

EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES LIES AUX AFLATOXINES PAR LA CONSOMMATION DU RIZ A BAMAKO

ASSESSMENT OF HEALTH RISKS ASSOCIATED WITH AFLATOXINS BY CONSUMING RICE IN BAMAKO

FARMATA KORO YARO¹, aignay@yahoo.fr, MAHAMADOU SAKO², madoundjini@gmail.com,
OUSMANE KOITA³, okoita@icermali.org, GAOUSSOU KANOUTÉ⁴, contact@univ-km.ml

¹Laboratoire National des Eaux, Bamako, Mali, Tél : 66753786 / 76461435

²Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments, Bamako, Mali, Quartier du fleuve, Tel 66799979/77411288

³Laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée, Faculté des Sciences et Techniques, Campus de Badalabougou, Bamako, Mali Tel : 63638888,

⁴Université Kankou Moussa de Bamako, Hippodrome ex Lycée Sankoré, Tel : 69832310/ 76457001, Email :

Résumé

La salubrité des aliments est une préoccupation en santé publique. Pour protéger, il est indispensable d'évaluer la présence de contaminants dans les aliments de grande consommation telle que le riz. Ainsi, une enquête à l'aide d'un questionnaire a été réalisée auprès des vendeurs et des consommateurs de céréales pour une évaluation de la perception de la population par rapport aux contaminants. En même temps, 45 échantillons de riz ont été analysés pour déterminer le niveau de contamination par les aflatoxines. L'exposition des populations et le risque ont été évalués par la comparaison des expositions des consommateurs aux doses journalières admissibles définies par la réglementation. L'exposition de la population aux aflatoxines de Bamako a varié entre 24,608 ng / kg pc / j et 88,512 ng / kg pc / j. Etant donné qu'il n'existe pas de dose journalière tolérable pour les aflatoxines, les résultats de cette étude montrent que le risque d'exposition de la population de Bamako est faible.

Mots-clés : riz, aflatoxines, exposition, risque, Bamako

Abstract

Food safety is a big public health concern. It is really necessary to assess the presence of contaminant in the large consumed food products in order to protect the consumer health. Thus, for this assessment, a survey based in a questionnaire has been conducted from sellers and consumers of grain to appreciate the perception of the population related to food contaminants. At the same time, 45 rice samples have been analyzed to determine the level of contamination by aflatoxin. Exposure of populations and the risk has been assessed by comparison of consumers exposures to maximal limit accepted in the dairy rates by the food regulations. The population exposure to aflatoxins in Bamako has varied between 24,608 ng/kg bw /per day and 88,512 ng / kg bw / per day. Because of the absence of maximal limit of aflatoxin in the daily rates determined by the Codex Alimentarius Commission, and related to the public health and international trade, the study results have proved that the risk level of exposure of the population in Bamako to aflatoxin contamination is low.

Keywords: rice, aflatoxin, exposure, risk, Bamako

1. Introduction

Les aflatoxines sont des contaminants chimiques produites par les mycotoxines. Elles sont présentes naturellement et ont une large distribution et un haut pouvoir contaminant (Sall, 1998). Elles se développent sur de nombre cultures, notamment les céréales de base comme le riz. La contamination peut avoir lieu aux stades de production, de transformation et de conservation. Elles s'accumulent dans la chaîne alimentaire et peuvent dans certaines situations aboutir à des concentrations nocives pour la santé humaine et animale (Afssa, 2009). Les aflatoxines sont toxiques et surtout cancérogènes (Afssa, 2009). En 1960, dans le sud de l'Angleterre, les aflatoxines ont entraîné la mort de plus de 100 000 dindes (Afssa, 2009). Selon l'Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Aliments, la Tâche Européenne (SCOOP européenne) a estimé l'exposition moyenne de la population française à l'aflatoxine B1 à 1,3 ng /kg pc /j (Sall, 1998). Des intoxications aiguës au Kenya causant environ 123 décès ont été rapportées par le CDC d'Atlanta (Zinedine, 2004). Au Mali, les résultats de deux études (Berthé et al. 2009), (Koné et al. 2011) ont mis en évidence des teneurs élevées d'aflatoxines dans le maïs, le sorgho, le mil, le riz, l'arachide, le poisson fumé et le lait). Les teneurs dans le riz chez les producteurs ont varié entre 0 et 26,3 ppb (Koné et al. 2011) alors que les limites maximales fixées par le Règlement CE N°1881/2006 pour les céréales sont, ente 4 ppb et 10 ppb selon le produit et son stade de transformation. Chez les vendeurs de riz, la non-conformité a été de 100 % au niveau des ménages des régions de Tombouctou, Mopti, le District de Bamako (Koné et al. 2011).

De ce fait, l'évaluation du risque est indispensable, afin de prendre des dispositions qui sécuriseraient les consommateurs. L'évaluation du risque alimentaire est une évaluation scientifique des effets néfastes connus ou potentiels résultant d'une exposition humaine à des dangers d'origine alimentaire (Soubra, 2008).

Le riz, à la différence des autres céréales, est presque exclusivement réservé à l'alimentation humaine. Il constitue l'un des aliments de base pour les populations maliennes avec une consommation moyenne estimée à 81,61 kg/pers/an (Resakss et al. 2011). Si les études antérieures menées au Mali ont concerné l'évaluation de la qualité sanitaire du riz (contamination du riz par les contaminants chimiques), la présente a pour objet principal d'évaluer les risques liés aux aflatoxines par la consommation du riz.

Les objectifs spécifiques ont été de déterminer la perception de la population de Bamako sur les risques liés à la présence des contaminants dans le riz et l'exposition des consommateurs aux aflatoxines.

2. Matériel et méthodes

L'étude a été réalisée en 2013 à Bamako, la capitale du Mali. Important carrefour et centre commercial pour toutes les régions, elle bénéficie d'un climat tropical assez humide avec des précipitations annuelles de 878 mm avec une saison sèche et une saison des pluies bien marquées. La température minimale moyenne annuelle est de 21,5 °C et la maximale moyenne annuelle est 34,5 °C et une humidité relative maximale qui oscille entre 31 et 75 %.

Un tirage à trois niveaux pour le choix des sites (communes, quartiers, ménages ou marchés) a été effectué. Les unités statistiques ont été les ménagères, les vendeurs de riz, les échantillons de riz usiné (riz produit au Mali ou importé). Le matériel pour la collecte des données a été : les questionnaires pour la perception des enquêtés sur le risque, le sonde et les sacs en cretonne pour le prélèvement des échantillons, le broyeur de marque EKK/43. L'étude a

porté sur un échantillon de 299 ménagères calculé à partir de la formule de Schwartz et de 45 vendeurs de riz obtenus à partir d'un tirage aléatoire de 20 % de l'ensemble des vendeurs qui étaient présents sur les marchés principaux des trois communes retenues pour l'étude.

Les critères de non inclusion ont été les ménagères et les vendeurs de riz qui ont refusé ou qui ne n'ont pas été en mesure de répondre aux questions pendant la période de l'enquête. Au moment de la collecte des données, des informations détaillées sur les objectifs et le déroulement de l'étude ont été fournies aux adhérents afin d'obtenir leur consentement.

Pour examiner le niveau de contamination du riz par les aflatoxines, un échantillon par vendeur (soit 45 échantillons en tout) a été pris à l'aide d'une sonde pour prélèvement dans des sacs en cretonne. Après broyage avec le broyeur de marque EKK/43, ils ont été analysés par la technique ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) au laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Bamako. Cette technique est utilisée pour estimer la concentration des aflatoxines dans l'échantillon à tester. Elle repose sur le principe d'une réaction entre antigène (dans notre cas, les aflatoxines) et l'anticorps pour former un complexe antigène-anticorps.

Pour obtenir la densité des standards et des échantillons, le spectrophotomètre (Lecteur ELISA) a été utilisé à la longueur d'onde de 450 nm. Une courbe dose-réponse en utilisant les cinq standards a été construite. Puisque la quantité d'aflatoxine dans chaque standard est connue, les inconnues ont été mesurées par interpolation à partir de cette courbe standard. Les résultats ont été calculés à l'aide de la feuille de calcul Romer® Log / Logit obtenue sur demande.

L'étude est descriptive et évaluative basée sur la méthode de l'évaluation des risques du Codex Alimentarius qui est basée sur l'identification et la caractérisation du danger, l'évaluation de l'exposition et la caractérisation du risque.

Les données ont été analysées sur le logiciel Epi-Info 6.04. L'analyse statistique, de type descriptif, a été utilisée pour décrire la distribution des populations d'étude. Les variables quantitatives ont été présentées selon leurs moyennes et les extrêmes en fonction de la distribution. Les proportions ont été déterminées par variable. L'exposition a été calculée pour les consommateurs moyens et les grands consommateurs (95^{ème} percentile). Elles sont obtenues à partir du croisement des données de consommation (moyenne et 95^{ème} percentile) et de contamination (dispositions de la Commission du Codex Alimentarius FAO/WHO, 1985), divisé par un poids corporel estimé par défaut à 60 kg pour les adultes et 30 kg pour les enfants. Deux hypothèses ont été retenues afin d'évaluer les expositions : (i) une hypothèse basse qui minore les teneurs et (ii) une hypothèse haute qui majore les teneurs. Selon la méthode de l'évaluation des risques du Codex Alimentarius, la caractérisation du risque a été faite en comparant l'exposition de cette population aux valeurs toxicologiques de références (VTR). Si la VTR est dépassée, alors un risque pour la santé ne peut être exclu. Si l'on n'observe pas de dépassement de la VTR avec l'hypothèse haute, alors tout risque peut-être écarté.

3. Résultats

Description de la population au niveau des ménages

Tableau I : Répartition des consommateurs enquêtés selon le sexe

Sexe	Pourcentage
Féminin	276
Masculin	23
Total	299

Les consommateurs enquêtés au niveau des ménages sont en majorité des femmes.

Tableau II : Répartition des enquêtés selon le niveau d'instruction

Niveau d'instruction	Pourcentage (N=299)
Non scolarisé	32,4
Primaire	29,4
Secondaire	26,4
Supérieur	11,17
Total	100%

La plupart des enquêtés était scolarisé. Parmi eux se trouvaient tous les niveaux d'instruction.

Description de la population selon leur habitude alimentaire

Tableau III : Répartition des enquêtés par rapport à la consommation du riz

Consommation du riz	Pourcentage (n = 299)
Oui	94
Non	6
Total	100

Le riz est consommé par la majorité des ménages enquêtés.

Tableau IV : Répartition des enquêtés selon la fréquence de consommation de riz par jour

Fréquence	Pourcentage (n =299)
1 fois	59,9
2 fois	39,8
3 fois	0,3
Total	100

Le riz est consommé au moins une fois par jour par plus de la moitié des répondants.

Description de la population d'étude selon leur perception sur les contaminants

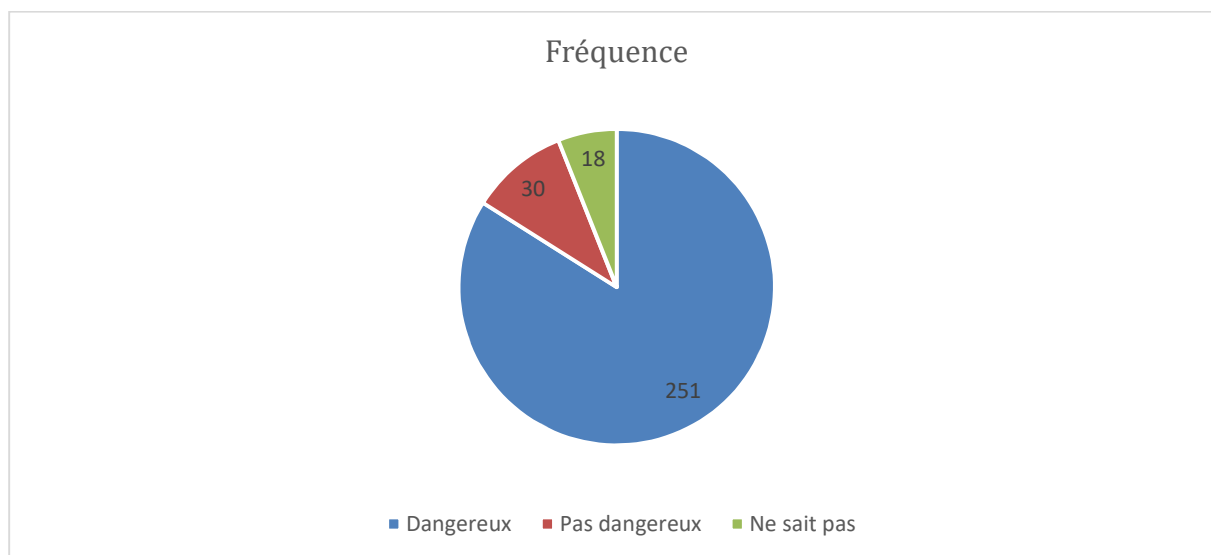


Figure 1 : Répartition des enquêtés par rapport à leur perception sur la dangerosité des contaminants

Les enquêtés en grande partie sont conscients de la dangerosité des contaminants.

Description des vendeurs de riz

Tableau 7 : Répartition des vendeurs selon l'âge

Tranche d'âge	Pourcentage
25 – 35 ans	19,40
36 – 45 ans	52,20
46 -61 ans	28,40
Total	100

L'âge moyen des vendeurs enquêtés a été de 42 ans.

Tableau 8 : Répartition des vendeurs enquêtés selon le sexe

Sexe	Pourcentage
Féminin	2,2
Masculin	97,8
Total	100

La majorité des vendeurs étaient masculin

Tableau 9 : Répartition des vendeurs enquêtés selon leur niveau d'instruction

Niveau d'instruction	Pourcentage
Non scolarisé	39,1
Primaire	41,3
Secondaire	10,9
Supérieur	8,7

Total	100
--------------	-----

La majorité des enquêtés ont reçu une formation allant du niveau primaire au supérieur.

Tableau 10 : Répartition des vendeurs enquêtés selon le mode de stockage du riz

Mode de stockage	Pourcentage
Magasin aéré disposé /palette	10,9
Magasin non aéré disposé/palette	4,3
Magasin aéré disposé/sol	43,5
Magasin non aéré disposé/sol	23,9
Grenier	2,2
Sous un hangar/palette	8,7
Sous un hangar/sol	6,5
Total	100

Le riz a été stocké dans des emplacements aérés dans la plupart des cas.

Tableau 11 : Répartition des vendeurs enquêtés selon leur connaissance des types de contaminants du riz

Connaissance des types de contaminants du riz	Pourcentage
Insectes	6,52
Insectes, moisissures et produits chimiques	2,20
Moisissures	45,65
Moisissures et insectes	21,74
Moisissures et produits chimiques	4,30
Produits chimiques	17,39
Produits chimiques et insectes	2,20
Total	100

Les moisissures et les insectes sont les contaminants les plus connus par la majorité des vendeurs.

Tableau 12 : Connaissance des vendeurs enquêtés par rapport à la dangerosité des contaminants

Dangerosité des contaminants	Pourcentage
Dangereux	88,6
Pas dangereux	2,3
Ne sait	9,1
Total	100

La majorité des enquêtés ont affirmé que les contaminants sont dangereux pour la santé des consommateurs.

Niveau de contamination des échantillons par les aflatoxines

Tableau 13 : Occurrence des Aflatoxines dans les échantillons de riz analysés pendant l'étude

Céréale	Quantité échantillons	Positifs	Concentration moyenne (µg / kg)	Fourchette (µg / kg)	Non conformes	(%) Echantillons conformes	Limites admissibles (µg / kg)
Riz local	23	09	4,32	0 - 47,95	02	91,30	10
Riz importé	22	02	0,40	0 - 3,94	00	100	
Ensemble	45	11	2,41	0 - 47,95	02	95,56	

Les teneurs en Aflatoxine étaient plus élevées dans les échantillons de riz local que le riz importé. Il existait une différence statistiquement élevée de la concentration en Aflatoxines entre le riz local et le riz importé $p=0,0027$ (t-test de Mann Whitney).

En considérant la limite maximale (LM) de 10 µg / kg d'Aflatoxines totales (B1+B2+G1+G2) pour les céréales brutes, la majorité des échantillons ont eu une concentration conforme à la limite maximale acceptable.

Estimation de l'exposition

Tableau 17 : Exposition aux aflatoxines du riz chez les adultes et les enfants

Scénario	Teneur moyenne (µg / kg)	Consommation moyenne (g/AME/j)	Consommateurs P95 (g/AME/j)	Expos moyenne (ng / kg pc / j)		Expos P95 (ng / kg pc / j)	
				Adulte	Enfant	Adulte	Enfant
Hypothèse Basse	1,826	808,6	1440	24,608	49,216	43,824	87,648
Hypothèse Haute	1,844	808,6	1440	24,850	49,701	44,256	88,512

Note : P95 : 95^{ème} percentile

g/AME/j : gramme adulte mâle équivalent/jour

ng / kg pc / j : nano gramme par kilogramme de poids par jour

Les résultats montrent une exposition des consommateurs aux aflatoxines par la consommation du riz. Cependant il n'y a pas de différence remarquable entre les expositions en hypothèses haute et basse.

Caractérisation du risque

Tableau 18 : Estimation de cas de cancer du foie/an/100 000 personnes

Scénario	Expos moy (ng / kg pc / j)		Expos P95 (ng / kg pc / j)		Risque de cas de cancer du foie/an/ 100 000 personnes à Bamako			
	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Moyenne		P95	
					Adulte	Enfant	Adulte	Enfant
Hypothèse basse	24,608	49,216	43,824	87,648	1,47	2,95	2,62	5,25
Hypothèse haute	24,850	49,701	44,256	88,512	1,49	2,98	2,65	5,31

Note : Même abréviation que dans le tableau 17

Le risque lié aux Aflatoxines par la consommation du riz à Bamako est peu significatif.

4. Discussion

La population de l'étude est en majorité des femmes au niveau des consommateurs et des hommes au niveau des vendeurs de riz avec respectivement une tranche d'âge comprise entre (33 – 58 ans) et (36 – 45 ans). Par rapport à la perception de la population sur les contaminants et les dangers qui leurs sont liés, les enquêtés ont affirmé connaître les contaminants du riz avec 78% pour les consommateurs et 87% pour les vendeurs. Les dangers y afférant ont été approuvés par 83,9% des ménages et 88% des vendeurs.

Les aflatoxines ont été trouvées à des concentrations variant entre 00 et 3,94 $\mu\text{g} / \text{kg}$ pour le riz importé et de 0 à 47, 95 $\mu\text{g} / \text{kg}$ pour le riz local, avec respectivement une moyenne de 0, 40 $\mu\text{g} / \text{kg}$ et 4, 32 $\mu\text{g} / \text{kg}$. Il est à noter une corrélation entre le pourcentage d'échantillons conformes, le mode de stockage et la perception de la population de l'étude par rapport aux contaminants. En référence aux limites maximales admises par le règlement 1881/2006/CE qui sont 4 ou 10 $\mu\text{g} / \text{kg}$ pour les céréales selon leur stade de transformation, 95,56 % des échantillons étaient conformes. Nous constatons une diminution de la contamination du riz analysé au cours de cette étude relativement aux résultats de celle réalisée en 2011 [7] où la concentration moyenne en aflatoxines des échantillons de riz importé était de 242 $\mu\text{g} / \text{kg}$ avec un minimum de 184,2 $\mu\text{g} / \text{kg}$ et un maximum de 347 $\mu\text{g} / \text{kg}$.

Les expositions en hypothèse basse ont varié entre 24,608 ng / kg pc / j pour les adultes et 49,216 ng / kg pc / j pour les enfants chez les consommateurs moyens et entre 43,824 ng / kg pc / j et 87,648 ng / kg pc / j chez les grands consommateurs (P95). À l'égard du principe du scénario protecteur, qui majore les expositions avec l'hypothèse haute, les expositions moyennes de la population de cette étude aux aflatoxines sont de 24,850 ng / kg pc / j chez les adultes et 49,701 ng / kg pc / j chez les enfants. Au 95e percentile, elles sont de 44,256 ng / kg pc / j chez les adultes et 88,512 ng / kg pc / j chez les enfants. Elles sont inférieures à celles de la Gambie (4 – 115 ng/kg pc/j), du Kenya (4 – 133 ng/kg pc/j), du Mozambique (39 – 180 ng/kg pc/j), du Nigéria (139 – 227 ng/kg pc/j). En revanche, elles sont supérieures à celles de l'Afrique du Sud (0 – 17ng/kg pc/j), de l'Ethiopie (1 – 36 ng/kg pc/j), de la République démocratique du Congo (0 – 27 ng/kg pc/j), de la Tanzanie (0 – 50 ng/kg pc/j) et du Zimbabwe (18 – 43 ng/kg pc/j) (Christopher et al. 2015).

L'exposition de la population de cette étude semble très élevée comparée aux expositions de la population française qui sont en hypothèse basse pour les consommateurs moyennes 0,0019 ng / kg pc / j chez les adultes et 0,0013 ng / kg pc / j chez les enfants. Au 95e percentile, elles sont estimées respectivement à 0,012 ng / kg pc / j et 0,008 ng/kg pc/j. En l'hypothèse haute, la moyenne est 0,89 ng / kg pc / j chez les adultes et 1,56 ng / kg pc / j chez les enfants. Au 95e percentile, elle est respectivement de 1,54 ng / kg pc / j et 2,96 ng/kg pc/j (étude alimentation totale française Tome 1) [Anses, 2011).

Le risque d'exposition aux aflatoxines de la population de Bamako ne peut pas être exclu étant donné que le Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires (JECFA) et le Comité scientifique de l'alimentation humaine de l'Union européenne (SCF) n'ont pas fixé de dose journalière tolérable (DJT). En effet, ces substances présentant des effets cancérigènes génotoxiques sans seuil, la seule approche réaliste est de réduire l'exposition à un niveau aussi faible que possible (FAO/OMS, 2013).

En faisant une extrapolation sur les 0,85 millions de la population adulte de Bamako avec un taux de prévalence de l'hépatite B estimé à 16%, le nombre de cas de cancer lié à l'ingestion des aflatoxines via la consommation du riz a varié de 12,49 à 22,52 cas/an. Ce résultat est

confirmé par les 150 cas pour 6,9 millions d'adultes rapportés par les registres nationaux de santé publique pour le Mali d'où 22 cas de cancer (toutes origines confondues) par an /million d'adulte (INSTAT, 2011).

Au-delà des études antérieures réalisées par l'ANSSA (Berthé et al. 2009), (Koné et al. 2011), relatives à une évaluation de la qualité sanitaire des aliments, les résultats de cette étude ont démontré une exposition de la population de Bamako aux aflatoxines par la consommation du riz.

Les résultats de cette étude constituent une base de données pour l'analyse des risques alimentaires et mettent à la disposition des gestionnaires de risques des informations pour la prise de décisions. Cette étude s'est limitée à l'évaluation du risque par la consommation du riz. L'exposition alimentaire générale des consommateurs maliens et l'identification des grands contributeurs d'aliments à l'exposition, en tenant compte de l'ensemble des aliments consommés par jour sont indispensables.

5. Conclusion

Les résultats de cette étude ont estimé les expositions pour les consommateurs moyens à 24,850 ng / kg pc / j chez les adultes et 49,701 ng / kg pc / j chez les enfants, au 95^{ème} percentile, elles sont 44,256 ng / kg pc / j chez les adultes et 88,512 ng / kg pc / j chez les enfants. Une dose journalière admissible n'ayant pas été définie par la réglementation à cause de la toxicité des aflatoxines, le risque d'exposition des consommateurs ne peut être exclu. Au vu des quantités de riz consommé, de la fréquence et de la durée de consommation, une analyse des risques alimentaires est indispensable pour préserver la santé des consommateurs.

Références

AFSSA ; Évaluation des risques liés à la présence de mycotoxines dans les chaînes alimentaires humaine et animale, *rapport final* mars 2009, pp 43 ;

ANSES : Contaminants inorganiques, minéraux, polluants organiques persistants, mycotoxines, phyto-estrogènes, Rapport d'expertise, *Étude de l'alimentation totale française 2 (EAT 2) Tome 1*, 2011, pp 41-42 ;

BERTHE A, TOURE H, KONATE D, DIANKA R, TOURE O, SAKO M, Identification et caractérisation des risques liés à la présence des mycotoxines dans les denrées alimentaires au Mali : cas du maïs, du sorgho, du mil, du riz, de l'arachide, du poisson fumé et du lait commercialisés dans le District de Bamako. *Rapport ANSSA*, 2009 ;

CHRISTOPHER P. WILD, DAVID MILLER J, et GROOPMAN JOHN D. Lutte contre les mycotoxines dans les pays à revenu faible et intermédiaire, Rapport groupe de travail CIRC 2015 N°9, page 2 ;

FAO/OMS. Comité du codex sur les contaminants dans les aliments. Document de discussion sur les Aflatoxines dans les céréales. *Septième session Moscou, Fédération de Russie 8-12 avril 2013* ;

INSTAT. Recensement Général de la Population et de l'Habitat du Mali (RGPH), résultat démographique, *INSTAT 2011* ;

KONE S, YARO F K, DIALLO A, KONATE Y, SAKO M : Evaluation de la qualité sanitaire du riz consommé au Mali, *rapport d'étude ANSSA*, Bamako 2011, pp 59-64 ;

Règlement CE N°1881/2006. Portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires. *Commission du 19 décembre 2006*

RESAKSS, MSU, and Syngenta. Etude sur la consommation alimentaire en Afrique de l'ouest. *Rapport de synthèse*, 2011, pp 39 ;

SALL A. Recherche et dosage des Aflatoxines dans les pâtes d'arachide alimentaires, thèse Pharm. Dakar 31 juillet 1998, pp 2-21 ;

SOUBRA L Evaluations scientifiques des risques toxiques liés à certaines substances chimiques (additifs alimentaires) et contaminants (mycotoxines). *Thèse Doctorat Agro Paris Tech*, 22 février 2008, pp 81-84 ;

ZINEDINE A, détermination des mycotoxines dans les aliments et étude de la réduction des aflatoxines par les bactéries lactiques isolées des ferments panaires traditionnels. *Thèse doctorat*, Fès, 2004, pp 21 – 44.