococcus aureus* isolées, les résultats d'antibiogramme ont montré de fortes résistances vis-à-vis à la

pénicilline, la céfoxitine, la kanamycine, la ciprofloxacine, l'amikacine, la clindamycine, l'érythromycine, la tobramycine, la tétracycline à 100%. La faible résistance observée était celle liée à la vancomycine et le cotrimoxazole à 7,69%. Par ailleurs, les souches isolées étaient toutes sensibles au chloramphénicol (figure 11).

IV. DISCUSSION

L'analyse microbiologique a révélé la présence de *Staphylococcus aureus* et *Salmonella spp* dans les différents échantillons à des taux variables selon les types de sandwichs vendus. Les proportions des germes de *S. aureus* (9,77%) étaient plus élevées que ceux des *Salmonella spp* (8,27%). Plusieurs études ont fait cas de la présence de germes pathogènes dans les aliments vendus dans la rue. Il s'agit des études de Rafitoandrianariscoa (2012) sur l'analyse microbiologique du « Koba Ravina » à Antananarivo, de Komagbe (2018) sur des boissons locales vendues sur le site universitaire d'Abomey Calavi au Bénin, de Abdallah (2021) sur la qualité des aliments de rue au Madagascar et de Barro *et al.*, (2003) sur l'alimentation de rue dans la ville de Ouagadougou au Burkina Faso. La présence de microorganismes pathogènes est une preuve du non-respect des bonnes pratiques d'hygiène par les vendeurs (euses) de sandwichs. Certains auteurs qui ont travaillé sur l'alimentation de rue en Afrique de l'ouest ont rapporté que les prestataires d'aliments de rue sont de plus en plus intéressés à satisfaire la clientèle par la quantité et non pas la qualité (Neffati *et al.*, 2004; Drabo *et al.*, 2007; Ilboudo *et al.*, 2009; Tchamba, 2015). La présence de *Salmonella spp* dans les échantillons est indicatrice de contamination fécale. Cette contamination peut avoir diverses origines, mais le manipulateur et les mouches sont les principaux vecteurs. L'utilisation d'eau contaminée, de matières premières contaminées (pourries, mal lavés ou mal entreposés), une mauvaise manipulation des aliments pendant la vente, la propreté des surfaces et des équipements de travail sont autant de facteurs à prendre en compte. Aussi un personnel ne respectant pas les mesures d'hygiène après les toilettes ou dont les tenues vestimentaires ont été en contact avec les matières fécales, des toilettes près des lieux de vente sont des sources évidentes de contamination.

Les salmonelles étaient plus présentes dans nos échantillons de sandwich au beignet (21,73%) et au soja (9,67%). Les résultats trouvés

dans notre étude varient selon la nature des sandwich et sont inférieurs à ceux rapportés par Komagbe (2018) et Barro *et al.*, (2003) qui avaient noté une prévalence de 13,3% et 11% respectivement.

Aucun germe n'a été identifié dans les échantillons de sandwich à la viande hachée. Ilboudo *et al.*, (2009) dans son étude sur les échantillons de viande crue dans trois restaurants universitaires de la ville de Ouagadougou au Burkina Faso avaient trouvé que 93,3% des échantillons étaient contaminés, mais aucune salmonelle n'a été retrouvée dans les plats cuisinés à base de ces viandes. En effet, les salmonelles étant thermosensibles, la contamination pourrait avoir lieu après grillade/cuisson lors des opérations de conditionnement et de saupoudrage, ou des ingrédients de consommation associée (épices et légumes).

La différence de taux entre nos différents échantillons et ceux d'autres auteurs (**Komagbe *et al.*, Barro *et al.*,**) pourrait s'expliquer par la différence des pratiques appliquées par les prestataires, les conditions environnementales, les traitements appliqués et la nature des échantillons d'aliments vendus.

S. aureus, bactérie commensale de l'homme, mais dangereuse par ses toxines produites entraîne généralement dans les 1 à 6 heures suivant la consommation des aliments contaminés, des nausées, des vomissements, des crampes abdominales et une diarrhée. L'analyse a révélé sa présence dans 9,77% d'échantillons analysés. Bezerra *et al.*, (2010) dans son étude sur les hamburgers servis dans certaines rues du Brésil, Sadik-Beyaz (2014) sur les pains fourrés à la viande hachée vendu dans les hôpitaux et les écoles d'Ankara, Bereda *et al.*, (2016) sur les aliments de rue à Jigjiga en Ethiopie, et Somda *et al.*, (2022) sur les brochettes enrobées vendues dans la ville de Ouagadougou ont rapporté la présence de *Staphylococcus aureus* dans leurs échantillons à des taux variables. En Egypte, Hassanin et Ashraf ont isolé *S. aureus* dans 8% d'échantillons de sandwichs garni de viande (Cotrera *et al.*, 2015).

La présence de *S. aureus* ainsi que la différence de charge avec certaines études pourraient s'expliquer par le non-respect des bonnes pratiques d'hygiène des prestataires, les conditions environnementales de fabrication et de vente, de la qualité et la nature des matières utilisées. Aussi la réutilisation des invendus le lendemain peut être une source potentielle de contamination croisée entre les repas de veille et les nouveaux préparés si toutefois l'aliments n'est pas bien conservé.

La présence de ces deux types de germes constitue un potentiel risque de toxi-infections alimentaires.

Concernant le profil de résistance aux antibiotiques, il ressort de cette étude que *Salmonella* spp était résistant à l'ampicilline et à la ticarcilline et l'azithromycine résistant. Une forte résistance de *Salmonella* à la ticarcilline a été rapporté par Nikiema *et al.*, (2020) dans son étude sur la caractérisation des souches de *Salmonella* non Typhi et non Paratyphi responsables des diarrhées humaines à Ouagadougou dans les produits alimentaires. Au Burkina Faso, d'autres études ont montré que *Salmonella enterica* isolée de la viande et de plusieurs aliments était résistante aux antibiotiques couramment utilisés comme l'amoxicilline/acide clavulanique, l'aztréoname, la céfalotine, la ceftriaxone, la céfépime, la gentamicine, le chloramphénicol, la tétracycline, l'acide nalidixique et la ciprofloxacine (Bagré *et al.*, 2014 ; Bsadjo Tchamba *et al.*, 2015). De nos jours les antibiotiques sont utilisés pour augmenter la croissance des animaux. Dans les pays en développement le manque des ressources financières et l'ignorance due au faible niveau d'instruction des éleveurs leurs font utiliser des antibiotiques sans aucune assistance vétérinaire (Saba *et al.*, 2019 ; Anning *et al.*, 2019). La résistance des *Salmonella* aux quinolones nécessite donc d'établir un réseau de surveillance des antibiotiques et les souches multi-résistantes. Cette étude vient renforcer celles antérieures qui ont rapporté que les isolats provenant d'animaux et de produits alimentaires portaient des déterminants de la résistance à de nombreuses classes d'agents antimicrobiens, constituant un réservoir important pour les gènes de résistance transmissibles (Eáenz *et al.*, 2014). Ces bactéries résistantes pourraient entrer dans la chaîne alimentaire, ce qui représenterait un problème de sécurité sanitaire (Slama *et al.*, 2010).

Les germes *Staphylococcus aureus* se sont révélés multi-résistantes aux antibiotiques que sont la pénicilline, la céfoxicitine, la kanamycine, la ciprofloxacine, l'amikacine, la clindamycine l'érythromycine, la tobramycine, la tétracycline, la gentamycine. Des résultats similaires ont été rapportés par Contrera *et al.*, (2015).

En effet selon la littérature *S. aureus* est une bactérie multi-résistante à presque toutes les classes d'antibiotiques (Dumitrescu *et al.*, 2010). Cela est dû à la plasticité de son génome lui conférant la capacité de s'adapter aux conditions difficiles de vie et d'acquérir des gènes de résistance aux antibiotiques en développant des mécanismes de

régulation à des concentrations croissantes d'antibiotiques (Kuroda *et al.*, 2001).

L'utilisation appropriée des antibiotiques ainsi que l'application de bonnes pratiques d'élevage, d'hygiène pourraient contribuer à réduire la sélection et la propagation de la résistance aux antibiotiques. A cet effet, des mesures de sensibilisation des vendeurs (euses) de sandwiches et de tous les acteurs s'avère nécessaire pour une lutte efficace.

Conclusion et perspectives

La qualité sanitaire des aliments de rue notamment en milieu scolaire est un sujet crucial, Cette étude qui avait pour objectif d'évaluer la qualité microbiologique des sandwiches vendus en milieux scolaire dans la ville de Maradi a permis d'identifier et de déterminer la prévalence des souches de *Salmonella* spp résistantes aux antibiotiques. Ces souches de *Salmonella* isolées des sandwiches ont montré dans l'ensemble un haut niveau de résistance aux antibiotiques. Cette étude a également montré que les sandwiches vendus dans les milieux scolaires constituent un véritable moyen de dissémination des bactéries potentiellement pathogènes et résistantes aux antibiotiques. La dissémination de ces bactéries entre les différents écosystèmes dont l'homme, constitue un problème de santé publique. Il est donc nécessaire d'avoir une surveillance transversale dans le contexte « one health » en conjuguant les efforts des acteurs de l'environnement, de la médecine humaine et vétérinaire par rapport à ces pathogènes multi-résistants.

Comme perspectives il s'agit de caractériser sur le plan moléculaire les gènes responsables de la résistance de ces souches aux antibiotiques, d'approfondir l'étude dans un contexte one health en incluant les échantillons de l'environnement de vente et des vendeurs (euses).

Recommandations

A la lumière des résultats de cette étude nous formulons les recommandations suivantes :

A l'endroit des vendeurs :

Respecter et appliquer les règles de bonnes pratiques d'hygiène (les 5 M) pour la préparation et la vente des sandwiches dans les lieux publics.

A l'endroit des responsables des établissements scolaires

Exiger des vendeurs un certificat de visite sanitaire ; et un suivi dans les procédures.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Abdoulaye Ousmane, Abdoulaye Moumouni, Mahman Laouali Harouna Amadou, Oumarou Amadou, Any Abba Hamidou, Ahmadou Biraima, (2019), Profil des Germes Uropathogènes Communautaires Isolés en Milieu Pédiatrique à Niamey au Niger. Févr, p85
2. Adouane, A. (2019). Étude bactériologique de la viande grillée vendue dans les rues publiques de la ville de Biskra. <http://archives.univ-biskra.dz:80/handle/123456789/13422>
3. Anoman, A. T., Koussemon, M., Kouassi, K. I., & Ake Assi, Y. (2019). Qualité microbiologique du garba, un aliment de rue de Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(5), 2258. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i5.26>
4. Baba-Moussa, L., Bokossa, Y. I., Baba-Moussa, F., Ahissou, H., Adeoti, Z., Yehouenou, B., Mamadou, A., Toukourou, F., & Sanni, A. (2006). Etude des possibilités de contamination des aliments de rues au Bénin : Cas de la ville de Cotonou. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé*, 8, 149-156.
5. Barro, N., Ouattara, C. A., Nikiema, P. A., Ouattara, A. S., & Traoré, A. S. (2003). Evaluation de la qualité microbiologique de quelques aliments de rue dans la ville de Ouagadougou au Burkina Faso. *Cahiers d'études et de recherches francophones/Santé*, 12(4), 369-374.
6. Bereda, T. W., Emerie, Y. M., Reta, M. A., & Asfaw, H. S. (2016). Microbiological Safety of Street Vended Foods in Jiggiga City, Eastern Ethiopia. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, 26(2), 161. <https://doi.org/10.4314/ejhs.v26i2.10>
7. Bezerra, A. C. D., Reis, R. B. dos, & Bastos, D. H. M. (2010). Microbiological quality of hamburgers sold in the streets of Cuiabá-MT, Brazil and vendor hygiene-awareness. *Food science and technology*, 30, 520-524.
8. Boulahlib, N., Gherraz, C., & Meradi, L. (2020). Recherche des souches d'Escherichia coli productrices des BLSE d'origine alimentaire. *Sciences and book*, 48(4), 40-44. <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2018.04.198>

9. Caron F, Etienne M, Galperine T, Merens A, Flateau C. Diagnostic et antibiothérapie des infections urinaires bactériennes communautaires de l'adulte. 2018 ; 26.
10. Cissé M, Sow A, Dieye S, Boye C, Gaye D, Diop (1993), Sensibilité aux antibiotiques des souches de Salmonella isolées en milieu pédiatrique dakarois ; Recherche de bêta-lactamases et des plasmides. Bull. Soc. Path. Exo. 86 (1): 4347.
11. Courvalin P, Leclercq R, Bingen E, 2006. Antibiogramme. Eska, 2ième édition, Paris, 500p.
12. Crump J, Luby S, Mintz E, 2004. The global burden of typhoid fever. Bull World Health Organ. 82 (5) : 34653.
13. Dognon S, Caroline D, Chakirath F, Serge A, Jacques D, Philippe S (2018), Qualité des antibiotiques vétérinaires utilisés en Afrique de l'Ouest et méthodes de détection de leurs résidus dans les denrées alimentaires. Journal of Animal & Plant Sciences. 36 (2): 585877.
14. Douamba, Z., Tankoano, A., Kaboré, D., Compaore-Sereme, D., Ouédraogo, M., Samadoulougou-Kafando, P. M. J., Paré, A., Dicko, M. H., & Sawadogo/Lingani, H. (2022). Microbiological Quality of Fresh and Grilled Mutton Sold in Ouagadougou, Burkina Faso. Food and Nutrition Sciences, 13(12), 986-1000. <https://doi.org/10.4236/fns.2022.1312069>
15. Drabo, K. M., Zongo, I., Zeba, A. N., Pare-Toe, L., Tarnagda, Z., Rouamba, N., Rouamba, J., Toe, A., Ouedraogo, D., & Ouedraogo, J. B. (2007). Viabilité du secteur de l'alimentation de rue au développement économique de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Science et technique, Lettres, Sciences sociales et humaines, 25(1), 10. <https://doi.org/10.3185/pathexo3267>
16. Dumitrescu, O., Dauwalder, O., Boisset, S., Reverdy, M.-É., Tristan, A., & Vandenesch, F. (2010). Résistance aux antibiotiques chez Staphylococcus aureus : Les points-clés en 2010. médecine/sciences, 26(11), 943-949. <https://doi.org/10.1051/medsci/20102611943>
17. Hopkins, K. L., Kirchner, M., Guerra, B., Granier, S. A., Lucarelli, C., Porrero, M. C., Jakubczak, A., Threlfall, E. J., & Mevius, D. J. (2010). Multiresistant Salmonella enterica serovar 4,[5],12:i:- in Europe : A new pandemic strain? Eurosurveillance, 15(22). <https://doi.org/10.2807/ese.15.22.19580-en>

18. Ilboudo, A. J., Savadogo, A., Barro, N., Ouedraogo, M., & Traore, A. S. (2009). Qualité hygiénique de la viande utilisée en restauration collective dans trois restaurants universitaires de Ouagadougou (Burkina Faso). *Cahiers de Santé*, 19(4), 195-199. <https://doi.org/10.1684/san.2009.0146>
19. Jang, H. G., Kim, N. H., Choi, Y. M., & Rhee, M. S. (2013). Microbiological quality and risk factors related to sandwiches served in bakeries, cafés, and sandwich bars in South Korea. *Journal of food protection*, 76(2), 231-238.
20. Komagbe, G. S. (2018). Evaluation de la qualité microbiologique des boissons de grande consommation vendues en restauration collective sur les campus de l'Université d'Abomey-Calavi (Bénin) (Mémoire de master 07/2018; p. 95). Université d'Abomey- Calavi.
21. Kuroda, M., Ohta, T., Uchiyama, I., Baba, T., Yuzawa, H., Kobayashi, I., Cui, L., Oguchi, A., Aoki, K., Nagai, Y., Lian, J., Ito, T., Kanamori, M., Matsumaru, H., Maruyama, A., Murakami, H., Hosoyama, A., Mizutani-Ui, Y., Takahashi, N. K., ... Hiramatsu, K. (2001). Whole genome sequencing of meticillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *The Lancet*, 357(9264), 1225-1240. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)04403-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)04403-2)
22. Mosupye, F. M., & Von Holy, A. (1999). Microbiological Quality and Safety of Ready-to- Eat Street-Vended Foods in Johannesburg, South Africa. *Journal of Food Protection*, 62(11), 1278-1284. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-62.11.1278>
23. Neffati, L., Ridha, H., Kolsteren, P., & Hilderbrand, K. (2004). L'alimentation de rue chez l'écolier dans une région du nord de la Tunisie. *Revue :cahier d'études et de recherches francophone/ Sante*.
24. Rafitoandrianariscoa, M. N. (2012). Etude de la qualité sanitaire et nutritionnelle du Koba ravina dans la commune de Talata Ivolonondry à Antananarivo (Certificat d'aptitude pédagogique 008) p. 122
25. Saadie, N. M. (2019). Appréciation de la qualité des aliments en milieu scolaire dans la ville de N'Djamena au Tchad. p.127.
26. Sadik-Beyaz, B. (2014). Microbiological evaluation of ready-to-eat sandwiches served near hospitals and schools. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 61(3), 193-198. https://doi.org/10.1501/Vetfak_0000002628
27. Sawadogo T., 2018. « Etude des aspects technologiques, de la qualité

nutritionnelle et sanitaire des tourteaux d'arachide (koura koura) produits à kaya dans le centre nord du Burkina Faso. » Mémoire de master II, Université Joseph Ki-Zerbo, p68

28. Somda, N. S., Bonkougou, O. J. I., Zongo, C., Kagambèga, A., Bassolé, I. H. N., Traoré, Y., Mahillon, J., Scippo, M., Hounhouigan, J. D., & Savadogo, A. (2018). Safety of ready- to-eat chicken in Burkina Faso : Microbiological quality, antibiotic resistance, and virulence genes in *Escherichia coli* isolated from chicken samples of Ouagadougou. *Food science & nutrition*, 6(4), 1077-1084. <https://doi.org/10.1002/fsn3.650>
29. Somda, N. S., Kaboré, D., Tankoano, A., Somda, M. K., Ouattara, A., Paré, A., & Sawadogo-Lingani, H. (2022). Antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas* spp. Isolated from coated skewers sold in Ouagadougou, Burkina Faso. *Journal of Food Safety and Hygiene*, 11. <https://doi.org/10.18502/jfsh.v7i4.9287>
30. Tchamba, B. G. (2015). Isolation, characterization and antibiotic susceptibility of *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. Isolated from local beverages (bissap, gnamakoudji) sold in Ouagadougou, Burkina Faso. *International Journal of Biosciences*, Vol. 6, 112-119., <https://doi.org/10.12692/ijb/6.2.112-119>
31. Teunis Pfm, Kasuga F, Fazil A, Ogden Id, Rotariu O, Strachan Njc, 2010. Dose-response modeling of *Salmonella* using outbreak data. *International Journal of Food Microbiology*, 144 (2), 243-249
32. Traoré Oumar, Nyholm Outi, Siitonen Anja, Bonkougou O Isidore Juste, Traoré Alfred S, Barro Nicolas and Haukka Kaisa, 2015: Prevalence and diversity of *Salmonella enterica* in water, fish and lettuce in Ouagadougou, Burkina Faso, *BMC Microbiology* 15 (151), 7p
33. Trèche S, Hartog AP, Nout RMJ, Traore AS, 2002. Les petites industries agroalimentaires en Afrique de l'Ouest : situation actuelle et perspectives pour une alimentation saine. *Cah Agric*; 11: 343-348.
34. OMS (2015). Estimates of the global burden of foodborne disease.
35. Adak, G.K., Long, S.M., et O'Brien, S.J. (2022). Trends in indigenous foodborne disease and deaths, England and Wales: 1992 to 2003.
36. Groupe de Travail Régional sur la Nutrition (2022). Note conjointe sur la situation nutritionnelle en Afrique de l'Ouest.

37. OMS Afrique (2023). Accelerating Nutrition Improvements in Sub-Saharan Africa.
38. Emergency Nutrition Network (ENN) (2023). Leçons apprises sur la nutrition en Afrique