



## Détermination de la qualité sanitaire de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) consommée à Bamako (Mali)

Kalifa TOURE<sup>1\*</sup>, Mouctar COULIBALY<sup>2</sup>, Mamadou SAMAKE<sup>3</sup>, Boubacar Madio dit Aladiogo MAIGA<sup>4</sup> et Ibrahima KONE<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments (ANSSA), BPE : 2362 Tél : (+223) 20 22 07 54 Bamako, Mali.

<sup>2</sup>Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR-IFRA), BP : 224 Tél : (+223) 22 22 26 55 Katibougou, Mali.

<sup>3</sup>Centre National de Recherches Scientifiques et Technologiques (CNRST).

<sup>4</sup>Laboratoire Central Vétérinaire (LCV), BP 2295, Tél : (+223) 20 24 33 44 Km8, Sotuba, Bamako, Mali.

<sup>5</sup>Institut de Formation Professionnelle (IFP), BP 53, Tél : (+223) 21 72 38 52 Konobougou, Mali.

\*Auteur correspondant ; E-mail : [kalifatoure2000@yahoo.fr](mailto:kalifatoure2000@yahoo.fr) ; Tél : (+223) 76 38 84 35.

Received: 03-01-2024

Accepted: 25-02-2024

Published: 29-02-2024

### RESUME

La pomme de terre a été l'objet d'une étude au regard de l'accent mis au niveau mondiale sur les tubercules afin de satisfaire la demande d'une population en croissance exponentielle corrélée aux multiples crises sanitaires d'origine alimentaire. L'étude trouve sa raison dans le souci de combler le déficit d'information sur la qualité sanitaire de la pomme de terre mise sur le marché de Bamako et environs. Elle a utilisé le répertoire des acteurs de l'interprofession pomme de terre. Au près d'eux, 116 échantillons ont été prélevés et analysés aux laboratoires. Les contaminants microbiologiques ont été recherchés par la culture cellulaire : les coliformes sur gélose au désoxycholate, les staphylocoques sur milieu Chapman solidifié et les salmonelles sur gélose Salmonella/Shigella : 48% étaient contaminés par *Staphylococcus aureus* contre 8,9% par *Salmonella sp.* Par ailleurs, les contaminants chimiques recherchés et dosés par absorption atomique : spectrophotomètre à absorption atomique (SAA 700) et spectromètre DR 6000 ont révélé la présence du chrome dans 90% des échantillons et le Cadmium, (33,33%) tous sont hors normes (> 0,1 mg/kg). Les résultats confirment un défaut de la qualité sanitaire de la pomme de terre consommée à Bamako.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** Contaminants microbiologiques, contaminants chimiques, normes.

## Determination of the health quality of potatoes (*Solanum tuberosum*) consumed in Bamako (Mali)

### ABSTRACTS

The potato was the subject of a study in light of the global emphasis on tubers in order to meet the demand of an exponentially growing population correlated with multiple food-related health crises. The reason for the study is the desire to fill the information gap on the health quality of potatoes placed on the market in Bamako

and surrounding areas. It used the directory of potato inter-professional actors. From them, 116 samples were taken and analyzed in the laboratories. Microbiological contaminants were looked for by cell culture: coliforms on deoxycholate agar, staphylococci on solidified Chapman medium and salmonella on Salmonella/Shigella agar: 48% were contaminated by *Staphylococcus aureus* compared to 8.9% by *Salmonella* sp. Furthermore, the chemical contaminants searched for and measured by atomic absorption: atomic absorption spectrophotometer (SAA 700) and DR 6000 spectrometer revealed the presence of chromium in 90% of the samples and Cadmium (33.33%) all are out of norm. (> 0.1 mg/kg).

The results confirm a defect in the health quality of potatoes consumed in Bamako.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Microbiological contaminants, chemical contaminants, standards.

---

## INTRODUCTION

La pomme de terre, *Solanum tuberosum*, de la famille des Solanacées, est cultivée dans plus de 150 pays, principalement dans l'hémisphère nord. Cette culture répond à quatre grands types d'utilisations : l'alimentation humaine (sous forme de tubercules frais ou transformés), l'alimentation animale, l'extraction industrielle de la fécule ou d'autres sous-produits et la production de plants. Un aliment de base bon marché, sa richesse nutritive permet à la pomme de terre de répondre aux besoins alimentaires des villes d'Afrique subsaharienne en forte croissance. En effet, la valeur nutritionnelle de la pomme de terre est liée à sa composition, principalement à sa teneur en matière sèche composée essentiellement de glucides, des protéides, des vitamines, de sels minéraux, des fibres alimentaires et seulement des traces de lipides. De plus la « productivité nutritive » est particulièrement élevée : pour chaque mètre cube d'eau appliqué, 5 600 calories d'énergie alimentaire sont produites, contre 3 860 avec le maïs, 2 300 avec le blé, et seulement 2 000 avec le riz. (Nteranya et Adiel, 2015). Les atouts suscités font d'elle l'un des produits horticoles le plus consommé dans le monde (Diop et al., 2022 ; Tria et Chehat, 2013).

La pomme de terre est cultivée pour ses tubercules au Mali. Bamako, sa capitale, en est la plus grande consommatrice avec 9,5 kg/personne/an (CILSS, 2003a ; INSTAT, 2016). Cependant, la qualité bactériologique et chimique des légumes tels la laitue (Wognin et al., 2022a) et des pommes de terre fraîche et transformée de quelques pays de l'Afrique subsaharienne se révéla mauvaise (Desbordes,

2003). Au Mali, cette mauvaise qualité a aussi été décrite par les ménagères (maliactu.net, 2015). Des études préliminaires effectuées sur certains sites maraîchers ont fait ressortir un nombre assez élevé de salmonelles et de coliformes dans les eaux utilisées par les producteurs (Samake et al., 2011a).

Les travaux menés au Mali apparaissent insuffisants car ils ne permettent pas d'identifier et de caractériser de façon précise les bactéries pathogènes et les contaminants chimiques rencontrés dans les pommes de terre fraîche et transformée (frites et chips) vendues sur le marché national. Ils montrent une diversité de sites et des sources de contaminations éventuelles. La présente étude se veut une contribution plus détaillée sur la salubrité et l'innocuité des pommes de terre fraîche et transformée mises sur le marché de Bamako.

## MATERIEL ET METHODES

### Zone d'étude

Bamako (Figure 1) est la capitale et la plus grande ville du Mali. Elle est aussi le principal centre administratif du pays et compte 2 777 902 habitants en 2023 (DNP, 2023). Son rythme de croissance urbaine est très élevé. L'étude a concerné le district de Bamako et ses environs (40 km de rayon). Elle s'est déroulée d'octobre 2017 à mai 2018.

### Matériel

Au cours de l'étude, les outils de collecte de données suivants ont été utilisés : un questionnaire à plusieurs volets à l'endroit de chacun des producteurs, des commerçants et des transformateurs de pomme de terre; une

fiche d'identification des échantillons de pomme de terre prélevés qui portait sur le numéro d'identification de l'échantillon, la nature du prélèvement, la date et le lieu de prélèvement, les conditions de stockage ; et une fiche de dépouillement qui permettait de collecter les renseignements sur les établissements, les aliments et sur l'état des fiches.

Les équipements de prélèvements étaient des Pincés, spatule, cuillères, sachets stériles, papier scotch pour codification, gants stériles, glacières, accumulateurs, thermomètre. L'étude a utilisé la liste des acteurs de « l'interprofession pomme de terre » disponible auprès des services techniques de l'Etat : Direction Nationale de l'Agriculture (DNA), Direction Nationale du Tourisme et de l'Hôtellerie (DNTH), Direction Nationale du Commerce, de la Consommation et de la Concurrence (DNCC) etc.

## **Méthodes**

### ***Type et population d'étude***

L'étude était descriptive, transversale et analytique. La population concernée comprenait : les producteurs de pomme de terre ; les commerçants (importateurs, grossistes et détaillants) et les transformateurs (hôtels et restaurants).

### ***Critères d'inclusion***

Etaient inclus dans l'étude, les cibles ci-dessus citées qui ont accepté de participer à l'étude durant la période de collecte de données en mettant à la disposition de l'équipe des échantillons de pomme de terre crue, vendue au marché et celle préparée et vendue dans les hôtels et restaurants.

### ***Critères d'exclusion***

N'étaient pas incluses les cibles retenues ayant refusés de participer ou absents au moment de l'étude.

### ***Echantillonnage***

Les données ont été collectées par questionnaire en copie dure renseignés auprès des acteurs. La taille de l'échantillon a été déterminée à partir de la liste de l'interprofession sur une base de sondage de

50% de transformateurs, 25% de commerçants et 25% de producteurs ; observation directe non participative. Plus de 50% des personnes enquêtées étaient concernées par les prélèvements de pomme de terre crue et préparée qui ont été mis dans un sachet stérile et placés dans une glacière avec des accumulateurs congelés, et le tout envoyé dans des laboratoires spécialisés ; l'échantillon non envoyé le même jour a été mis au réfrigérateur à une température comprise entre  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  et  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ .

En plus de la pomme de terre crue, les 3 formes de préparation (frites, purée et chips) ont été retenues dans le choix des prélèvements de pomme de terre préparée. Certains échantillons ont été achetés. Des échantillons composites de 500 g ont été constitués de chaque type à partir des échantillons élémentaires pour minimiser les pertes d'informations et le coût des analyses. Ce qui explique la limitation du nombre d'échantillon à 116 sur les 3 types de pommes de terre prélevés sur les 14 sites. Il s'agit notamment, des pommes de terre fraîches et des pommes de terre transformées (frites et chips). Si les prélèvements n'ont pas été effectués, les raisons ont été précisées. Les enquêteurs ont été formés pendant 3 jours et le prétest des outils de collecte des données a été conduit pour leur validation.

### ***Enquête de terrain***

L'enquête a consisté à administrer un questionnaire à 222 personnes composé de producteurs, commerçants et transformateurs de pomme de terre. Ces personnes ont été choisies au hasard à partir du répertoire obtenu auprès des services techniques. L'enquête a été menée par une équipe de recherche composée de 4 chercheurs et 2 agents de l'Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments (ANSSA). Elle a consisté à recueillir auprès des personnes enquêtées toutes les informations susceptibles d'expliquer les contaminations observées. Les analyses préliminaires ont été faites, conformément aux objectifs de l'étude, tout le long de la collecte de données sur le terrain.

**Traitement et statistique des données**

**Détermination des paramètres microbiologiques**

Les contaminants microbiologiques (Staphylocoques, Salmonelles et Coliformes thermo tolérants) ont été recherchés par la culture cellulaire: les coliformes sur gélose au désoxycholate (GD), les staphylocoques sur milieu Chapman (CH) solidifié et les salmonelles sur gélose Salmonella/Shigella (SS). Les résultats obtenus ont été comparés aux normes DEHOVE 1984.

**Détermination des paramètres chimiques**

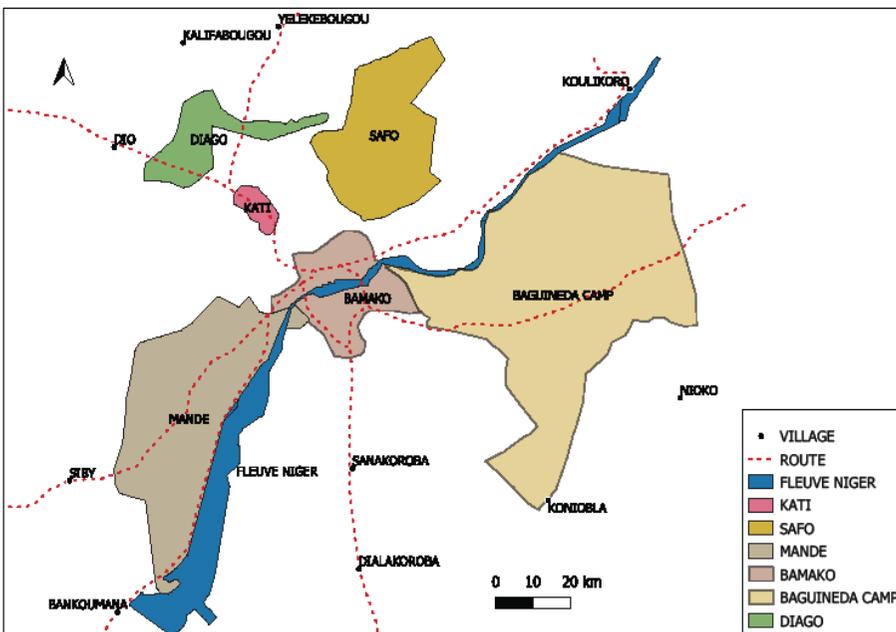
L'arsenic, le plomb, le Chrome et le cadmium ont été recherchés et dosés par absorption atomique suivant les critères de la réglementation de l'Union Européenne (Le règlement (CE) n° 333/2007 portant fixation de modes de prélèvement d'échantillons et des méthodes d'analyse pour le contrôle officiel des teneurs en plomb, cadmium, mercure, étain inorganique, 3-MCPD et hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les denrées

alimentaires). Le spectrophotomètre à absorption atomique (SAA 700) et la colorimétrie avec le spectromètre DR 6000 ont été utilisés.

**Analyses statistiques des données**

Les fiches ont été dépouillées manuellement. Le traitement des données s'est fait selon les étapes suivantes : épuración des données ; création du masque de saisie ; saisie des données avec les logiciels Excel, Epi Info version 10 et SPSS 21.0; et nettoyage des données. L'analyse statistique a été réalisée à l'ANSSA avec le logiciel Epi-Info 10 et SPSS 21.0.

Les analyses au niveau du laboratoire ont porté sur la détermination des paramètres microbiologiques au Laboratoire Central Vétérinaire (LCV) et chimiques au Laboratoire National de la Santé (LNS). Les risques liés à la consommation de la pomme de terre ont été estimés par comparaison des résultats des analyses de laboratoire aux limites (ou critères) normatives pertinentes.



**Figure1** : Carte de Bamako et environs selon les zones enquêtées.

## RESULTATS

### Présentation des résultats

Les échantillons de pomme de terre ont été prélevés auprès de 116 sur les 222 personnes enquêtées au niveau de 14 points réparties entre les quartiers de Bamako et environ. Au total il y'a eu 5 prélèvements chez les producteurs de pomme de terre contre 66 et 45 respectivement chez les commerçants et les transformateurs. La pomme de terre fraîche a été la forme la plus prélevée (61,2%), suivi des frites (37,06%). Seulement un échantillon de purée et de chips a été prélevé. Le Tableau 1 résume les détails des prélèvements effectués à Bamako et environs.

### Présence et quantification des microorganismes d'altération et pathogènes

Les microorganismes d'altération et des pathogènes (Coliformes thermotolérants, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella sp.*) ont été recherchés et quantifiés sur 56 échantillons de pomme de terre fraîche et préparée au Laboratoire Central Vétérinaire (LCV). Les résultats des analyses microbiologiques n'ont pas révélé la présence de Coliformes thermotolérants. Ils ont montré la présence de *Staphylococcus aureus* sur 27 échantillons dont 7 (12,5%) au-delà de la limite normative (100 UFC/g) et de *Salmonella sp.* dans 6 échantillons sur les 56 (10,71%) (Figure 2).

### Analyses de la relation contamination par *Staphylococcus aureus* et facteurs de contamination

L'analyse de la relation de contamination par *Staphylococcus aureus* a porté sur les variables explicatives telle la nature, l'acteur et le lieu de prélèvement de la pomme de terre.

Selon la nature de la pomme de terre, *Staphylococcus aureus* a été retrouvé dans la pomme de terre fraîche (61%) et dans la pomme de terre préparée (30%). L'analyse bi variée n'a pas mis en exergue un lien entre la nature des échantillons et la contamination par *Staphylococcus aureus* (khi deux de Pearson de 12,66 > 0,05). D'après l'acteur de la filière pomme de terre, la contamination par *Staphylococcus aureus* a été observée chez les 3 catégories d'acteurs identifiés : producteur

(3), commerçants (17), transformateurs (7). L'analyse bi variée n'a pas mis en exergue un lien entre le type d'acteur et la contamination par *Staphylococcus aureus* (khi deux de Pearson de 14,98 > 0,05). Et, suivant la dernière variable, le lieu de prélèvement de la pomme de terre, le taux de contamination par *Staphylococcus aureus* supérieur à 100 UFC/g a été observé dans les échantillons prélevés à Kati (2), Medine-Missira (1), Bozola-Golonina (1), Djicoroni (1), Djelibougou (1). L'analyse bi variée n'a pas mis en exergue un lien entre l'origine des échantillons et la contamination par *Staphylococcus aureus* (khi deux de Pearson de 58,92 > 0,05).

La mesure du degré d'association entre variables de contamination par *Staphylococcus aureus* donne une régression linéaire (Tableaux 2 et 3), dont le niveau de significativité globale est égal à 0,008 (inférieur à 0,05). Donc on peut conclure qu'au moins un des prédicteurs (nature de la pomme de terre, acteur de la filière et lieu de prélèvement) contribue à expliquer cette contamination. En l'occurrence, l'acteur (signification par rapport aux coefficients standardisés et non standardisés est égale à 0,009 < 0,05). Il se traduit par des mauvaises pratiques d'hygiène chez tous les acteurs de la filière pomme de terre à Bamako et environs.

### Analyse de la relation contamination par *Salmonella sp.* et facteurs de contamination

L'analyse de la relation contamination par *Salmonella sp.* a aussi porté sur la nature, l'acteur et le lieu de prélèvement de la pomme de terre.

Selon la nature de la pomme de terre, *Salmonella sp.* a été retrouvé dans la pomme de terre fraîche (4) et les frites (2). L'analyse bi variée n'a pas mis en exergue un lien entre la nature des échantillons et la contamination par *Salmonella sp.* (khi deux de Pearson de 0,33 > 0,05). Selon l'acteur de la filière pomme de terre, sur les 56 échantillons de pomme de terre, la contamination par *Salmonella sp.* a été observée chez les commerçants (4) et les transformateurs (2). L'analyse bi variée n'a pas mis en exergue un lien entre le type d'acteur et la contamination par *Salmonella sp.* (khi deux de Pearson de 0,67 > 0,05). Et, selon le lieu de prélèvement de la pomme de terre, la

contamination par *Salmonella sp.* a été observée dans les échantillons prélevés à Medine-Missira-Hypodrome (2), Magnambougou (3), Sokorodji (1). L'analyse bi variée n'a pas non plus mis en exergue un lien entre l'origine des échantillons et la contamination par *Salmonella sp.* (khi deux Pearson de  $11,92 > 0,05$ ).

La mesure du degré d'association entre variables de contamination par *Salmonella sp.* montre une régression linéaire, ayant un niveau de significativité globale égal à 0,910 (supérieur à 0,05). Donc on peut conclure que la contamination de la pomme de terre par *Salmonella sp.* ne s'explique pas les prédicteurs proposés. Cependant cette contamination peut s'expliquer par une contamination croisée résultante des mauvaises pratiques de conservation (commerçants) et d'hygiène (transformateurs).

#### **Présence et quantification de contaminants chimiques,**

L'arsenic, le chrome, le cadmium et le plomb ont été recherchés dans 60 échantillons sur les 116. L'arsenic et le plomb n'ont pas été retrouvés. Le chrome a été décelé sur la quasi-totalité des échantillons (90%). Quant au cadmium, 20 échantillons soit 33,33% avait un taux de contamination supérieur à la norme (0,1 mg/ kg) (Figure 3).

#### **Analyse de la relation contamination par le chrome hexa valent et facteurs de contamination**

L'analyse de la relation contamination par le chrome hexa valent a concerné la nature, l'acteur et le lieu de prélèvement de la pomme de terre.

Selon la nature de la pomme de terre, le chrome hexa valent a été retrouvé dans respectivement dans 89% et 91% des échantillons de pomme de terre fraîche et les frites. Le khi-deux de Pearson est de 0,03 (inférieur à 0,05). Il y a un lien entre la nature et la contamination par le chrome hexa valent. D'après l'acteur de la filière pomme de terre, le chrome hexa valent a été retrouvé dans les échantillons prélevés chez tous les acteurs : producteurs (2), commerçants (32) et transformateurs (20). Le khi-deux de Pearson

calculé est de 0,29 (supérieur à 0,05). Il n'existe pas de lien entre l'acteur et la contamination par le chrome hexa valent. Et, selon le lieu de prélèvement de la pomme de terre, le chrome hexa valent a été observé dans les échantillons sur tous les sites de prélèvement. Le khi-deux de Pearson calculé est de 12,73 (supérieur à 0,05). Il n'existe pas de lien entre la contamination par le chrome hexa valent et le lieu de prélèvement.

La mesure du degré d'associations entre facteurs de contamination par le chrome hexa valent met en exergue une régression linéaire, ayant un niveau de significativité globale égal à 0,722 (supérieur à 0,05). Donc on peut conclure que la contamination de la pomme de terre par le chrome hexa valent ne s'explique pas les prédicteurs proposés. Cependant la présence du chrome hexa valent peut s'expliquer par une contamination du sol du site de production avec une certaine prédominance pour la pomme de terre importée.

#### **Analyse de la relation contamination par le cadmium et facteurs de contamination**

L'analyse de la relation contamination par le cadmium a concerné la nature, l'acteur et le lieu de prélèvement de la pomme de terre.

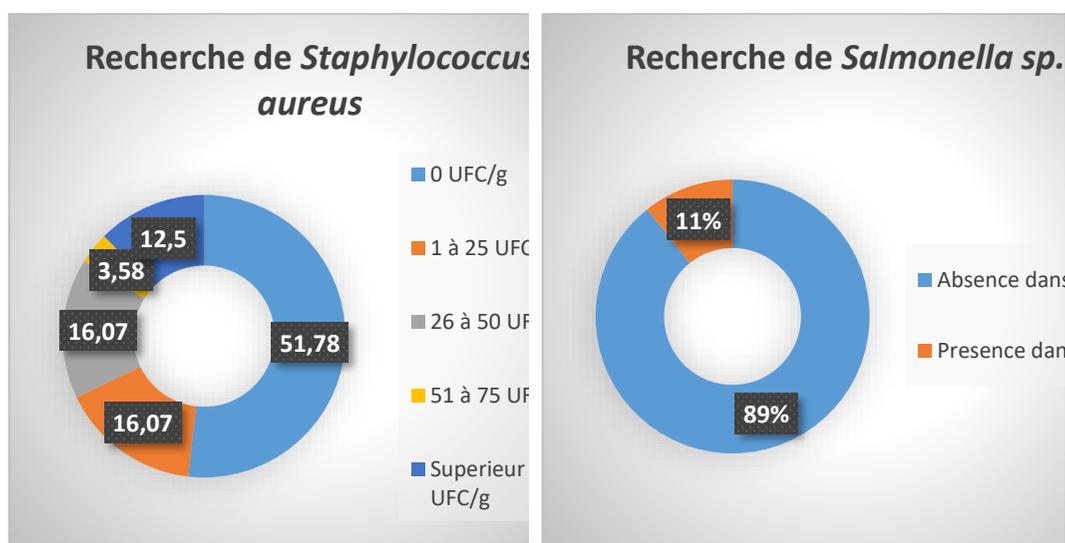
Selon la nature de la pomme de terre, 20 échantillons sont contaminés par le cadmium dont 5 pommes de terre fraîches et 15 frites. Le khi-deux de Pearson calculé donne 18,98 (supérieur à 0,05). Il n'existe pas de lien entre la nature de la pomme de terre et la contamination par le cadmium. D'après l'acteur de la filière pomme de terre, le cadmium a été retrouvé dans les échantillons prélevés chez tous les acteurs : producteurs (1), commerçants (4) et transformateurs (15). Le khi-deux de Pearson calculé est de 20,27 (supérieur à 0,05). Il n'existe pas de lien entre l'acteur et la contamination par le cadmium. Et, selon le lieu de prélèvement de la pomme de terre, le cadmium n'a pas été retrouvé dans les échantillons prélevés sur seulement 4 des sites enquêtés : Djicoroni, Ouolofobougou, Fadjiguila et Bacodjicoroni. Le khi deux de Pearson calculé est de 8,82 (supérieur à 0,05). Il n'existe pas de lien entre la contamination par le cadmium et le lieu de prélèvement.

La mesure du degré d'associations entre facteurs de contamination par le cadmium montre une régression linéaire (Tableaux 4 et 5) dont le niveau de significativité globale est égal à 0,000 (inférieur à 0,05). Donc on peut conclure qu'au moins un des prédicteurs

(nature de la pomme de terre, acteur de la filière et lieu de prélèvement) contribue à expliquer cette contamination. En l'occurrence, la nature de l'échantillon (signification par rapport aux coefficients standardisés et non standardisés est égale à 0,001<0,05).

**Tableau 1** : Provenance des échantillons de pomme de terre.

Provenance		Fréquence	Pourcentage
Valide	Kati	4	3,4
	Marché Medine- Missira-Hyppodrome	32	27,6
	Quinzanbougou	4	3,4
	Bozola-Golonina- Niarela	19	16,4
	Magnambougou	15	12,9
	Sokorodji	8	6,9
	Badalabougou-Sabalibougou	6	5,2
	Djicoroni	5	4,3
	Djelibougou	6	5,2
	Ouolofobougou	3	2,6
	Fadjiguila	2	1,7
	Doumanzana	2	1,7
	Bacodjicoroni	1	,9
	Total	107	92,2
Manquant	Système	9	7,8
<b>Total</b>		<b>116</b>	<b>100,0</b>



**Figure 2** : Recherche de *Staphylococcus aureus* et *Salmonella sp.*

**Tableau 2 :** ANOVA<sup>a</sup> du modèle de régression linéaire de la contamination par *Staphylococcus aureus*.

Modèle		Somme des carrés	ddl	Carré moyen	Sig.
1	Régression	30,481	3	10,160	<b>0,008<sup>b</sup></b>
	Total	133,551	48		

a. Variable dépendante : *Staphylococcus aureus* b. Prédicteurs : (Constante), provenance, Acteur de la filière, Nature échantillon.

**Tableau 3 :** Coefficients<sup>a</sup> du modèle de régression linéaire de la contamination par *Staphylococcus aureus*.

Modèle		Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	
		B	Erreur standard	Bêta	Sig.
1	Nature échantillon	0,536	0,576	0,209	0,357
	Acteur de la filière	-1,679	0,615	-0,610	<b>0,009</b>
	Lieu de prélèvement	0,054	,076	,095	0,478

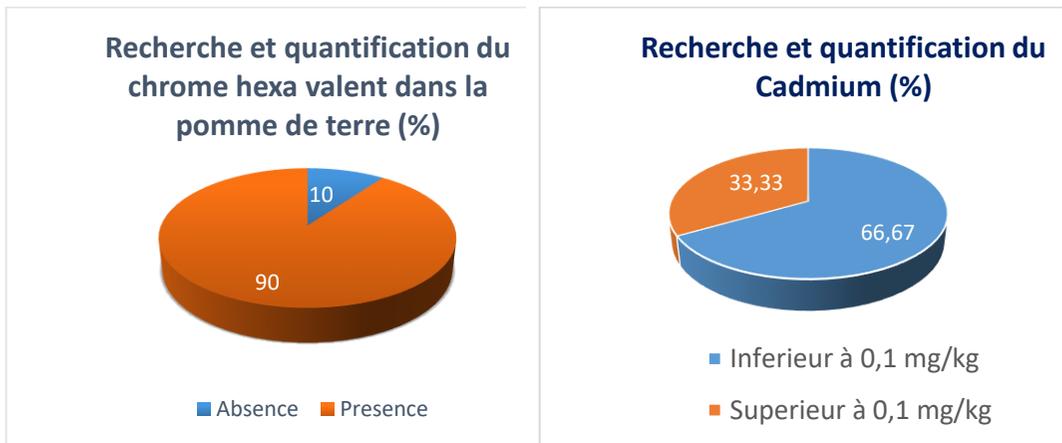
**Tableau 4 :** ANOVA<sup>a</sup> du modèle de régression linéaire de la contamination par la Cadmium.

Modèle		Somme des carrés	ddl	Carré moyen	Sig.
1	Régression	5,340	3	1,780	<b>0,000<sup>b</sup></b>
	Total	12,414	57		

a. Variable dépendante : Cadmium b. Prédicteurs : (Constante), provenance, Acteur de la filière, Nature échantillon

**Tableau 5 :** Coefficients<sup>a</sup> du modèle de régression linéaire de la contamination par le Cadmium

Modèle		Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	
		B	Erreur standard	Bêta	Sig.
1	Nature échantillon	1,143	0,311	1,199	<b>0,001</b>
	Acteur de la filière	-,500	0,274	-0,587	0,073
	Provenance	0,012	0,016	0,086	0,435



**Figure 3 :** Contamination par le Chrome hexa valent et le Cadmium de la pomme de terre.

## DISCUSSION

Dans la présente étude, les résultats démontrant la présence de *Staphylococcus aureus* dans 27 échantillons dont 7 (12,5%) au-delà de la limite normative ( $n = 100$  UFC/ g) incriminent les mauvaises pratiques agricoles (production et post récolte) et de stockage. Ils sont conformes à cette autre étude sur l'évaluation du niveau de contamination bactériologique de la laitue vendue à Abidjan avec une charge de *Staphylococcus aureus* ( $8,3 \times 10^3$  à  $5,6 \times 10^4$  UFC/g) largement supérieure aux valeurs limites établies par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) pour les légumes susceptibles d'être consommés crus. (Wognin et al, 2022b). Il serait souhaitable, que les valeurs limites soient atteintes ou pas, de ne pas rencontrer ces germes dans les échantillons. Car, selon l'AFSCA (2013a), certaines souches peuvent former des entérotoxines thermorésistantes. En Europe, en 2009, ce pathogène a été confirmé dans 88 foyers (978 cas, 165 hospitalisations, 2 décès) et suspecté dans 205 foyers (1 693 cas, 138 hospitalisations, 1 décès) (Anses, 2011).

Les résultats des analyses ont aussi montré la présence de *Salmonella* sp. dans 6 échantillons sur les 56 liée certainement aux différents facteurs de risque : environnement, équipement et matériel, sol, eau d'arrosage... Il a été démontré que *Salmonella* spp. peut être facilement diffusée par contamination croisée lorsque les ingrédients ou les produits finis entrent en contact avec des produits animaux (œufs frais) ou avec des surfaces contaminées pendant la production, l'entreposage et le transport (AFSCA, 2013b). Aussi, Samake et al. (2011a) lient cette contamination de *Salmonella* sp. au sol de culture en partie. Quoique, l'évaluation du niveau de contamination bactériologique de la laitue vendue à Abidjan n'a pas identifiée de *Salmonelle*, elle a cependant mis en exergue des charges élevées hors normes des souches témoins de contamination fécales de l'environnement maraichers pouvant induire la présence de pathogènes. (Wognin et al, 2022c).

Le chrome a été décelé sur la quasi-totalité des échantillons (90%). La présence du Chrome hexa valent peut s'expliquer par une

contamination antérieure du sol du site de production avec une certaine prédominance pour la pomme de terre importée. En effet, tous les sols renferment des Eléments Traces Métalliques (ETM) et leur potentiel polluant dépend de leur concentration dans le milieu considéré (sols, air, eau, sédiments) mais surtout de leur forme chimique ou spéciation (Baize, 2007). Ces ETM proviendraient entre autres des engrais chimiques, notamment phosphatés. D'après le CILSS (2003b), les formulations choisies pour les engrais au Mali ne sont pas forcément adaptées à la culture de la pomme de terre et les quantités apportées ne sont pas toujours raisonnées selon les besoins de la plante. De plus, une analyse de l'eau, surtout peu profondes de certains sites maraichers objet d'une utilisation massive d'engrais et de pesticides a permis de déterminer des résidus de pesticides dans 76,92% des échantillons sur 80 des 104 puits ciblés sur cinq sites sélectionnés au Mali (Maiga et al, 2019). Or l'utilisation de l'engrais chimique dans l'agriculture est généralement décriée dans l'agriculture durable à cause des composants chimiques qui entrent dans la chaîne trophique. D'où l'option de la fertilisation organique comme la bonne alternative (Djinet et Ngaryam, 2023).

Quant au cadmium, 20 échantillons soit 33,33% avaient un taux de contamination supérieur à la norme (0,1 mg/kg) lié à la nature de l'échantillon. Ce taux de 33,33% est largement supérieur aux résultats de l'analyse des 115 échantillons prélevés sur le marché du frais en France soit un échantillon avec une teneur très légèrement supérieure à la limite admissible [(0,107 +/- 0,048 mg/kg) (moyenne des échantillons quantifiés = 0,022 mg/kg ; Limite admissible = 0,1 mg/kg)] (Pomme de terre hebdo, 2013). Cependant, nos résultats s'approchent plus de ceux de Samake et al. (2011b), ils ont trouvé que les produits maraichers examinés sont contaminés par le plomb et le cadmium. Le Cadmium a été détecté dans les échantillons de chou, par exemple, à une concentration de 0,018 mg/kg. Toutefois, une alternative prometteuse aux produits chimiques a été préconisée surtout dans la lutte contre la pourriture molle de la

pomme de terre par exemple, il s'agit du contrôle par des isolats d'actinomycètes RoN, G1P et J1N qui sont des microbioagents efficaces contre cette pathologie (Babana et al, 2011).

### Conclusion

Une étude menée au regard des défis d'une bonne alimentation mondiale couplée à l'insuffisance de données factuelles sur la qualité sanitaire de la pomme de terre au Mali a défini trois catégories d'acteurs de la filière : producteurs, commerçants et transformateurs, qui ont fait l'objet d'enquête (222) et de prélèvements (116). Tous les acteurs ont été incriminés pour les Staphylocoques (défauts de bonnes pratiques) ; les facteurs de risques supposés pour les salmonelles ont été l'environnement, l'équipement et le matériel, le sol, l'eau d'arrosage. Les mêmes facteurs ont aussi été identifiés pour le Chrome hexa valent en plus des ETM, des boues urbaines, des lisiers, des engrais chimiques. Cependant la nature de l'échantillon a été incriminée dans la contamination par le Cadmium. Au regard des risques/dangers [Salmonelles (10,71%), Staphylocoques (30,43%), chrome hexavalent (90%) et cadmium (33,33%)] liés à la pomme de terre, comme témoignent nos résultats, des programmes de contrôle, d'évaluation et d'accompagnement technique des acteurs seraient salutaires.

### CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas d'intérêts concurrents.

### CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

KT était chargé de la thèse devant approfondir l'étude de l'ANSSA et à l'origine de l'article. MC a participé aux réunions de validation des TDR de l'étude et du protocole de recherche par les services techniques partenaires de l'ANSSA. Il était le Directeur de la thèse. MS a participé aux réunions de validation des TDR de l'étude et du protocole de recherche par les services techniques partenaires de l'ANSSA. Il a Co encadré le thésard. BMAM a participé aux réunions de validation des TDR de l'étude et du protocole

de recherche par les services techniques partenaires de l'ANSSA. IK a participé à la relecture de l'article.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements à la Direction de l'Agence Nationale de la Sécurité Sanitaires des Aliments (ANSSA) pour avoir commandité l'étude et la thèse à l'origine de l'article.

### REFERENCES

- AFSCA. 2013. Guide d'autocontrôle pour les boulangeries et pâtisseries : version 2 dd 18-06-13 ; Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire - AFSCA - CA-Botanique - Food Safety. p310.
- Anses. 2011. *Staphylococcus aureus* et entérotoxines staphylococciques. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments. Septembre 2011. MIC2011sa0117Fi.pdf. p4.
- Babana A H, Bathily H, Samake F, Maïga K, Traore D, Dicko A. 2011. Microbiological Control of Bacterial Soft Rot Caused by *Bacillus pumilus* Od23 on Potato. *British Microbiology Research Journal*, 1(3): 41-48.
- Baize D. 2007. Les Éléments Traces Métalliques (ETM) dans les sols. Tout ce qu'il faut savoir ! Institut National de la Recherche Agronomique - Science du Sol – PScript5.dll Version 5.2.2. Orléans. Poitiers-Chap.1-Généralités.doc. p28.
- CILSS. 2003. Étude diagnostique de la filière pomme de terre dans trois pays de l'Afrique de l'ouest Volume II : Cas du Mali. Rapport final. Comité permanent Inter état de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS). Institut du Sahel. Étude de Lamissa Diakitè et Mathurin Zida, Août 2003. p71.
- Desbordes D. 2003. Qualité microbiologique des fruits et légumes : flores, altérations, risques sanitaires, prévention. DESS Ingénierie documentaire. Rapport de Recherche Bibliographique, Février 2003.

- Diop P, Labou B, Sylla E S, Tending E, Diatte M, Balde A, Seydi O, Sene S, N'Diaye O, Diarra I A K, 2022. Actualisation de l'entomofaune associée à la culture de pomme de terre dans les Niayes, Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **16**(3): 1314-1319. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i3.32>
- Djinet A I, Ngaryam B. 2023. Mise en évidence des valeurs nutritionnelles de la patate douce *Ipomoea batatas* (L.) Lam soumise aux traitements de fiente de poulets et de l'engrais minéral à Bongor au Tchad. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **17**(5): 1951-1959. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i5.14> . August 2023.p9.
- DNP. 2023. Estimation de la population du Mali par région, cercle et commune selon le sexe en 2023. Direction Nationale de la Population, octobre 2023. p13.
- INSTAT, 2016. Santé, emploi, sécurité alimentaire et dépenses de consommation des ménages octobre – décembre 2015. Enquête Modulaire et Permanente auprès des ménages (EMOP)-Agence suédoise de coopération internationale au développement (ASDI)-Statistique Suède (SCB). Résultats chiffrés troisième passage (octobre-décembre) 2015. p52.
- Maiga BMA, Maiga A, Kone I, Toure K, Yaro F, Tolofoudye A. 2019. Pesticides residues in shallow ground waters from five cotton growing areas of mali. *International Journal of Agriculture, Environment and BioResearch*, **4**(3): Page 350.
- maliactu.net. 2015. Mali : Pomme de terre : Les ménagères boudent la production locale. Mamadou Makadji . MA. TRAORE *L'Essor*. 24 avril 2015. En ligne [www.http://maliactu.net/mali-pomme-de-terre-les-menageres-boudent-la-production-locale/](http://maliactu.net/mali-pomme-de-terre-les-menageres-boudent-la-production-locale/) Consulté le 17/10/2017 à 16h00.
- POMME DE TERRE HEBDO. 2013. Confirmation de la qualité sanitaire pour la pomme de terre de conservation. *Le Journal de la Pomme de Terre* : N°1046, novembre 2013. *Adobe InDesign CS5* (7.0.4). p4.
- Samake F, Babana A H, Yaro F K, Cisse D, Traore I, Kante F, Kone S, Diallo A, Toure H, Toure O, Sako M, Ag Iknane A. 2011. Risques sanitaires liés à la consommation des produits maraîchers cultivés dans la zone urbaine et périurbaine de Bamako. Article originale. *Mali Sante Publique*, **1**(001) : p5.
- Wognin AS, Ouattara MB, Assi-clair BJ, Koffi-nevry R. 2022. 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. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **16**(4): 1580-1592.
- Tria M, Chehat F. 2013. Typologie des producteurs de pomme de terre dans la région d'Ain Defla. *Les cahiers du CREAD* n°103. Jel classification : C54, D24, Q12.