



Available online at <http://www.ifgdg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 16(1): 418-429, February 2022

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

**International Journal  
of Biological and  
Chemical Sciences**

**Original Paper**

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

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

## **Evaluation des risques sanitaires liés à la présence d'aflatoxine dans le riz consommé au Sénégal**

Astou Sassoum DIOP<sup>1</sup>, Bathie SARR<sup>2\*</sup>, Moussa NDONG<sup>3</sup>, Babacar BEYE<sup>1</sup> et  
Mame Arame FALL NDIAYE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de mycotoxines/Institut de Technologie Alimentaire (ITA Sénégal).

<sup>2</sup>Laboratoire de Biotechnologies des Champignons, Département de Biologie Végétale Faculté des Sciences & Techniques, Université Cheikh Anta Diop, BP 5005, Dakar Fann, Sénégal.

<sup>3</sup>UFR des Sciences Agronomiques, de l'Aquaculture et des Technologies Alimentaires, Université Gaston Berger de St-Louis, Sénégal.

\*Auteur correspondant ; E-mail : [batiogoli@gmail.com](mailto:batiogoli@gmail.com) ; [soumsas@hotmail.fr](mailto:soumsas@hotmail.fr);

Tel. : +221776163348

---

Received: 21-09-2021

Accepted: 19-02-2022

Published: 28-02-2022

---

### **RESUME**

Les aflatoxines ont été classées comme des agents cancérigènes pour les humains. L'intoxication aux aflatoxines peut être aiguë ou chronique. Au Sénégal deux types de riz sont consommés, le riz local produit dans la vallée du fleuve et le riz importé d'Asie. Les aflatoxines sont susceptibles d'être présentes naturellement dans le riz. L'objectif de cette étude était d'évaluer les risques sanitaires liés à la contamination en aflatoxine du riz consommé au Sénégal. Pour le riz local, 14 échantillons de 3 variétés ont été prélevés au niveau de 5 sites situés dans la vallée du fleuve Sénégal : Baridiam, Ndelle, Ndiaye, Ngomène et Pond Gendarme. Les échantillons des trois types du riz importé ont été prélevés au niveau du grand marché « Sor » de Saint-Louis : le riz brisé de la Thaïlande, le riz entier de Chine et le riz entier de l'Inde. Le dosage des aflatoxines B1 et totales du riz local et importé obtenus était fait par HPLC suivant la norme ISO 16 050 au Laboratoire de mycotoxine de l'Institut de Technologie Alimentaire (ITA) du Sénégal. L'évaluation de l'exposition alimentaire était associée à la concentration moyenne du contaminant, la consommation alimentaire par jour et le poids corporel de l'individu en kg. Les concentrations en aflatoxines B1, B2 et totale des aflatoxines étaient respectivement de 0,445 µg/kg, 0,064 µg/kg et 0,509 µg/kg pour le riz local. Cette teneur en aflatoxines était de 0,1 µg/kg d'aflatoxines B1 et totale pour le riz importé. Tous ces échantillons de riz local ont eu des teneurs inférieures à 2 µg/kg et 4 µg/kg (seuils respectivement établis par l'Union

européenne pour B1 et AFT), et à 20 µg/kg (la norme établie par les Etats Unis et les pays asiatiques). Les valeurs de l'exposition pour le riz importé ont été évaluées à 0,0003 µg/kg pc/j aussi bien pour l'aflatoxine B1 que pour l'AFT. Pour le riz local, l'exposition est estimée à 0,001 µg/kg pc/j pour l'aflatoxine B1 et à 0,002 µg/kg pc/j pour l'AFT. Le risque sanitaire lié à la consommation du riz importé ou local est faible pour les aflatoxines. Néanmoins, la quantité importante de riz consommée par les sénégalais et la présence d'autres sources potentielles d'aflatoxines dans leur alimentation peuvent augmenter considérablement le risque.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés:** Riz local, riz importé, aflatoxines, risque sanitaire, contamination.

## Assessment of health risks related to the presence of aflatoxin in rice consumed in Senegal

### ABSTRACT

The samples of the three types of imported rice were taken at the large "Sor" market in Saint-Louis: broken rice from Thailand, whole rice from China and whole rice from India. The determination of aflatoxin B1 and total local and imported rice obtained was done by HPLC according to the ISO 16050 standard at the Mycotoxin Laboratory of the Food Technology Institute (ITA) of Senegal. The dietary exposure assessment was associated with the average concentration of the contaminant, the food consumption per day and the body weight of the individual in kg. Aflatoxin B1, B2 and total aflatoxin concentrations were 0.445 µg/kg, 0.064 µg/kg and 0.509 µg/kg respectively for local rice. This aflatoxin content was 0.1 µg/kg of aflatoxin B1 and total for imported rice. All these samples of local rice had levels lower than 2 µg/kg and 4 µg/kg (thresholds respectively established by the European Union for B1 and AFT), and 20 µg/kg (the standard established by the United States and Asian countries). Exposure values for imported rice were assessed at 0.0003 µg/kg pc/day for both aflatoxin B1 and AFT. For local rice, exposure is estimated at 0.001 µg/kg bw/day for aflatoxin B1 and 0.002 µg/kg pc/day for AFT. The health risk linked to the consumption of imported or local rice is low for aflatoxins. Nevertheless, the large amount of rice consumed by Senegalese and the presence of other potential sources of aflatoxins in their diet can significantly increase the risk.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Risks assessment, local rice, imported rice, aflatoxins, contamination.

---

### INTRODUCTION

Le riz s'est substitué aux céréales locales et est devenu l'aliment le plus présent dans les plats sénégalais. Ainsi, il occupe près de 50% du volume de céréales consommées au plan national (Baris, 2009). Selon les

estimations de Hathie et al. (2017), en milieu urbain cette consommation est de 77% tandis, qu'en milieu rural elle représente 59% des consommations céréalières. Le Sénégal consomme, en moyenne, plus d'un million de tonnes de riz blanc par an.

Les aflatoxines sont des toxines naturelles produites par des champignons du genre *Aspergillus* (CODEX, 2013). La contamination par l'aflatoxine des principaux aliments de consommation courante, à savoir le maïs, les arachides et le sorgho, atteint des niveaux inacceptables pour la santé dans de nombreux pays d'Afrique. L'estimation de la quantité d'aflatoxine dans le maïs en 2016 a donné des intervalles de [1,06-852,2ppm] au Sénégal, de [8,0-1081ppm] en Tanzanie (AfricaAIMS-C-SAAP, 2016).

En milieu humide avec une température optimale, le riz peut absorber facilement l'eau ; cela augmente la teneur en eau et donc une susceptibilité à une contamination fongique et une production d'aflatoxine (Nguyen, 2007). Au Sénégal, des données sont disponibles sur les teneurs en aflatoxine dans le maïs (Kane et al., 1991; Dieme et al., 2016). Cependant peu d'études sont réalisées sur l'exposition de la population à l'aflatoxine consommant le riz de la vallée du fleuve Sénégal. Cette étude s'inscrit dans ce cadre et a pour objectif d'évaluer les risques liés à la teneur en aflatoxine sur le riz consommé par la population de la région de Saint-Louis du Sénégal.

## **MATERIEL ET METHODES**

### **Site d'étude**

La zone d'étude le domaine de l'alizé maritime stable (Saint-Louis) marqué par des amplitudes thermiques faibles et de la forte humidité. Cette zone subit l'influence du domaine sahélien caractérisé par l'harmattan, ce vent contribue à l'élévation des températures.

### **Échantillonnage**

Les échantillons de riz local ont été prélevés au niveau de 5 sites situés dans la vallée du fleuve Sénégal : Baridiam, Ndelle, Ndiaye, Ngomène et Pond Gendarme.

Pour le riz local, quatorze (14) échantillons ont été prélevés pour trois (3) variétés (Sahel 108, Sahel 177 et TC10) en fonction de leur granulométrie (la forme entière et la forme brisée) et de leur disponibilité. Pour les échantillons de riz importé, trois (3) types ont été prélevés au niveau du grand marché « Sor » de Saint-Louis : le riz brisé de la Thaïlande, le riz entier de Chine et le riz entier de l'Inde.

### **Dosage**

Ces échantillons ont été acheminés au laboratoire des mycotoxines de l'ITA où ils étaient préparés pour le dosage des aflatoxines B1 et détermination de la teneur totale en aflatoxines B1, B2, G1 et G2 par HPLC suivant la norme ISO 16 050. Au préalable, lors de la préparation des échantillons, ces derniers sont pesés à l'aide d'une balance SCALTEC de précision de 0,01 g près puis broyés au moyen d'un mini-broyeur avant de passer à l'extraction.

### **Extraction**

Pour chaque échantillon de riz, une prise d'essai de 25 g de l'échantillon et 5 g de NaCl a été prélevée puis homogénéisée dans un erlenmeyer de 500 ml. 125 ml de solvant d'extraction (méthanol eau 70/30) ont été ajoutés et le mélange a été homogénéisé pendant 2 minutes au moyen d'un mélangeur à grande vitesse. Le mélange a été ensuite

filtré et un volume de 15 ml du filtrat a été introduit dans une fiole conique de dimension appropriée munie d'un bouchon en verre. 30 ml d'eau distillée ont été ajoutées dans la fiole et le mélange a été homogénéisé. Avant de commencer la purification sur colonne immunoaffinité, l'extrait dilué a été filtré avec du papier-filtre à microfibrilles de verre.

### **Purification par colonne immunoaffinité (CIA)**

L'ensemble CIA-réservoir a été préparé en raccorder le réservoir à la colonne qui était au préalable conditionnée avec du PBS (transférer 10 ml de PBS sur le réservoir et laisser passer dans la colonne à une vitesse de 2 ml/min à 3 ml/min par gravité soit une goutte par seconde). Il fallait s'assurer qu'une petite quantité (0,5 ml) de PBS reste dans la colonne jusqu'au dépôt de la solution d'échantillon afin de procéder à la purification sur colonne immunoaffinité. A l'aide d'une pipette, 15 ml du deuxième filtrat ont été déposés dans le réservoir de solvant de la colonne d'immunoaffinité. Après le passage du filtrat dans la colonne de séparation, cette dernière a été lavée avec 20 ml d'eau distillée qui a été appliquée en deux petites portions de 10ml. L'élution des aflatoxines a été effectuée en faisant passer 2 ml de méthanol HPLC ou méthanol pur dans la colonne immunoaffinité et de recueillir les éluats de méthanol dans des vials ambrés d'environ 5 ml et en fin de faire évaporer le méthanol sous courant d'azote.

### **Quantification par HPLC**

Elle a constitué la dernière étape du

dosage des aflatoxines et a permis d'en faire une lecture précise des différentes formes d'aflatoxines éventuellement présentes dans les échantillons. Elle a consisté d'une part à identifier chaque pic d'aflatoxines du chromatogramme provenant de l'analyse de l'échantillon pour essai, en comparant les temps de rétention à ceux des étalons de références correspondants. Les aflatoxines pouvaient également être identifiées en injectant simultanément la solution échantillon et les solutions étalons. En outre, la disparition des pics des aflatoxines B1 et G1 en l'absence d'ajout de réactif de dérivation contribuait à faciliter l'identification. Une détermination quantitative qui a été effectuée selon la méthode de l'étalon externe avec intégration de la surface de pic ou mesure de la hauteur de pic, puis comparaison avec la valeur correspondante de la substance étalon. Ainsi des volumes de 50 µl de solution étalon ont été injectés dans la bouche d'injection. L'élution des aflatoxines se faisait dans l'ordre suivant : G2, G1, B2, B1 avec des temps de rétention respectifs d'environ 6 min, 8 min, 9 min et 11 min et il convenait que les pics soient bien résolus. Si nécessaire les temps de rétention en ont été ajustés en modifiant la concentration en méthanol de la phase mobile. En fin, 50 µl d'extrait d'échantillon purifié ont été injectés dans la bouche d'injection.

### **Estimation de l'exposition**

L'enquête a été faite dans le cadre d'une étude sur la consommation de riz en

collaboration avec l'université Tsukuba (Japon). Différents quartiers de la ville de Saint-Louis ont été ciblés, au sein desquels 85 ménages ont été aléatoirement recensés. L'enquête concernait les femmes chargées de faire la cuisine. La technique a consisté à disposer pour chaque ménage d'une balance et d'un appareil photo. À l'aide de la balance, la chargée de la cuisine pesait au déjeuner et au dîner le poids du plat à vide, du plat avant mangé et du plat après manger pendant 15 jours. D'autres paramètres ont été pris en compte : l'aliment de base, le temps de cuisson des repas, le nom du repas, le nombre de personnes dans le ménage partageant le repas, le nombre éventuel d'invités et à qui donner le repas en cas de reste.

La caractérisation du risque est fondée sur l'analyse des résultats issus de l'évaluation de l'exposition alimentaire. Cette dernière associe les données de concentration moyenne du contaminant, la consommation alimentaire par jour et le poids corporel de l'individu en kg. Suivant l'équation générale ci-dessous :

**Exposition alimentaire =  $\sum$  (Concentration moyenne du contaminant  $\times$  consommation alimentaire moyenne / jour) / Poids corporel (kg).**

L'estimation de l'exposition qui en résulte est alors comparée à la valeur Dose Journalière Admissible (DJA) pour la caractérisation du risque (DJA en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de  $\text{pc}/\text{j}$ ) a été obtenue par la formule de Ricoux et Gasztowtt (2005). Ainsi on obtiendra :

✓ Un risque lorsque l'exposition est supérieure

à la valeur du DJA ;

✓ Pas de risque lorsque l'exposition est inférieure à la valeur du DJA.

Dans cette étude le poids par défaut d'un adulte défini par le comité du *Codex Alimentarius* qui est de 60 kg sera utilisé pour le poids corporel.

### Traitement des données

Les données issues des analyses ont été traitées à l'aide de logiciel SPSS version 14.0J, SPSS, Chicago, IL) Un test Fisher a été utilisé pour comparer les moyennes et les différences étaient considérées significatives à  $P \leq 0,05$ .

## RESULTATS

### Teneur en aflatoxines dans les échantillons de riz

Les dosages en aflatoxines B1 et totales ont montré que sur un total de 14 échantillons de riz (local et importé) 6 sont testés positifs, 5 en état de traces et 3 négatifs. Ainsi, sur un ensemble de 11 échantillons de riz local, 5 ont été testés positifs, 3 en état de traces avec des teneurs  $< 0,1 \mu\text{g}/\text{kg}$  et 3 autres ont été testés négatifs (Tableau 1).

Les échantillons contaminés ont enregistré des teneurs en aflatoxines qui varient de 0,1 à 1,3  $\mu\text{g}/\text{kg}$  avec une moyenne de 0,4  $\mu\text{g}/\text{kg}$  pour B1 et 0,8 à 1,6  $\mu\text{g}/\text{kg}$  avec une moyenne de 0,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  pour AFT. Sur les 3 échantillons de riz importé qui ont été analysés (Tableau 2), le riz thaïlandais a enregistré une teneur de 0,3  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de B1 et AFT. Pour les deux autres échantillons, le riz importé de l'Inde a révélé des traces

d'aflatoxines et le riz importé de Chine a été testé négatif. Cependant la teneur moyenne du riz importé en aflatoxine est de 0.1 µg/kg pour B1 et AFT.

En se basant sur la provenance des échantillons, le riz local avait enregistré la plus forte teneur en aflatoxine B1 (1,3 µg/kg) et en AFT (1,6 µg/kg) avec la forme brisée de la variété Sahel 108 du POND gendarme (Figure 1). Le riz importé n'avait qu'enregistré qu'une teneur de 0,3 µg/kg d'aflatoxine B1 et totale qu'avec le riz brisé Thaïlandais. Selon la granulométrie, sur un totale de 6 échantillons contaminés, la forme brisée et la forme entière ont enregistré chacune un taux de contamination de 50%. Tandis que, sur les 5 échantillons en état de trace, la forme brisée a présenté les pourcentages de 60 et 66,66% et la forme entière les taux de 40 et 33,33%.

La teneur moyenne en aflatoxines B1 des variétés de riz local (0,045 mg/kg) était significativement plus élevée que les autres formes d'aflatoxines (B2, G1 et G2). Par contre, la moyenne de la contamination à l'AFT n'a indiqué aucune différence significative avec l'aflatoxine B1 pour tous les échantillons de riz importé et local. Aucune différence n'a été notée sur la contamination en aflatoxines entre le riz local et le riz importé (Tableau 3).

### **Données de consommation alimentaire de riz**

Les résultats ont montré qu'en moyenne 37% du poids du riz cuisiné est constitué de riz ramené au poids sec. La population saint louisienne consomme individuellement au déjeuner, au dîner respectivement 382,2 g, 219,1 g et 601.3g de repas à base riz par jour. En considérant que 37% du poids du riz cuisiné est constitué de riz ramené au poids sec, chaque personne consomme une quantité de riz de 141,4 g au déjeuner, 43,4 g au dîner, soit 184,8 g par jour (Tableau 4).

Les valeurs de l'exposition pour le riz importé ont été évaluées à 0,0003µg/kg pc/j aussi bien pour l'aflatoxine B1 que pour l'AFT. Pour le riz local, l'exposition est estimée à 0,001 µg/kg pc/j pour l'aflatoxine B1 et à 0,002 µg/kg pc/j pour l'AFT (Tableau 5).

### **Caractérisation du risque**

Elle a été faite en comparant la valeur de l'exposition obtenue à la valeur de la dose journalière admissible. Les valeurs de l'exposition pour le riz importé sont de 0,0003 µg/kg pc/j aussi bien pour l'aflatoxine B1 que pour l'AFT. Pour le riz local, l'exposition a été estimée à 0,001 µg/kg pc/j pour l'aflatoxine B1 et à 0,002 µg/kg pc/j pour l'AFT.

**Tableau 1 :** Teneur en aflatoxines B1, B2, G1, G2 et AFT dans les échantillons de riz prélevés dans la vallée du fleuve Sénégal.

Sites	Variétés	Granulométrie	Concentration en Aflatoxines (µg/kg)				
			B1	B2	G1	G2	AFT
Baridiam	Sahel 108	Brisé E1	0,7	0,1	ND	ND	0,8
		Entier	-	-	-	-	-
Ndelle	Sahel 108	Brisé E2	1,1	ND	ND	ND	1,1
		Entier E3	1,1	0,1	ND	ND	1,2
Ngomène	Sahel 108	Brisé	-	-	-	-	-
		Entier E4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ndiaye	Sahel 108	Brisé E5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
		Entier	-	-	-	-	-
Pond gendarme	Sahel 108	Brisé E6	ND	ND	ND	ND	ND
		Entier E7	1,3	0,3	ND	ND	1,6
	Sahel 177	Brisé E8	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
		Entier E9	ND	ND	ND	ND	ND
	TC10	Brisé E10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
		Entier E11	0,7	0,2	ND	ND	0,9
Moyenne (µg/kg)			0.445 <sup>a</sup>	0.064 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0.509 <sup>a</sup>

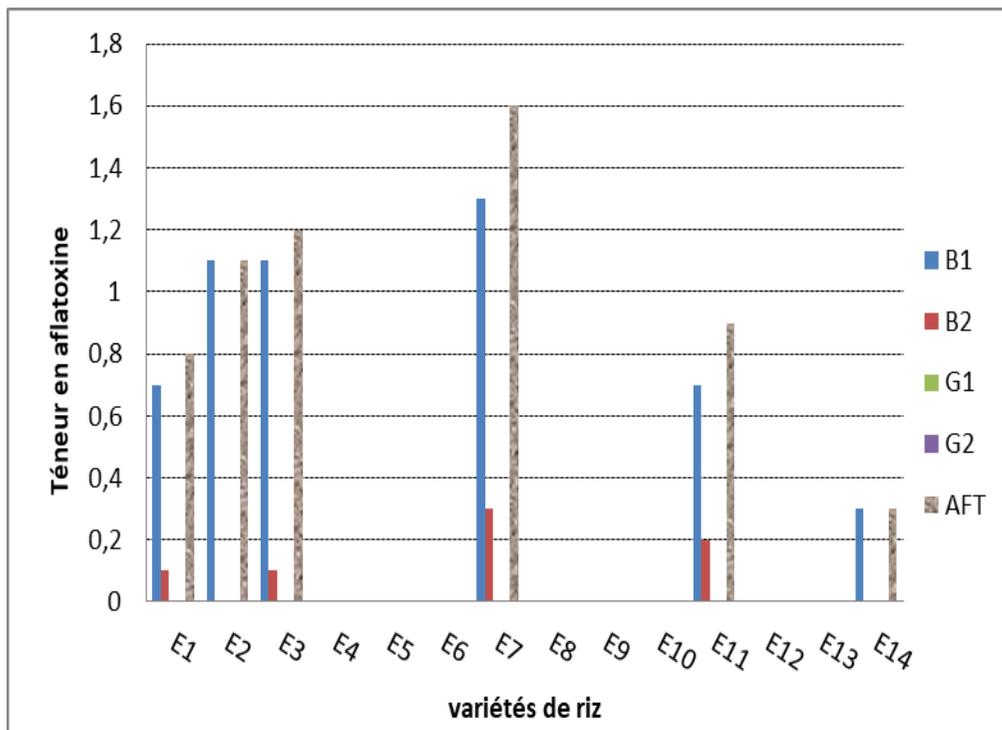
ND : Non Détecté (absence d'une ou des formes d'aflatoxines analysées). Teneur en aflatoxines < 0,1µ/kg (teneurs non quantifiables par la machine HPLC). Les moyennes avec les lettres alphabétiques différentes sont significativement différents  $P \leq 0,5$ ; (-) : Variétés dont la granulométrie n'était pas disponible lors du prélèvement des échantillons.

**Tableau 2 :** Teneur en aflatoxines B1, B2, G1, G2 et AFT dans les échantillons de riz importés.

Origines	Granulométrie	Concentration en Aflatoxines (µg/kg)				
		B1	B2	G1	G2	AFT
Chine	Brisé	-	-	-	-	-
	Entier E12	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Inde	Brisé E13	ND	ND	ND	ND	ND
	Entier	-	-	-	-	-

Thaïlande	Brisé E14	0,3	ND	ND	ND	0,3
	Entier	-	-	-	-	-
Moyenne (µg/kg)		0.1 <sup>a</sup>	0	0	0	0.1 <sup>a</sup>

ND : Non Détecté (absence d'une ou des formes d'aflatoxines analysées). Teneur en aflatoxines < 0,1µ/kg : teneurs non quantifiable par la machine HPLC. Les moyennes avec les lettres alphabétiques différentes sont significativement différents P ≤0,5 ; (-) : Variétés dont la granulométrie n'était pas disponible lors du prélèvement des échantillons.



E1 : Sahel 108 brisé Baridiam, E2 : Sahel 108 brisé Ndelle, E3 : Sahel 108 entier Ndelle, E4 : Sahel 108 entier Ngomène, E5 : Sahel 108 brisé Ndiaye, E6 : Sahel brisé Pond Gendarme, E7 : Sahel 108 entier Pond gendarme, E8 : Sahel 177 brisé Pond gendarme, E9 : Sahel 177 entier Pond gendarme, E10 : TC brisé Pond gendarme, E11 : TC10 entier Pond gendarme, E12 : importé brisé Chine, E13 : importé brisé Inde, E14 : importé brisé Thaïlande.

**Figure 1 :** Profil de contamination aux aflatoxines B1, B2, G1, G2 et totale (AFT) dans les échantillons de riz de la vallée et du riz importé.

**Tableau 3:** Moyenne totale de contamination des échantillons de riz importés et local à l'aflatoxine B1 et totale (AFT).

Moyenne de contamination totale (µg/kg)	Importé	Local
B1	0.1	0.445
AFT	0.1	0.509

**Tableau 4:** Poids du repas et quantité de riz consommés par personne et par jour dans ville de Saint-Louis.

Repas	Poids de repas consommé par personne et par jour (g)	Quantité moyenne de riz consommée par personne par jour (g)
Déjeuner	382,2	141,4
Dîner	219,1	43,4
Jour	601,3	184,8

**Tableau 5 :** Valeurs de l'exposition des différents contaminants en fonction du type de riz et du DJA.

Contaminants	Types de riz	Valeurs de l'exposition	DJA
Aflatoxine B1 et AFT	Importé	0,0003 µg/kg pc/j	Pas de DJA établie (Codex, 2013)
	Local	0,001 µg/kg pc/j et 0,002 µg/kg pc/j	

## DISCUSSION

Les résultats obtenus n'ont pas indiqué de différences significatives sur les moyennes totales de contamination en aflatoxines dans les échantillons de riz local et importé. Les concentrations moyennes en aflatoxines qui ont été enregistrées suivant la provenance du riz, importé ou local, indiquent une similarité dans la détermination du niveau de contamination

des échantillons. Ces concentrations sont estimées respectivement à 0,445 µg/kg et à 0,509 µg/kg d'aflatoxine B1 et d'aflatoxine totale pour le riz local et à 0,1 µg/kg d'aflatoxine B1 et totale pour le riz importé. Dans le riz, des teneurs en aflatoxine B1 de 1,5 à 10 µg/kg (Sangare Tigori et al., 2006) et de 1,05 µg/kg (Fofana-Diomande et al., 2019) ont été trouvées. La production des aflatoxines par les champignons pourrait se

faire avant et ou après la récolte des céréales, sous l'influence de plusieurs facteurs environnementaux comme la température, l'humidité relative, la détérioration due aux insectes, la sécheresse et le stress des végétaux (Codex, 2013). Ba (2017) a rapporté que le riz produit localement dans le Sud du Sénégal (Kolda, Kédougou, Sédhiou) était plus contaminé que le riz importé. La fréquence pluviométrique abondante dans ces zones pourrait expliquer en partie cette différence. L'absence de différence dans la contamination du riz local et importé dans cette étude pourrait être justifiée d'une part, par les conditions écologiques de la vallée où le cycle de séchage des récoltes se fait souvent dans des conditions moins humides. En effet, une forte teneur en humidité dans les grains transforme celles-ci en substrats favorables au développement des champignons producteurs de mycotoxines (Paca, 2015). Pitt et al. (2009) ont rapporté qu'un processus de séchage lent dans les grains de céréales accentue le niveau de concentration des aflatoxines. D'autre part, le recours aux systèmes d'irrigations pour palier à la sécheresse, le stress nutritionnel et les températures élevées sont des facteurs qui peuvent diminuer la présence d'aflatoxines. Une bonne maîtrise de l'irrigation pourrait réduire le nombre d'aflatoxines à 99%, a indiqué Paca (2013).

Les valeurs de concentration d'aflatoxines dans le riz local et importé ne dépassaient pas les limites réglementaires établies. Ces valeurs montrent un risque faible de survenu de problèmes sanitaires.

Cependant, avec une consommation moyenne en riz de 67,5 kg/tête/an, ces résultats de l'exposition n'excluent pas totalement un risque sanitaire pour la population sénégalaise dont le riz constitue un aliment de base. En plus, la présence d'autres sources potentielles d'aflatoxines dans les aliments qui accompagnent le riz peuvent augmenter considérablement le risque. Diedhiou et al. (2012) ont également rapporté pour l'arachide et produits arachidiers des niveaux de contaminations à l'aflatoxine dans un intervalle de [0,55-15,33 ppb]. Ces teneurs moyennes observées à la teneur maximale tolérable fixée à 2 µg/kg par le règlement CE N° 1881/2006.

Etant donné qu'aucune valeur de DJA n'a été retenue pour l'aflatoxine et qu'il a été préconisé de suivre le principe d'ALARA c'est-à-dire de réduire l'exposition à un niveau aussi faible que possible. Une DJT de 0,15 ng/kg de pc/j est fixé par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (EAT, 2004). Donc le risque n'est pas exclu du moment où l'aflatoxine est hautement cancérigène surtout avec sa forme B1 et que chaque exposition constitue un risque, souvent chronique.

## Conclusion

L'évaluation des risques sanitaires liés à la consommation du riz (local et importé) a permis d'identifier des dangers majeurs à savoir les aflatoxines. Ces concentrations ont été estimées respectivement à 0,445 µg/kg et à 0,509 µg/kg d'aflatoxine B1 et d'aflatoxine totale pour le riz local et à 0,1 µg/kg

d'aflatoxine B1 et totale pour le riz importé. Les concentrations étaient inférieures aux normes réglementaires établies l'Union européenne, les pays asiatiques, et le *Codex Alimentarius*. L'évaluation de l'exposition à ces dangers chez les consommateurs sénégalais de riz (local et importé) a indiqué que les quantités ingérées sont inférieures aux doses journalières admissibles. Néanmoins, la quantité importante de riz consommée par les sénégalais et la présence d'autres sources potentielles d'aflatoxines dans leur alimentation peuvent augmenter considérablement le risque.

#### CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

#### CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Ce travail a été réalisé en collaboration entre tous les auteurs. L'auteur ASD a conçu l'étude, a effectué l'analyse statistique. L'auteur BS a rédigé la première version du manuscrit et a corrigé l'analyse statistique. L'auteur MN a rédigé le protocole et a supervisé le travail. L'auteur BB a géré les analyses de l'étude. L'auteur MAFN a géré les recherches bibliographiques.

#### REMERCIEMENTS

Nos remerciements à l'Institut de Technologie Alimentaire du Sénégal (ITA), structure au sein de laquelle les analyses ont été effectuées. Ce travail est dédié à notre regrette Maître de stage M. Moussa Ndong.

#### REFERENCES

- AfricaAIMS (Africa Aflatoxin Information Management System), C-SAAP (Soutien du Plan D'action et d'Analyse des Aflatoxine) 2016. Results Updates on AfricaAIMS and C-SAAP.
- Ba S. 2017. Diversité des espèces d'*Aspergillus* de la section Flavi et contamination à l'aflatoxine du riz consommé au Sénégal. Mémoire de master. Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
- Codex 2013. CODEX 193-1995. CODEX general standards for contaminants and toxins in food and feed.
- Dieme E, Fall R, Sarr I, Sarr F, Traore D, Seydi M. 2016. Contamination des céréales par l'aflatoxine en Afrique : revue des méthodes de lutte existantes. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(5) : 2285-2299. DOI: 10.4314/ijbcs.v10i5.27
- EAT (Etudes de l'Alimentation Totale française) 2004. Mycotoxines, minéraux et éléments traces. p 20.
- Hathie I, Ndiaye OS. 2015. Etats des lieux des impacts des importations de riz sur la commercialisation du riz local. Rapport final IPAR p.35.
- Fofana-Diomande A, Kouakou KJM, Aka-Diemeleou C, Traore Ks Et Dembele A.2019. Exposition alimentaire aux mycotoxines cancérogènes dans le département de Séguéla (Nord-Ouest de la Cote d'Ivoire): cas de l'aflatoxine B1. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(2): 937-949. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.2>
- ISO 16050/2003. Produits alimentaires.

- Dosage de l'aflatoxine B1 et détermination de la teneur totale en aflatoxines B1, B2, G1 et G2 dans les céréales, les fruits à coque et les produits dérivés -- Méthode par chromatographie liquide à haute performance.
- Kane A, Ndir B, Sarr AB, DIOP N, Mané Y, Diack TS. 1991. Occurrence de l'aflatoxine B1 dans les principales denrées alimentaires vendues sur les marchés sénégalais. In *Alim et Nutr dans les Pays en Dév* (4ème journées internationales du GERM), Lemonnier D, Ingenbleek Y, Hennard Ph (eds) KARTHALA-ACCT-AUPELF: Paris; 143-148.
- Nguyen MT. 2007. Identification des espèces de moisissures, potentiellement productrices de mycotoxines dans le riz commercialisé dans cinq provinces de la région centrale du Vietnam. Etude des conditions pouvant réduire la production des mycotoxines. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, France, p. 147.
- PACA (Partenariat pour la lutte contre l'Aflatoxine en Afrique) 2015. Etude de l'impact économique des aflatoxines au Sénégal. Rapport final. Bioscope SARL, p. 82.
- PACA 2013. Stratégie du PACA 2013-2022. Partenariat pour lutter contre l'aflatoxine en Afrique, Commission de l'Union africaine, Addis-Abeba, Éthiopie 67 pages. <http://www.aflatoxinpartnership.org/>
- Piit JI, Hocking AD. 2009. Fungi and Food Spoilage. Springer Science + Business. eBook Packages Chemistry and Materials Science, edition 3 Pages XVI, 520.
- Ricoux C, Gasztowtt B. 2005. Evaluation des risques sanitaires liés à l'exposition de forts consommateurs de produits de la pêche de rivière contaminés par des toxiques de l'environnement. Ministère des Solidarités, de la Santé et de la Famille - Conseil supérieur de la Pêche - Agence de l'Eau Adour Garonne - Institut de Veille sanitaire; p.65.
- Sangare-Tigori B, Moukha S, Kouadio J, Betbeder AM, Dano S, Creppy EE. 2006. Co-occurrence of Aflatoxin B1, Fumonisin B1, Ochratoxin A and Zearalenone in cereals and peanuts in Côte d'Ivoire. *Food Additives and Contaminants*, 23(10): 1000-1007. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal00577568>.
- Shephard GS. 2008. L'évaluation des risques des aflatoxines dans les aliments en Afrique. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 25(10): 1246-1256. DOI: 10.1080/02652030802036222.