REPUBLIQUE DU SENEGAL

Un Peuple – Un But – Une Foi







Etude de l'impact économique des aflatoxines au Sénégal

Rapport final







Août 2015



Bioscope SARL — 2 ——

Etude réalisée par le Cabinet Bioscope SARL& Experts associés

Villa N°7 Cité Harrisson Ouest Foire, Dakar-Sénégal

Tél.: +221 33 820 40 38; site web: www.bioscope-sn.com

Dr Papa Madiallacké DIEDHIOU, Phytopathologiste, expert associé

Email: anifane@gmail.com

Dr Idrissa WADE, agroéconomiste, expert associé

Email: idrissa.wade@gmail.com

M. Babacar SAMB, spécialiste sécurité sanitaire des aliments, Chef de mission

Email: bioscope@arc.sn

Site web: www.bioscope-sn.com

TABLE DES MATIERES

A	CRON	<u>YMES</u>	<u>5</u>
L	ISTE I	DES FIGURES	7
1	RES	UME EXECUTIF	9
2	CON	TEXTE	12
<u>=</u>	<u>CO1</u>	ILATE	······································
3	OBJ	ECTIF PRINCIPAL DE L'ETUDE	13
	~~		
4	SYN	THESE DE LA LITTERATURE	13
5	APP	ROCHE METHODOLOGIQUE	17
	5.1	CADRE D'ANALYSE	17
	5.1.1	Etape 1 : détermination de la prévalence	
	5.1.2	Etape 2 : estimation du niveau d'exposition	
	5.1.3	Etape 3 : évaluation de l'impact par secteur	
	5.1.4	Etape 4 : détermination de l'impact économique	
	5.2	DEROULEMENT DE L'ETUDE	
	0.2	DEROCEENENT DE ETODE	
6	DEC	ULTATS DE LA MISSION	26
<u>6</u>	KES	ULTATS DE LA WISSION	20
	6.1	CADRE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	26
	6.1.1	Gouvernance du système de sécurité sanitaire des aliments	
	6.1.2	Organisation et exécution des contrôles officiels	
	6.1.3	Plan de surveillance et de contrôle des aliments	
	6.1.4	Situation opérationnelle des laboratoires d'analyse	29
	6.2	DETERMINATION DES PREVALENCES DES AFLATOXINES	
	6.2.1	Prévalences des aflatoxines pour l'arachide	31
	6.2.2	Prévalences des aflatoxines pour le maïs	35
	6.2.3	Prévalences des aflatoxines pour le riz	40
	6.3	ESTIMATION DE L'EXPOSITION DES POPULATIONS AUX AFLATOXINES	42
	6.3.1	Arachide	42
	6.3.2	Maïs	48
	6.3.3	Riz	53
	6.3.4	Niveau d'exposition	56
7	ANA	LYSE DE L'IMPACT DES AFLATOXINES	60
	7.1	IMPACT SUR LA SANTE	60

7.2	IMPACT ECONOMIQUE	68
<u>CONCL</u>	LUSIONS ET RECOMMANDATIONS FINALES	71
ANNEX	KE 1 - BIBLIOGRAPHIE	80
ANNEX	XE 2- WEBOGRAPHIE	82

Acronymes

ANCAR	Agence Nationale de Conseil Agricole et Rural			
ANSD	Agence Nationale des Statistiques et de la Démographie			
ASN	Association Sénégalaise de Normalisation			
ATWG	Aflatoxine Technical Working Group (groupe technique de travail sur les aflatoxines)			
ССРА	Commission de Contrôle des Produits Alimentaires			
CDC	Centre pour le Contrôle des Maladies (Center for Disease Control)			
CEDEAO	Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest			
CIRAD	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement			
3 C Ivoire	Création du Comité National de Coordination des actions pour la Sûreté des Aliments en Côte d'Ivoire			
CNCA	Comité National du Codex Alimentarius			
CNIA	Comité National Interprofessionnel de l'Arachide			
DALY	Années de Vie Corrigées de l'Incapacité ou AVCI (Disability-Adjusted Life Years)			
DAPSA	Direction de l'Analyse, de la Prévision et des Statistiques Agricoles			
DASS	Direction de l'Action Sanitaire et Sociale			
DCCQ	Division de la Consommation et du Contrôle de Qualité			
DCI	Direction du Commerce Intérieur			
DIPA	Déclarations d'Importation des Produits Alimentaires			
DITP	Direction des Industries de Transformation des Pêches			
DPV	Direction de la Protection des Végétaux			
DSCS	Division de la Consommation et de la Sécurité des Consommateurs			
DSV	Direction des Services Vétérinaires			
FDA	Food and Drug Administration			
FED	Fonds Européen de Développement			
FNRAA	Fonds National de Recherche Agricoles et Agroalimentaire			
FVO	Food Veterinary office			
GBD	BD Global Burden of Disease			

НАР	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques		
HBV	Hépatite B Virale		
НСС	Hepatocellular carcinome		
INPHB	Institut National Polytechnique – Houphouët Boigny (Yamoussoukro-Côte d'Ivoire)		
IITA	International Institute of Tropical Agriculture		
ITA	Institut de Technologie Alimentaire		
JECFA	Comité scientifique mixte FAO / OMS d'experts sur les additifs alimentaires		
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques		
OMS	Organisation Mondiale de la Santé		
PA	Préférences Annoncées		
PACA	Partnership for Aflatoxin Control in Africa) « Partenariat pour la lutte contre l'Aflatoxine en Afrique »		
PCN	Plan de Contrôle National		
PCNP	Plan de Contrôle National Pluriannuel		
PNDS	Plan National de Développement Sanitaire		
PR	Préférences Révélées		
PRACAS	Programme de Relance et d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise		
PSE	Programme Sénégal Emergent		
PSPC	Plan de surveillance et Plan de contrôle		
SAED	Société d'Aménagement.et d'Exploitation des terres du Delta du fleuve Sénégal		
SNH	Service National de l'Hygiène		
UDA	Unité de décorticage artisanal		
UE	Union Européenne		
UEMOA	Union Economique et Monétaire Ouest Africaine		
VSL	Value of Statistical Life (Valeur Statistique de la Vie humaine)		
WTP	Willingness to Pay (Consentement à Payer)		
YLD	Years Lost due to Disability (Années Vécues avec de l'Incapacité ou AVI)		
YLL	Years of Life Lost (Années de Vie Perdues ou AVP)		

Liste des figures

Figure 1: Cadre conceptuel d'évaluation des impacts liés aux aflatoxines	17
Figure 2 : Carte des régions du Sénégal	19
Figure 3 : carte des zones agroclimatiques du Sénégal	19
Figure 4: Méthodes d'évaluation de la valeur statistique de la vie humaine	23
Figure 5: Évolution de la production et des surfaces cultivées en arachide de 1961 à 2013	31
Figure 6 : Quantité d'arachide à déclassifier au niveau national au seuil de 4 ppb	
Figure 7: Quantité d'arachide concernée au niveau national au seuil de 20 ppb	
Figure 8: Distribution (zone sahélienne) de la teneur en aflatoxine pour l'arachide	
Figure 9: Distribution (zone soudanienne) de la teneur en aflatoxine pour l'arachide	
Figure 10: Distribution (soudano-sahélienne) de la teneur en aflatoxine pour l'arachide	35
Figure 11: Évolution de la production et des surfaces cultivées en maïs de 1961 à 2013	 36
Figure 12: Répartition de la production de maïs de 2006 à 2014 en fonction des régions	 37
Figure 13: Quantité de maïs concernée au niveau national qui serait impropre à l'alimentation humaine au	– seuil
de 4 ppb	38
Figure 14: Quantité de maïs concernée au niveau national qui serait impropre à l'alimentation humaine au	seuil
de 20 ppb	38
Figure 15: Distribution (soudanienne) de la teneur en aflatoxine pour le maïs	39
Figure 16: Distribution (zone soudano-sahélienne) de la teneur en aflatoxine pour le maïs	39
Figure 17: Évolution de la production et des surfaces cultivées en riz de 1961 à 2013	
Figure 18: Répartition de la production de riz de 2006 à 2014 en fonction des régions	
Figure 19: Chaine de valeur de l'arachide au Sénégal	43
Figure 20: Plants d'arachides arrachés	44
Figure 21: Chaîne de valeur du maïs au Sénégal	
Figure 22: Chaîne de valeur du riz au Sénégal	- 4
Figure 23: Teneur en aflatoxine dans l'huile de trituration artisanale au Sénégal	
Figure 24: Teneur en aflatoxine des chocolats à base d'arachide faits au Sénégal	
Figure 25: Teneur en aflatoxine total de l'arachide consommée par jour/individu	
Figure 26: Teneur en aflatoxine total de maïs consommé par jour/individu	 60
Figure 27: Teneur en aflatoxine d'un système d'alimentation incluant l'arachide et le maïs produits au Séné	– égal
(μg/individu)	_ 60
Figure 28 : Variation de la teneur en adduits d'aflatoxine dans l'albumine du sang de personnes consomma	nt
peu d'arachide	61
Figure 29: Variation de la teneur en adduits d'aflatoxine dans l'albumine du sang de personnes consommar	nt
beaucoup d'arachide	_ 61
Figure 30: Variation de la teneur en adduits d'aflatoxine dans l'albumine du sang de personnes consommar	ıt du
maïs moins de 4 fois par semaine.	62
Figure 31: Variation de la teneur en adduits d'aflatoxine dans l'albumine du sang de personnes consommar	ıt du
maïs plus de 4 fois par semaine	62
Figure 32 : Taux d'aflatoxine dans le sang par combinaison d'une faible quantité d'arachide et d'une faible	?
quantité de maïs	63
Figure 33: Taux d'aflatoxine dans le sang par combinaison d'une forte quantité d'arachide et d'une forte	
quantité de maïs	63
Figure 34 : Nombre de cas de cancers pour 100 000 habitants	65
Figure 35: Variation du nombre de cancers du foie selon l'exposition à l'aflatoxine au Sénégal	_ 66
Figure 36 : Variation des années de vie corrigées de l'incapacité liées au cancer du foie au Sénégal	_ 67
Figure 37 : Niveau de contamination des tourteaux sénégalais	69

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caracteristiques descriptives de l'evolution de la production, des surfaces cultivees et du renden	
de l'arachide durant la période allant de 1961 à 2013	
Tableau 2: Taux de contamination au niveau national et quantité de la production d'arachide affectée	
Tableau 3: Taux de contamination de l'arachide par zone agroclimatique	_ 34
Tableau 4: Niveaux de contamination de l'arachide par zone agroclimatique	_ 34
Tableau 5 : Caractéristiques descriptives de l'évolution de la production, des surfaces cultivées et du renden	
du maïs durant la période allant de 1961 à 2013	_ 36
Tableau 6: Taux de contamination au niveau national	_ 38
Tableau 7: Proportion de maïs à teneur en aflatoxine supérieure aux seuils de 4 ppb et 20 ppb par zone	
	_ 39
Tableau 8: Caractéristiques descriptives de l'évolution de la production, des surfaces cultivées et du rendem	
du riz durant la période allant de 1961 à 2013	_ 41
du riz durant la période allant de 1961 à 2013	_ 45
Tableau 10: Liste des plats à base d'arachide consommés dans le centre du Bassin arachidier (source : Diene	',
2015)	_ 48
Tableau 11: Répartition de la production du maïs local	_ 49
Tableau 12: Répartition de la production du riz local au Sénégal	_ 53
Tableau 13: Teneur en aflatoxine de différents aliments au Sénégal	_ 57
Tableau 14: Quantité équivalente d'arachide et de maïs ingérée par la consommation de ces plats	
Tableau 15: Distribution des quantités d'arachide et de maïs et conséquemment d'aflatoxine ingérées par jo	our
au Sénégal	_ 59
Tableau 16: Quantité de maïs ingéré par jour à travers l'alimentation au Sénégal	_ 59
Tableau 17 : Aflatoxine dans le sang selon la consommation d'arachide et de maïs	
Tableau 18 : Teneur en aflatoxine selon les combinaisons de consommation arachide et maïs	
Tableau 19: Données de focus groupes sur la consommation d'arachide et de maïs au niveau des régions du	_
Sénégal	
Tableau 20: Niveau de consommation du maïs et de l'arachide dans les régions	_ 64
Tableau 21: Nombre de cancers du foie par région au Sénégal en fonction de l'exposition à l'aflatoxine	
Tableau 22 : Données de cancers du foie au Sénégal comparativement à certains pays africains	
Tableau 23 : Incidence du cancer du foie en fonction de l'âge et du sexe de la population	_
Tableau 24: Age au début de la maladie	_
Tableau 25: DALY Calculator: Health impact of aflatoxin contamination in Senegal : (DALYs from HCC)	
Tableau 26: Estimation de l'impact économique lié à la santé	_
Tableau 27: Coût lié à l'application des seuils de référence pour la chaîne de valeur arachide	
Tableau 28: Coût lié à l'application des seuils de référence pour la chaîne de valeur maïs	_ 70

Bioscope SARL —————————————————————9

1 Résumé executif

Le Centre pour le Contrôle des Maladies (Center for Disease Control, CDC) estime que 4,5 milliards de personnes sont chroniquement exposées à l'aflatoxine dans leurs régimes alimentaires. Le CDC et l'Organisation Mondiale de la Santé estiment qu'environ 80% des cas de cancer du foie sont liés à la consommation d'aliments contaminés par l'aflatoxine comme le maïs et l'arachide. Contrairement aux autres maladies d'origine alimentaire telles que le choléra, les salmonelles et les maladies zoonotiques, l'importance de la prise en charge des risques liés aux aflatoxines n'est pas encore bien appréciée.

C'est ainsi qu'avec le soutien de Meridian Institute et grâce au financement de la Fondation Bill et Melinda Gates, du Département pour le Développement International du Royaume Uni et de l'Irlande du Nord, le Partenariat pour la lutte contre les Aflatoxines en Afrique (PACA) en collaboration avec le Gouvernement du Sénégal a commandité cette étude visant à permettre d'évaluer l'ampleur au plan économique de la problématique des aflatoxines. L'étude a pour objectif i) de réviser les systèmes de sécurité sanitaire des aliments du Sénégal et de contribuer à l'évaluation des impacts de l'aflatoxine sur les chaines de valeur pour les spéculations ciblées, ii) de développer et utiliser un cadre de travail pour évaluer le coût des aflatoxines sur la santé, le commerce et l'agriculture, iii) de contribuer à l'élaboration des politiques et/ou des programmes et stratégies de lutte contre les aflatoxines dans le moyen terme.

Pour mener à bien cette étude un cadre d'analyse a été développé par les experts et associés du Cabinet Bioscope ; il facilite la capture des informations disponibles à partir de données, de la documentation et des ressources existantes ; il permet aussi d'identifier les insuffisances et lacunes à combler, par rapport à la finalité de l'étude qui vise à développer une stratégie de lutte contre les aflatoxines. En concertation avec le groupe technique de travail sur les aflatoxines (ATWG) et le point focal national de la sécurité sanitaire conformément aux orientations des départements ministériels concernés du pays et en tenant compte de l'importance économique de la quantité de production, d'importation et/ou d'exportation, l'étude a porté sur les chaînes de valeur de l'arachide, du maïs et du riz. Ce cadre d'analyse permet de déterminer la prévalence des aflatoxines sur ces cultures, les niveaux d'exposition et les impacts sur la santé, l'agriculture, le commerce et l'économie du Sénégal liés aux aflatoxines.

L'analyse du cadre législatif et réglementaire a permis de montrer que le cadre juridique est caractérisé par un certain nombre de textes fondamentaux de portée générale, dont certains datent de la période précédant l'indépendance. Le contrôle des aliments est réparti entre plusieurs autorités compétentes placées sous la tutelle de différents ministères. Des efforts remarquables ont été réalisés ces dernières années au niveau des différents départements ministériels ; cependant, l'absence d'une claire délimitation des attributions et des mandats des autorités compétentes et de leurs services de contrôles ne favorise pas une gestion performante des contrôles officiels des risques sanitaires liés aux aliments. En dehors des activités de certification phytosanitaire des végétaux et produits végétaux par la DPV et de certification sanitaire des produits halieutiques destinés à l'exportation par la DITP, les rôles

Bioscope SARL ——————————————————————10

et responsabilités des services de contrôles officiels et leur coordination dans la mise en œuvre laissent à désirer. Les textes réglementaires méritent pour la plupart d'être actualisés sur plusieurs points. Plusieurs décrets d'application sont manquants. La réglementation actuelle ne prend pas en charge de manière pertinente certains contaminants importants tels que les mycotoxines et les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et les enjeux de traçabilité des aliments.. Concernant l'organisation et l'exécution des contrôles officiels, les capacités d'analyses des aflatoxines sont relativement limitées et concentrées à Dakar où la quasi-totalité des prestations est réalisée par le laboratoire des mycotoxines de l'Institut de Technologie Alimentaire. Outre les travaux de recherche initiés par l'Institut, les analyses d'aflatoxines réalisées par le laboratoire proviennent essentiellement de certains industriels (fabricants de chocolats, de pate d'arachides, aliments de bétail, ...). Le seul dispositif formalisé dans lequel un plan de contrôle des aflatoxines, des résidus de pesticides et de l'état phytosanitaire des arachides a été mis en place fait suite au protocole d'accord signé entre le Ministère en charge de l'agriculture au Sénégal et l'Administration générale de la supervision de la qualité, de l'inspection et de la quarantaine de la République de Chine.

Concernant la prévalence aux aflatoxines, les données collectées ont permis d'établir pour l'arachide que près du quart de la production est contaminé dans la zone sahélienne, plus du tiers en zone soudanienne et près de la moitié en zone soudano-sahélienne. La zone sahélienne présente le niveau moyen de contamination en aflatoxine de l'arachide le plus faible, inférieur à 4 ppb. Dans les zones soudanienne et soudano sahélienne, ce niveau est en moyenne supérieur au seuil de 20 ppb. Pour le maïs, la proportion de produits contaminée dans la zone soudanienne est faible avec des teneurs en aflatoxines en dessous des standards européens et américains ; par contre en zone soudano-sahélienne, plus du quart de la production est contaminée avec des teneurs en aflatoxines à 90% supérieurs au seuil de 20 ppb. Ces taux ne concernent que la production nationale. Aucune donnée de contamination n'est disponible à ce jour pour le maïs importé dont les quantités sont supérieures à la production nationale. Pour le riz, malgré son importance, les données de contamination ne sont pas disponibles tant sur la production nationale que sur le riz importé. Pourtant, des études récentes dans la sous-région montrent des niveaux de contamination aux mycotoxines relativement importante dans le riz (CIRAD, INPHB, 3 C Ivoire, 2015).

Concernant l'exposition, le niveau varie en fonction des zones agroclimatiques et de la période de l'année. La consommation de maïs seul expose à des niveaux de 6,4 à 192 ppb, celle d'arachide de 3 à 101 ppb. La consommation combinée de l'arachide et du maïs dans un même régime alimentaire conduit à l'ingestion de 11,7 à 200 ppb d'aflatoxine. Il ressort de l'analyse que c'est dans les zones à forte consommation d'arachide et de maïs que les teneurs en aflatoxine dans le sang les plus élevées. En examinant de plus l'incidence par région, on se rend compte que dans les régions de Dakar, Saint Louis et Matam, l'incidence de cancers du foie est la plus faible (3 à 6 cas de cancer pour 100 000 habitants). Les zones de production et de consommation d'arachide et/ou de maïs (Kaolack, Kaffrine, Tambacounda, Kédougou) sont les régions où l'incidence de cancers de foie est la plus élevée (10 à 17 cas de cancers pour 100 000 habitants). Une analyse plus fine avec un modèle de simulation sur la base de ces données permet de situer le nombre de cancer du foie au Sénégal entre 1057 et 1477 personnes par an. Les effets sur la mortalité et la morbidité estimés en déterminant le DALY montrent qu'en moyenne plus de 98 300 années de bonne santé sont perdues chaque an par le

Sénégal du fait des aflatoxines ; ce qui est équivalent à plus de 128 millions US dollars de 2013 soit près de 64 milliards de francs CFA perdus par an. Les résultats de l'étude donnent des éléments d'appréciation qui mettent en évidence l'impact économique des aflatoxines. Le coût de l'inaction est estimé au minimum à 46 milliards de francs CFA et au maximum à 81 milliards de francs CFA, soit 0,6 à 1,1% du PIB. Le coût de l'action par la mise en place et l'application de normes au seuil de 20 ppb s'élève à 21 milliards de francs CFA, d'où la nécessité de mise en place de mesures pour accompagner les acteurs des chaînes de valeurs à lutter contre l'aflatoxine permettant de limiter ces pertes.

Avec l'appui du PACA et sous l'égide du Gouvernement du Sénégal, un atelier national de restitution et de validation des résultats de l'étude de l'impact économique des aflatoxines au Sénégal a eu lieu les 28 et 29 juillet 2015 à Dakar. Cet atelier a réuni des représentants de toutes les parties prenantes (public, privé et association des consommateurs). Aussi, les participants sont convenus d'un Plan National de Lutte contre les Aflatoxines. Ce plan dont la mise en œuvre requiert l'appui des autorités sénégalaises et des partenaires techniques et financiers, sera soutenu par le Programme National de Lutte contre les Aflatoxines en Afrique.

2 Contexte

Le Gouvernement du Sénégal a commandité en collaboration avec le Partenariat pour la lutte contre les Aflatoxines en Afrique (PACA), une étude visant à permettre d'évaluer l'ampleur de la problématique des aflatoxines.

Le PACA est une organisation qui s'active pour la vulgarisation des méthodes de gestion et de contrôle des impacts de l'aflatoxine sur la santé, l'agriculture et le commerce en Afrique. L'objectif global de PACA est de promouvoir un développement agricole, de protéger la santé des consommateurs et de faciliter les transactions commerciales par une bonne maîtrise du problème de l'aflatoxine le long des chaînes de valeurs agricoles en Afrique.

Les activités de PACA visent à (i) mettre en place un système de gestion et d'information sur l'aflatoxine ; (ii) appuyer les plans d'action et d'analyse de la situation de l'aflatoxine dans les pays ; (iii) intégrer le contrôle de l'aflatoxine dans les plans nationaux d'investissement de l'agriculture et de la sécurité alimentaire.

En effet, le Centre pour le Contrôle des Maladies (Center for Disease Control, CDC) estime que 4,5 milliards de personnes sont chroniquement exposées à l'aflatoxine dans leurs régimes alimentaires. Le CDC et l'Organisation Mondiale de la Santé estiment qu'environ 80% des cas de cancer du foie sont liés à la consommation d'aliments contaminés par l'aflatoxine comme le maïs et l'arachide.

C'est ainsi qu'avec le soutien de Meridian Institute et grâce au financement de la Fondation Bill et Melinda Gates, du Département pour le Développement International du Royaume Uni et de l'Irlande du Nord, PACA a initié des études visant à évaluer l'impact des aflatoxines au départ de 6 pays pilotes dont le Sénégal.

Les résultats de ces études devraient permettre de disposer d'un état des lieux et de contribuer à l'élaboration d'un plan stratégique de lutte contre les aflatoxines au niveau des différents pays et en Afrique en général.

Au Sénégal, le Gouvernement à travers le Programme de Relance et d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise (PRACAS) fait de l'agriculture un des leviers majeurs du Programme Sénégal Emergent (PSE) qui est le référentiel de la politique du gouvernement du Sénégal, pour accélérer la croissance économique et sociale.

Dans le PRACAS, les questions de qualité et de sécurité sanitaire figurent en bonne place dans l'accompagnement des filières agricoles. Aussi, les conclusions et recommandations de l'étude pourraient être d'une grande utilité notamment pour la filière riz dont le Gouvernement vise l'autosuffisance alimentaire dès 2017.

3 Objectif principal de l'étude

L'objectif principal de l'étude est d'évaluer l'impact économique des aflatoxines sur l'agriculture, la santé et le commerce.

L'étude comprend :

- Une revue du cadre législatif et réglementaire et du système national de contrôle des aliments au Sénégal en général et des aflatoxines sur les chaînes de valeurs des spéculations ciblées, en particulier;
- Le développement d'un modèle pour évaluer l'impact des aflatoxines sur l'agriculture, la santé et le commerce ;
- Une proposition de plan d'actions stratégiques pour une meilleure prise en charge de la problématique des aflatoxines dans les politiques et programmes d'amélioration de la sécurité sanitaire des aliments au Sénégal.

4 Synthése de la littérature

Les aflatoxines sont des toxines produites naturellement par certains champignons, principalement par Aspergillus flavus et Aspergillus parasiticus. Elles contaminent de nombreux aliments de consommation courante en Afrique, tels que le maïs, les arachides, le riz et le manioc, etc. Aspergillus flavus et A. parasiticus colonisent une grande variété de produits alimentaires, y compris le maïs, les oléagineux, les épices, les arachides, les noix, et les fruits secs. La production d'aflatoxine dépend de plusieurs facteurs dont le stress hydrique lié à la sécheresse, la susceptibilité du génotype de la culture, l'environnement climatique, les attaques par les insectes, les pratiques agricoles, etc. (Wu et Khlangwiset 2010). Ces champignons peuvent aussi produire des aflatoxines dans des conditions de "post-récolte"; comme durant le stockage, le transport et pendant et après la transformation des aliments. La contamination par l'aflatoxine est un problème particulier pour le maïs, les oléagineux, les épices, les arachides, les noix (amandes, pistaches, noisettes, noix, etc.), le lait (sous forme de métabolite aflatoxine M1 de l'aflatoxine B1), et les fruits secs (Shephard, 2008). Le maïs et les arachides sont les principales sources d'exposition humaine à l'aflatoxine parce qu'ils sont si fortement consommés dans le monde et, malheureusement, sont également les cultures les plus sensibles à la contamination par les aflatoxines (Wu et Khlangwiset 2010).

L'alimentation est la principale voie par laquelle les humains s'exposent à l'aflatoxine qui conduit à divers effets néfastes sur la santé humaine. Les populations des pays situés entre le 40ème parallèle nord et le 40ème parallèle sud, incluant tous les pays d'Afrique, sont exposées à l'aflatoxine de façon chronique à travers l'alimentation. En 2004, plusieurs centaines de Kenyans sont devenus gravement malades des suites d'une aflatoxicose aiguë, dont 125 sont morts. La maladie et la mort sont directement liées à une insuffisance hépatique associée à la consommation de quantités élevées d'aflatoxine dans les aliments (Lewis et al 2005; Strosnider et al, 2006). Depuis lors, une plus grande attention publique mondiale est portée sur l'aflatoxine et les risques qu'elle induit sur la santé. Beaucoup plus de personnes souffrent de maladies associées à des niveaux d'exposition faibles mais chroniques, liés à l'ingestion d'aflatoxines par le biais de la consommation d'aliments à base de maïs et d'arachide entre

autres. Plus de 5 milliards de personnes des pays en développement sont soumises au risque d'exposition chronique aux aflatoxines à travers des aliments contaminés (Shephard 2005; Strosnider et al., 2006). La maladie primaire associée à la consommation de l'aflatoxine est le carcinome hépatocellulaire (HCC, cancer du foie). Cette maladie est la troisième cause de décès par cancer dans le monde selon l'OMS (2008), avec environ entre 550 000 et 600 000 nouveaux cas chaque année.

Le cancer du foie a une incidence croissante, en évolution proportionnelle à l'augmentation de l'infection chronique à l'hépatite B (VHB) (Liu et Wu, 2010). L'aflatoxine fait partie des plus puissants agents hépatocancérogènes connus. L'infection par le VHB agit en synergie avec l'aflatoxine pour provoquer un risque de cancer du foie 30 fois plus élevé comparativement aux personnes négatives pour le VHB (Groopman et al 2008; Wu et Khlangwiset 2010; Liu et Wu 2010). Les taux de VHB et de VHC sont malheureusement très élevés en Afrique subsaharienne, ce qui induit un risque de cancer du foie lié à la consommation de l'aflatoxine fortement amplifié. En plus de cancer du foie, l'aflatoxine a également été liée à un retard de croissance chez les enfants et à des troubles du système immunitaire (Gong et al. 2002, 2003, 2004, Jolly et al. 2008, Khlangwiset et al., 2011).

Le principal facteur prédisposant à la contamination par les aflatoxines avant la récolte est lié au stress de la plante hôte (comme le maïs ou les arachides). Le stress peut être causée par plusieurs facteurs, y compris l'utilisation d'un génotype inadéquat aux conditions écologiques locales, la sécheresse, des températures élevées, et / ou les dégâts d'insectes etc. Le principal facteur prédisposant à l'accumulation des aflatoxines dans les aliments après la récolte est constitué par les mauvaises conditions de stockage; la chaleur excessive et l'humidité, les dégâts aux cultures liées aux ravageurs, et de longues périodes passées dans le stockage. Une fois ingérée, l'aflatoxine peut avoir une diversité d'actions toxiques. Dans le foie, l'aflatoxine peut être transformée par certaines enzymes du cytochrome P450 en sa forme aflatoxine-8,9-époxyde réactif avec l'ADN. Cette molécule peut se lier aux protéines du foie et conduire à leur destruction, entraînant potentiellement aflatoxicose aiguë. Alternativement, elle peut se lier à l'ADN, une étape précurseur du carcinome hépatocellulaire induit par l'aflatoxine (cancer du foie). Il peut y avoir un effet de synergie entre les aflatoxines et une infection chronique par l'hépatite B (VHB) qui se traduit par un risque significativement plus élevé de cancer du foie (Wu 2010).

L'aflatoxicose aiguë chez les humains, entraine un large éventail de signes et symptômes selon le niveau d'exposition. Ceux-ci comprennent des vomissements, des douleurs abdominales et des hémorragies, un œdème pulmonaire, la destruction aigue du foie, la perte de fonction de l'appareil digestif, des convulsions, un œdème cérébral, et le coma et la mort dans les cas extrêmes (USAID, 2012). Les conditions augmentant la probabilité d'aflatoxicose aiguë chez les humains incluent la disponibilité limitée de nourriture, des conditions environnementales qui favorisent le développement fongique dans les cultures et les produits alimentaires de base, et le manque de systèmes de réglementation, de surveillance et de contrôle de l'aflatoxine. Il y a eu plusieurs cas signalés d'aflatoxicose aiguë en Afrique, associés à la consommation de maïs contaminé, comme les épidémies au Kenya en 1982, dans lequel 12 personnes sont mortes, et en 2004, dans lequel 317 personnes sont tombées malades et 125 personnes sont mortes dans les provinces centrales (Nyikal et al 2004; Azziz-

Baumgartner et al, 2005; Probst et al, 2007; Lewis et al 2005; Stosnider et al, 2006; Siame et Nawa, 2008).

L'aflatoxicose aiguë peut également se produire chez les animaux. En 1960, plus de 100.000 dindes sont mortes en quelques mois au Royaume-Uni (Asao et al 1963). En 1981, plusieurs centaines de veaux nourris à la paille d'arachide sont morts en Australie (McKenize et al 1981).

La survenue du HCC à la suite de l'exposition chronique aux aflatoxines a été bien documentée, et se rencontre le plus souvent chez les personnes atteintes du virus de l'hépatite chronique B (VHB) (Qian et al., 1994, Groopman et al., 2008). Pour les personnes infectées de manière chronique par le VHB, l'ingestion d'aflatoxine augmente jusqu'à trente fois, le risque de cancer du foie (Groopman et al., 2008).

Dans les pays en développement, beaucoup de personnes subsistent en grande partie à partir de régimes alimentaires à base de céréales. L'exposition chronique aux aflatoxines chez les animaux peut également provoquer une inhibition de la croissance et des troubles de divers ordres (Khlangwiset et al., 2011). Chez les vaches laitières, l'aflatoxine M1 peut être excrétée dans le lait à la suite de l'exposition via l'alimentation. Cela pose des risques potentiels pour la santé des animaux et des humains qui consomment le lait. L'exposition chronique de l'aflatoxine dans les animaux peut entraîner des troubles de l'efficacité de la reproduction, réduit l'efficacité alimentaire de conversion, augmente les taux de mortalité, réduit le gain de poids et entraine l'anémie et la jaunisse. Dans le cas des poules pondeuses, l'aflatoxicose réduit également l'efficacité à la ponte.

Peu d'études ont été consacrées à la quantification des impacts de la consommation d'aliments contaminés par les aflatoxines sur la santé humaine. En 1998, le JECFA a procédé à une évaluation quantitative des risques de l'aflatoxine en utilisant les données provenant d'études épidémiologiques afin d'estimer l'impact des normes réglementaires sur le cancer du foie induit par l'aflatoxine, chez des populations à infection chronique par le VHB et d'autres indemnes de VHB. Le JECFA a discriminé le potentiel cancérogène pour l'aflatoxine fonction du statut VHB. Ainsi, 0,01 cas de cancer du foie surviendraient par an pour 100 000 et pour chaque ng /g d'exposition à l'aflatoxine rapporté au poids corporel pour les personnes ne présentant pas d'infection chronique au VHB. Ce facteur est 3à fois plus élevé, soit 0,30 cas de cancer du foie pour 100 000 par an pour les personnes atteintes d'une infection chronique au VHB. Cette discrimination est basée sur une étude de cohorte qui a estimé la puissance du cancer dans pour des populations VHB+ et des VHB- (Yeh et al 1989).

Shephard (2008), pour effectuer une estimation du risque HCC pour la population, induite par aflatoxine dans certains pays d'Afrique sub-saharienne a été confronté à un manque de données et eu recours à la méthode de simulation Monte Carlo pour déterminer la distribution de l'exposition à la toxine dans différentes communautés. Cette analyse a montré que, pour un certain nombre de pays, il y avait un risque pour la population très élevé de cancer du foie primaire basé sur l'exposition à l'aflatoxine.

L'ampleur des impacts économiques des conséquences pour la santé associés à la consommation d'aliments contaminés par l'aflatoxine dans les pays en développement et particulièrement en Afrique reste peu connue en raison d'un manque de données.

L'Aflatoxine au Sénégal

Un certain nombre de travaux ont étés effectué dans le but d'évaluer le niveau d'exposition des populations par la consommation des produits arachidiers contaminés par l'aflatoxine. Ainsi, Diop et al 2008 ont rapporté une forte contamination en aflatoxine B1 (la plus redoutée) dans les huiles et pâtes artisanales vendues dans les marchés sénégalais. Les travaux de Diedhiou et al (2012) ont révélé que l'aflatoxine est présente à des concentrations élevée dans l'arachide et ses produits dérivés vendus dans les marchés au Sénégal et destinés à la consommation humaine.

Une étude sur un transect climatique nord sud a permis de montrer que le maïs de la savane guinéenne (SG) a une teneur en aflatoxine plus faible et une charge en propagules d'Aspergillus moins importante que ceux recueillis dans la savane soudanienne (SS). Pour le maïs, la concentration en aflatoxine et le nombre de propagules de A. flavus ont varié selon le cultivar, mais aussi les méthodes de décorticage et de stockage. La variété de maïs « Jaune de Bambey » a eu une forte teneur en aflatoxine dans les deux zones agro-écologiques. La teneur en aflatoxine du maïs décortiqué à la machine (120 ng/g) est plus de 10 fois plus élevée que celle du maïs décortiqué manuellement (8 ng / g) et du maïs non décortiquées. Dans cette étude, seulement trois espèces d'Aspergillus de la section Flavi (A. flavus, A. tamarii et le taxon encore sans nom SBG), ont été observées. La fréquence des souches toxinogènes est restée en dessous de 50% pour le maïs de la zone SG, contre 51% d'isolats toxinogènes pour les échantillons prélevés dans la zone SS. Les souches L d'A. flavus dominent largement dans les deux zones agro-écologiques.

Les tests du produit AflaSafe SN01 ont été effectués au Sénégal en 2010, 2011, 2012, 2013 et 2014 dans des champs d'arachide et de maïs dans deux régions où la contamination par l'aflatoxine est importante que sont Diourbel et Kaolack. Dans ces deux endroits, des champs sélectionnés ont été traités avec AflaSafe SN01. Lees résultats sur ces 4 années sont prometteurs, avec une diminution de la teneur en aflatoxine dans les échantillons traités avec Aflasafe SN01 de plus de 80%. Cette réduction devant plus importante lors du stockage. Ce produit va faire l'objet de production à grande échelle pour la lutte contre l'aflatoxine.

Concernant le niveau d'exposition à l'aflatoxine, des travaux visant à déterminer l'influence des zones agroécologiques et des saisons sur l'exposition des populations aux aflatoxines par le biais de l'alimentation au niveau des adultes au Sénégal ont été conduits (Watson et al, 2015). Un total de 168 adultes (50% d'hommes) ont été recrutés dans trois districts, Nioro (n = 90), Saint- Louis (n = 40) et Mboro (n = 38), à travers trois zones agro-écologiques au Sénégal; Bassin arachidier (Nioro), un site de production intensive d'arachide pluviale; la vallée du Sénégal (Saint-Louis) dans le nord du pays et les Niayes (Mboro), où l'arachide est produite dans des conditions irriguées. L'exposition a été évaluée en utilisant la teneur en aflatoxines des graines d'arachide, mais aussi les adduits d'aflatoxine-albumine (AF-alb) dans le sang comme biomarqueur, mesurés par la méthode ELISA. Les échantillons d'arachide prélevés auprès des ménages ont été évalués pour les aflatoxines totales en utilisant la méthode VICAM. Les échantillons ont été collectés pendant la récolte et 5 mois après la récolte afin de déterminer l'impact du stockage sur la contamination par les aflatoxines. Des informations diététiques ont été recueillies au moyen de questionnaires. L'aflatoxine a été détectée dans 78%, 62% et 67% des échantillons d'arachide prélevés à la récolte à Nioro,

Saint-Louis et Mboro respectivement. Pour les échantillons d'après récolte, l'aflatoxine a été détectée dans 26% et 80% des échantillons d'arachides de Nioro et St Louis. Les taux d'adduits d'aflatoxine (aflatoxine dans le sang) ont été souvent très élevés pour les participants de Nioro, contrairement à ceux de Saint-Louis et Mboro, en relation avec la fréquence de consommation d'arachide.

5 Approche méthodologique

5.1 Cadre d'analyse

Le cadre conceptuel développé est, sur ces principes de base, conforme à celui proposé par Narayan et al., (2013) et également mis en œuvre dans le cadre de l'étude sur les impacts économiques liés aux aflatoxines au Nigéria et en Tanzanie. Ce cadre d'analyse est un modèle facilitant la capture des informations disponibles à partir de données, de la documentation et des ressources existantes ; il permet aussi d'identifier les insuffisances et lacunes à combler, par rapport à la finalité de l'étude qui vise à développer une stratégie de lutte contre les aflatoxines.

Quatre étapes de base ont été définies pour l'évaluation des impacts liés aux aflatoxines :

- étape 1 : détermination de la prévalence ;
- étape2 : estimation du niveau d'exposition ;
- étape 3 : évaluation de l'impact par secteur ;
- étape 4 : détermination de l'impact économique global.

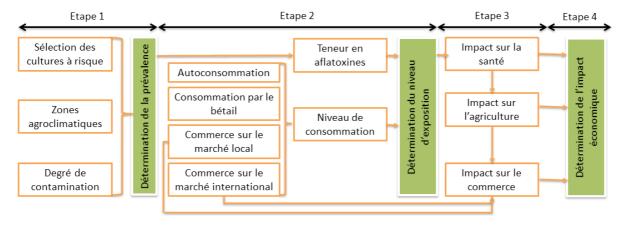


Figure 1: Cadre conceptuel d'évaluation des impacts liés aux aflatoxines

5.1.1 Etape 1 : détermination de la prévalence

L'objectif de cette étape est de déterminer la prévalence de l'aflatoxine dans les chaînes alimentaires humaine et animale. Pour ce faire, l'identification des principales cultures susceptibles d'être contaminées par les aflatoxines qui sont produites et/ou qui sont consommées en grandes quantités et/ou qui contribuent de façon significative au produit intérieur brut est nécessaire. Pour chaque spéculation produite au niveau national, les principales zones de production seront précisées et le degré de contamination du produit par

zone évaluée. Les données secondaires (études publiées, résultats d'analyses des laboratoires, ...) sont utilisées à cet effet. L'utilisation du logiciel @risk¹ permet à partir de ces données secondaires obtenues, de déterminer le niveau de contamination et d'affiner l'analyse pour évaluer la distribution du niveau de contamination pour chaque produit. Cette évaluation permet de déterminer la prévalence de l'aflatoxine selon le produit concerné et la zone de production. En pratique, ne sont considérées dans cette détermination que les principales denrées alimentaires dont les informations et données nécessaires à la réalisation de l'exercice sont disponibles.

Les aflatoxines peuvent être présentes dans les aliments tels que les noix, les arachides, le maïs, le riz, et autres aliments secs, les épices, les huiles végétales brutes etc., suite à une contamination, par *Aspergillus spp*, avant et après la récolte. **Au Sénégal**, les principaux produits concernés sont : l'arachide ; le riz ; le maïs ; les noix de cajou, le lait et la graine de coton. En référence à l'importance économique des produits au regard des volumes de production, d'importation, ou de leur contribution dans l'alimentation humaine ou des animaux au Sénégal, **l'arachide**, **le riz et le maïs** ont finalement été retenus après concertation et validation par le groupe technique de travail sur les aflatoxines (ATWG). Les données sur les productions, les superficies ensemencées et les rendements existent par région (figure 2). Cependant, les données de contamination ne sont disponibles que par zone agroclimatique (figure 3).

Données utilisées et sources				
Superficie	ANSD (www.ansd.sn); FAOSTAT (http://faostat.fao.org/); CountrySTAT (www.countrystat.org);			
Production				
Rendement				
Importation				
Exportation				
Niveau de contamination	Données issues de publications scientifiques, thèses, mémoires et données d'analyse de l'ITA, données d'interceptions (Rapid Alert System for Feed and Food - UE, International Nut and driedfood), etc.			

¹@RISK (prononcé « at risk ») exécute l'analyse le risque par simulation Monte Carlo pour montrer de





Figure 2 : Carte des régions du Sénégal

Figure 3 : carte des zones agroclimatiques du Sénégal

5.1.2 Etape 2 : estimation du niveau d'exposition

L'exposition résulte du niveau de contamination des denrées alimentaires consommées. La plupart des études épidémiologiques tendent à montrer l'existence d'une corrélation entre une exposition chronique à l'aflatoxine via le régime alimentaire et une prévalence du cancer primitif du foie.

Néanmoins, cette relation est modulée par d'autres facteurs qui influencent ce risque de cancer comme l'infection virale à l'hépatite B (HBV).

Dans cette étape, le risque de contamination par les aflatoxines est établi. Il est nécessaire de déterminer les utilisations des cultures contaminées par les aflatoxines en termes de part de la production autoconsommée (par le producteur), celle consommée par le bétail, celle commercialisée sur le marché national et celle exportée. Pour mieux faire ressortir les effets sur la commercialisation, une description des chaînes d'approvisionnement sera nécessaire, de manière à mettre en évidence les différentes pratiques des acteurs de la chaîne de valeurs et leurs influences sur les niveaux de contamination. La connaissance des teneurs en aflatoxines des produits et/ou sous-produits consommée permettra d'estimer le niveau d'exposition aux aflatoxines.

Données utilisées et sources				
Production vendue				
Production				
autoconsommée				
Part de la production	Enquête de Suivi de la Pauvreté au Sénégal (ESPS, 2011)			
donnée aux bétails				
Autres utilisations de la				
production				
Chaine de valeur	SAED, Faye (2012), Wade et Ndiaye (2010)			
Produits et sous-produits				
consommés				
Repas consommés				
Quantité consommée par	Focus group			
repas				
Période de				
consommation				

5.1.3 Etape 3 : évaluation de l'impact par secteur

La contamination des cultures par l'aflatoxine a un impact sur les secteurs de l'agriculture, de la santé et du commerce.

5.1.3.1 Impact sur la santé

Pour la détermination de l'impact de l'aflatoxine sur la santé, aboutissant à l'estimation des cas de cancer du foie attendus, 2 approches sont souvent utilisées :

- La première privilégie la prise en compte des proportions des aliments consommés et contenant de l'aflatoxine dans la ration pour aboutir au total d'aflatoxine ingérée. L'une des faiblesses de cette approche réside dans la non-prise en compte des aliments consommés de façon occasionnelle et les autres voies d'exposition telles que la respiration. En plus, la majeure partie de l'aflatoxine ingérée est excrétée dans les fèces ou par voie urinaire (HannuMykka et al., (2005) et Polychronaki Nektaria (2007)).

Cette approche procède par une évaluation quantitative du niveau d'exposition à partir de l'analyse dose-réponse pour déterminer les incidences de l'aflatoxine sur la santé des populations. La relation dose-réponse entre l'exposition aux aflatoxines sera basée sur la mesure en nanogrammes (ng) de l'aflatoxine par kilogramme (kg) de poids corporel (pc) par jour et l'incidence de carcinome hépatocellulaire (HCC) ou du cancer primitif du foie pour 100.000 habitants. Pour ce faire, la disponibilité des données de consommation est indispensable.

- La seconde approche prend en compte l'aflatoxine présente dans le corps, plus précisément, liée à l'albumine du sang, compte non tenu de la diversité des apports. Cette approche a l'avantage de plus coller à la réalité de l'exposition et de mieux traduire la quantité en interaction actuelle avec le corps humain. Cependant, les données sont souvent peu disponibles, ce qui rend l'utilisation de cette dernière plus difficile.

Pour mesurer l'impact des aflatoxines sur la santé, la notion d'Années de vie corrigées de l'incapacité (disability-adjusted life years—DALY) est utilisée.

Les années de vie corrigées de l'incapacité ou AVCI (disability-adjusted life years— DALY en anglais) constituent une mesure du fardeau de la maladie qui quantifie non seulement la mortalité prématurée reliée aux diverses causes de décès, mais aussi l'écart entre l'état de santé fonctionnelle actuel d'une population et un idéal hypothétique que l'on souhaite atteindre (Lopez et al., 2006). Cet idéal constitue un niveau à partir duquel il n'est généralement plus possible, au moment où il est déterminé, de parvenir à un allongement de la vie ou à une amélioration de la santé fonctionnelle.

- Fardeau

Le fardeau quantifie, en termes d'années de vie perdues pour la population à l'étude, les impacts sur la santé fonctionnelle et la mortalité de maladies spécifiques. Il peut s'agir de la mesure du fardeau économique qui servirait de base pour estimer les coûts indirects reliés à la mortalité et à la perte de santé fonctionnelle.

- Incapacité

Le concept d'incapacité est à la base de l'indicateur années de vie corrigées de l'incapacité.

La définition de l'incapacité est basée sur la capacité de l'individu d'accomplir certaines tâches en lien avec sa mobilité, sa cognition, etc.

Quand on parle des indicateurs eux-mêmes, le terme *incapacité* a été retenu afin de respecter la terminologie de l'étude originale réalisée par l'OMS.

Années de vie perdues

Les *années de vie perdues* ou AVP (*years of life lost*- YLL en anglais) représentent les années de vie perdues à cause de la mortalité « prématurée ».

Années vécues avec de l'incapacité

Les années vécues avec de l'incapacité ou AVI (*years lost due to disability*— YLD en anglais) correspondent aux années de vie en santé perdues en raison du temps passé dans un état de santé fonctionnelle qui n'est pas optimal et ce, à cause d'une maladie particulière.

$$DALY = YLL + YLD$$

Composante mortalité : calcul des années de vie perdues

Dans le calcul des AVP basé sur la méthodologie de l'OMS, les AVP sont obtenues en multipliant les décès * sexe et groupe d'âge (N) par l'espérance de vie optimale à l'âge moyen au décès (L).

$$YLL = N * L$$

Composante santé fonctionnelle : calcul des années vécues avec de l'incapacité

Pour calculer les AVI nécessite la disponibilité d'un ensemble de données sur la maladie à l'étude dont le nombre de cas incidents (nouveaux cas), la durée moyenne de l'incapacité due à la maladie et un poids d'incapacité (*disability weight*) qui reflète la sévérité des états de santé résultants de la maladie. Les poids d'incapacité varient entre 0 (santé fonctionnelle parfaite) et 1 (décès) et ont été obtenus par l'évaluation d'experts en santé, provenant de différentes organisations et de différents pays, qui ont identifié des préférences entre différents états de santé au moyen de techniques dites de « compromis fondé sur le nombre de personnes » (*person trade-off*).

$$YLD = I * DW * L$$

où:

- I = nombre de cas
- DW = disability weight
- L = durée moyenne jusqu'à la rémission ou à la mort (années)

Pour le calcul, il a fallu recourir à un outil de calcul standardisé dénommé « DALY Calculator», une interface graphique pour le calcul des DALYs, développée dans le logiciel d'analyse statistique R qui une formule complexe et travaillant avec des itérations².

5.1.3.2 Impact sur l'agriculture

Puisque les aflatoxines ne sont pas réglementés au Sénégal, les pertes accumulées dans l'agriculture et la sécurité alimentaire ainsi que dans les échanges pourraient être minimisées et ne seront pas faciles à quantifier. L'analyse de l'impact économique est donc susceptible de se concentrer davantage sur les impacts sur la santé résultant de la consommation de produits alimentaires contaminés et le commerce international.

5.1.3.3 Impact sur le commerce

L'impact de la qualité sanitaire des aliments sur le commerce est souvent lié à la conformité de l'offre de produits aux exigences réglementaires et normatives. Dans les pays où il existe une réglementation sur l'aflatoxine, souvent les produits contaminés sont saisis. Ils peuvent être détruits ou déclassifiés pour être utilisés dans l'alimentation animale tels quels ou après détoxification.

Au Sénégal, l'absence de dispositions réglementaires régissant le contrôle des aflatoxines dans les denrées alimentaires commercialisées fait que l'impact sur le commerce intérieur des produits contaminés est négligeable.

5.1.4 Etape 4 : détermination de l'impact économique

Pour estimer l'impact économique dû aux aflatoxines, l'approche idéale est l'utilisation d'un modèle d'équilibre général. Cependant, c'est un modèle exigeant en termes d'informations sur l'allocation des ressources et les relations entre les acteurs. C'est ce qui justifie l'utilisation du cadre développée, par Narayan et al. (2013). Dans ce cadre, la mesure de l'impact économique nécessite la caractérisation de l'économie sans les aflatoxines et la comparaison avec le statu quo. Les différences entre les deux états en termes de revenu; de prix; de quantités consommées, produites et exportées peuvent être considérées comme des changements dans le bien-être des producteurs et des consommateurs de produits contaminés par l'aflatoxine, qui est une mesure forte du coût pour la société du problème de l'aflatoxine.

Impact économique sur la santé

Il est possible de déterminer trois grandes catégories les méthodes utilisées pour déterminer la valeur statistique de la vie humaine (OCDE, 2011).

-

²Devleesschauwer et al; http://users.ugent.be/~bdvleess/DALYcalculator

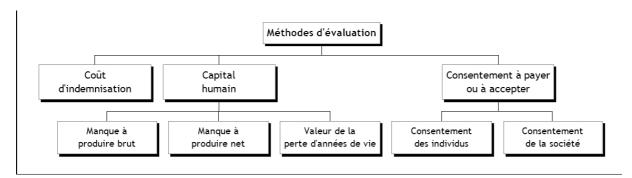


Figure 4: Méthodes d'évaluation de la valeur statistique de la vie humaine

La première catégorie de méthodes utilise pour ses calculs, les indemnités versées par les compagnies d'assurance aux victimes d'accidents, étant entendu que ces indemnités ne couvrent que les préjudices assurés. La seconde catégorie dite du capital humain estime la perte que va subir la société du fait de la mort ou des blessures d'un individu. La troisième catégorie est celle du consentement à payer qui est celle la plus étudiée ces dernières années et qui possède l'avantage de refléter au mieux les véritables aspirations des individus.

Pour mesurer l'impact économique sur le secteur de la santé à la suite du DALY, le consentement à payer est le plus utilisé. Il s'agit d'obtenir la valeur monétaire associée à un changement d'exposition au risque. Il existe deux méthodes principales pour mesurer le consentement à payer pour la réduction d'exposition au risque : la méthode des préférences révélées (PR) et la méthode des préférences annoncées (PA). Il est important de mentionner que le consentement à payer concernant les risques de mortalité est souvent présenté dans les études PR ou PA en termes de "valeur statistique de la vie humaine" ou value-of-statistical-life (VSL) en anglais. La valeur statistique de la vie humaine peut être obtenue à l'aide du consentement à payer des individus. De manière tout à fait pratique, pour une diminution du risque de mourir sous-jacent de 1/1000, si les individus sont prêts à payer en moyenne 100 dollars, la valeur de la vie humaine sera évaluée à 100,000 dollars (OCDE, 2011) :

$$VSL = \frac{WTP}{\Delta r} = \frac{100}{1/1000} = 100,000\$$$
 (1)

où WTP: consentement à payer et Δr : variation de risque de mortalité.

Ainsi le VSL se mesure par le consentement à payer divisé par le changement de probabilité³.

Les VSL sont corrélées positivement avec le PIB par tête. Ils sont généralement plus élevés dans les pays développés que dans les pays en développement. Ceci est compatible avec le fait que la VSL varie positivement en fonction du revenu, comme le suggère le modèle

Pour illustrer, la question posée pourrait être : « Imaginez que vous êtes obligés de faire un voyage dans un pays étranger. Les chances de mourir lors de ce voyage sont estimées à 5 sur 1 million. Combien êtes-vous prêt à payer pour réduire ce risque à 1 sur 1 million? ». Imaginons que le participant réponde 20 \$. La VSL serait alors égale à 5 millions de dollars, c'est à dire 20/(4/1,000,000). Autrement dit, une collectivité composée de 1 millions d'individus identiques serait prête à payer 20 millions de dollars au total pour sauver 4 vies anonymes dans cette collectivité.

théorique. C'est ainsi que dans le cas des pays en développement, Hammitt et Robinson (2011) proposent l'extrapolation des valeurs de WTP des États-Unis, avec des ajustements pour les différences de revenus entre les deux régions, pour estimer les consentements à payer pour réduire le risque de mortalité prématurée ou pour éviter un cas de maladie de l'Afrique subsaharienne. Les deux principales hypothèses de cette méthode sont que les WTP dépendent des revenus (Narayan et al., 2013). Le consentement à payer du pays donné (C) peut être exprimé comme suit :

$$WTP_C = WTP_{US} \left(\frac{I_C}{I_{US}} \right)^e \qquad (2)$$

Avec

WTP_C: valeur estimée du consentement à payer pour un pays à bas revenu C

WTP_{US}: valeur estimée du consentement à payer pour les Etats-Unis

 I_{C}/I_{US} : ratio du revenu en parité de pouvoir d'achat per capita du pays C et des Etats-Unis

e: élasticité-revenu du consentement à payer pour la réduction du risque de mortalité

Étant donné que VSL est directement proportionnelle au WTP pour une réduction du risque de mortalité prématurée, la valeur transférée est calculée en utilisant l'équation (2).

Données utilisées et sources					
DALY	Moyenne de la valeur du DALY estimé selon notre modèle				
	PNB exprimé en parité au pouvoir d'achat	Données Banques mondiales http://data.worldbank.org/indicator			
WTP	Elasticité-revenu du consentement à payer pour la réduction du risque de mortalité Valeur proposée par Hammitt and Robinson (2011). Nous avons considéré la valeur 1,5 on nos calculs				
	valeur statistique de la vie humaine d'un pays développé	Nous avons considéré la valeur de VSL estimée par US Department of Transportation qui l'estime en 2013 à \$ 9,1 millions.			
	Espérance de vie	Donnée FMI			
Discount	3%				

5.2 Déroulement de l'étude

L'étude a été réalisée sur la base d'enquêtes (questionnaires) et d'entretiens individuels avec des acteurs clefs impliqués dans la problématique des aflatoxines et de focus groups avec des représentants des différentes catégories d'acteurs publics, privés et des associations de consommateurs; d'enquêtes (questionnaires) et d'entretiens individuels avec des acteurs clefs impliqués dans la problématique des aflatoxines; et d'exploitation de données secondaires (publications scientifiques; études, données statistiques disponibles et données d'analyse de laboratoire).

De manière pratique, l'étude s'articule autour de 4 grandes activités :

 L'analyse du cadre législatif et réglementaire du contrôle des aliments en général et des aflatoxines en particulier et le recueil des données statistiques de production; d'importation et de consommation des produits susceptibles d'être contaminés par les aflatoxines;

- La caractérisation des pratiques de production, de transformation, de commercialisation et de consommation des différentes cultures et sous-produits ciblés et la revue des mesures de lutte contre les aflatoxines mis en œuvre par les acteurs ;
- La détermination de la prévalence des aflatoxines dans les différentes cultures et leurs sous produits ciblés ;
- L'évaluation de l'impact économique des aflatoxines au plan de l'agriculture, de la santé et du commerce.

Le cadre législatif, réglementaire et normatif qui régit le contrôle des denrées alimentaires et des aliments pour animaux au Sénégal a été passé en revue. L'analyse des textes et de leur application a permis d'identifier les points faibles et les besoins d'amélioration du point de vue des textes législatifs et réglementaires et de l'organisation et la réalisation des Plans de surveillance et de contrôle des risques sanitaires liés notamment aux aflatoxines.

Un premier inventaire des cultures et de leurs sous-produits susceptibles d'être contaminés par les aflatoxines a été réalisé et validé avec le Groupe Technique de Travail sur les aflatoxines (ATWG). L'arachide, le riz et le maïs ont finalement été retenus.

Pour la revue des pratiques de production, de transformation, de distribution et des habitudes de consommation des denrées alimentaire par les populations, le découpage du territoire a été celui des différentes zones agro-écologiques que sont : la zone de Dakar et Niayes ; le Bassin arachidier ; la Vallée du fleuve ; la Basse et moyenne Casamance ; le Sénégal oriental et haute Casamance et la zone sylvo-pastorale.

La caractérisation des pratiques aux différentes étapes des chaînes de valeurs, production, transformation, l'analyse des circuits de commercialisation et des habitudes de consommation alimentaires des populations ont servi de base pour l'identification des sources de contamination aux aflatoxines. Aussi, le niveau de connaissance et de sensibilisation des acteurs à l'importance des risques sanitaires liés aux aflatoxines et la pertinence des mesures de préventions mises en œuvre par les différents intervenants ont pu être évalués.

Dans la troisième phase de l'étude, en fonction des résultats d'analyses (données secondaires) des aflatoxines dans les produits et sous-produits considérés, une évaluation de la prévalence et une estimation de l'exposition des consommateurs ont pu être mesurées.

Pour la mesure de la contamination et de l'exposition, du fait de la non-disponibilité de données pour les régions, des ensembles plus globalisants comme les zones agroclimatiques (zone sahélienne, zone soudanienne, zone soudano-sahélienne) ont été considérés en lieu et place des zones agroécologiques.

Enfin, un cadre d'analyse économique a été développé pour mettre en exergue le coût de l'aflatoxine sur l'agriculture, le commerce et la santé.

Les résultats et conclusions de l'étude ont fait l'objet d'un atelier de restitution et de validation lors d'un atelier national auquel ont participé, les membres du Groupe technique de travail national sur les aflatoxines, les représentants des autorités ministérielles, des professionnels des filières et des associations des consommateurs et des représentants du PACA. Aussi, les participants sont convenus d'un Plan d'Action National de Lutte contre les aflatoxines au Sénégal, en relation avec le PACA.

6 Résultats de la mission

6.1 Cadre législatif et réglementaire

La prévention et la lutte contre les maladies transmissibles et non transmissibles constituent les principaux axes d'intervention du Plan National de Développement Sanitaire (PNDS) 2009-2018. Dans ce cadre, le Gouvernement du Sénégal a élaboré un Programme dont l'objectif est de réduire les risques sanitaires liés à la qualité des aliments.

L'amélioration de la qualité sanitaire des aliments figure en bonne place dans les axes d'intervention du PRACAS. En effet, le Gouvernement du Sénégal est aussi préoccupé par la problématique de la sécurité sanitaire des aliments, tant pour favoriser l'accès aux marchés des produits d'exportation que pour les denrées alimentaires destinées au marché local.

6.1.1 Gouvernance du système de sécurité sanitaire des aliments

Le Sénégal a adopté des dispositions législatives et réglementaires constituant la base juridique des actions visant à assurer la sécurité sanitaire des aliments.

Le cadre juridique est caractérisé par un certain nombre de textes fondamentaux de portée générale, dont certains datent de la période précédant l'indépendance. On peut citer quelques-uns à titre illustratif :

- Le décret n° 60-121 du 10 mars 1960 instituant le contrôle phytosanitaire ;
- La loi de base ou Loi 66-48 du 27 Mai 1966 relative au contrôle des produits alimentaires et à la répression des fraudes. Deux décrets d'application sont venus ensuite compléter cette loi : le décret 68-507 du 07/05/1968 précisant les conditions du contrôle à l'importation et le décret 68-508 de la même date et fixant les conditions de recherche et de constatation des infractions. Cette loi, inspirée aux lendemains de l'indépendance par la loi française du 1er août 1906, est maintenant quelque peu dépassée et son application rencontre des difficultés dues à son caractère très répressif. Un projet de modification de cette Loi et de ses décrets d'application est en cours de revue par les différents services concernés;
- La loi 83-71 du 05 juillet 1983 portant code de l'Hygiène ;
- Le décret 70-94 du 27 janvier 1970 a institué une Commission de Contrôle des Produits Alimentaires (CCPA), sous tutelle du Ministère du Commerce, précisément de la Division de la Consommation et du Contrôle de Qualité (DCCQ). Le fonctionnement de la commission laisse encore à désirer.

On pourrait ajouter à cela, la création par décret n°78-228 du 14 mars 1978 de l'Institut sénégalais de Normalisation devenu Association Sénégalaise de Normalisation (ASN) et le Comité National du Codex Alimentarius par décret 83-1204 du 24 novembre 1983.

Le contrôle des aliments est réparti entre plusieurs autorités compétentes placées sous la tutelle des ministères en charge de l'agriculture, du commerce, de l'élevage, de la pêche et de la santé, à travers la Direction de la Protection des Végétaux ; la Direction du Commerce Intérieur ; la Direction des Services Vétérinaires ; la Direction des Industries de Transformation des Pêches et la Direction des Pêches Maritimes et le Service National de l'Hygiène.

Par ailleurs on peut citer au niveau de la région de Dakar, la Direction de l'Action Sanitaire et Sociale (DASS) qui relève de la Mairie. La DASS a pour objet la protection sociale et sanitaire des populations de ladite ville. Elle comporte une Division Hygiène et Prévention qui assure l'inspection des produits alimentaires, particulièrement, ceux qui sont commercialisés sur la voie publique, dans les gargotes et restaurants de la ville de Dakar.

Malgré les efforts remarquables réalisés ces dernières années au niveau des différents départements ministériels, l'absence d'une claire délimitation des attributions et des mandats des autorités compétentes et de leurs services de contrôles ne favorise pas une gestion performante des contrôles officiels des risques sanitaires liés aux aliments.

En dehors des activités de certification phytosanitaire des végétaux et produits végétaux par la DPV et de certification sanitaire des produits halieutiques destinés à l'exportation par la DITP, les rôles et responsabilités des services de contrôles et leurs coordinations dans la mise en œuvre laissent à désirer.

Les textes réglementaires méritent pour la plupart d'être actualisés sur plusieurs points. Plusieurs décrets d'application sont manquants. La réglementation actuelle ne prend pas en charge de manière pertinente certains contaminants importants tels que les mycotoxines et les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), ne sont pas couverts au plan normatif.

A ce jour, l'ASN a publié une centaine de normes dans le domaine agroalimentaire, dont quelques-unes sont rendues d'application obligatoire (concentré de tomates, riz paddy, riz usiné, vinaigre; sel iodé; fortification des huiles à la vitamine A, ...). A titre d'exemple, la norme NS 03-009 sur les aliments pour animaux porte sur toutes les substances organiques ou inorganiques, simples ou en mélanges destinées à la nutrition animale. Elle est très générale et ne donne pas de spécifications précises sur les aflatoxines.

En résumé, on peut sans difficultés abonder dans le même sens que les conclusions des diverses analyses déjà effectuées à propos du cadre institutionnel et législatif du système de sécurité sanitaire des aliments au Sénégal, et qui mentionnent les dispositions prioritaires qui méritent d'être mises en œuvre par les Autorités compétentes, à savoir :

- la redéfinition des mandats et attributions des différentes autorités compétentes et services officiels intervenant dans le contrôle des aliments;
- la mise à jour du cadre législatif et réglementaire pour couvrir davantage les exigences internationales en matière d'évaluation des risques; de gestion des risques et de communication interactive entre les différentes parties prenantes de la sécurité sanitaire des aliments;
- une meilleure prise en charge dans le cadre réglementaire et normatif des nouveaux enjeux de sécurité sanitaire des aliments liés aux risques émergents, voire ré-émergents;
- la définition et la mise en œuvre d'une politique nationale de coordination et de communication entre les institutions de contrôles et avec les autres parties prenantes nationales. A ce propos, le rôle important que mène le CNCA depuis plus de cinq ans, mérite d'être souligné et appuyé.

6.1.2 Organisation et exécution des contrôles officiels

La DCI à travers la Division de la Consommation et de la Sécurité des Consommateurs (DCSC) joue un rôle de premier plan dans le contrôle sanitaire des aliments importés, produits ou transformés localement. La DCSC a pour mission de coordonner les activités de contrôle de la qualité des produits alimentaires (alimentation humaine et alimentation animale) et de promouvoir la qualité en rapport avec les autres structures concernées. Toutes les déclarations ou autorisations préalables de mise à la consommation sont centralisées et étudiées par cette Division. A ce titre, elle est chargée de la délivrance des Autorisations de fabrication (Aut. FRA) et des Déclarations d'Importation des Produits Alimentaires (DIPA).

6.1.3 Plan de surveillance et de contrôle des aliments

Par défaut d'une bonne coordination entre les autorités compétentes, la programmation et l'exécution des contrôles des aliments en général et des risques liés aux aflatoxines en particulier, s'en trouvent également très lacunaires. Les moyens affectés au fonctionnement des organismes de contrôle sont généralement ceux des Ministères dont ils relèvent. Du coup, le manque de moyens logistiques est, à des degrés divers, le lot de toutes les administrations.

Cette situation explique toutes les difficultés à trouver des données analytiques auprès des services officiels de contrôles qui puissent renseigner sur la prévalence des risques liés aux aflatoxines dans l'alimentation humaine ou animale au Sénégal. Les seules données analytiques disponibles et qui révèlent dans bien des cas, des dépassements importants des limites maximales tolérées sont générées dans le cadre de programme de recherche ou travaux d'études (thèses, mémoires).

Si les autorités semblent plus ou moins plus sensibilisées à la problématique des aflatoxines, il n'y a pas encore de programme de surveillance ou de contrôles des aflatoxines.

6.1.4 Situation opérationnelle des laboratoires d'analyse

Au niveau national, les capacités d'analyses des aflatoxines sont relativement limitées et concentrées à Dakar où la quasi-totalité des prestations est réalisée par le laboratoire des mycotoxines de l'Institut de Technologie Alimentaire. Outre les travaux de recherche initiés par l'Institut, les analyses d'aflatoxines réalisées par le laboratoire proviennent essentiellement de certains industriels (fabricants de chocolats, de pate d'arachides, aliments de bétail, ...).

Cette situation explique en grande partie, les difficultés d'accès à ces données rencontrées dans le cadre de l'étude.

A ce propos, une bonne utilisation de l'équipement (VICAM) mis à disposition par PACA et installé au laboratoire de Phytopathologie de la DPV contribuerait sans doute à renforcer les capacités analytiques nationales et l'obtention de données sur la prévalence des aflatoxines.

Protocole d'accord avec la Chine pour l'exportation des arachides du Sénégal

Le seul dispositif formalisé dans lequel un plan de contrôle des aflatoxines, des résidus de pesticides et de l'état phytosanitaire des arachides a été mis en place fait suite au protocole d'accord signé entre le Ministère en charge de l'agriculture au Sénégal et l'Administration générale de la supervision de la qualité, de l'inspection et de la quarantaine de la République de Chine.

Ce protocole fait obligation à la partie Sénégalaise de faire l'enregistrement des entreprises engagées dans le stockage et la transformation de l'arachide destinée à l'exportation vers la Chine et de mettre en place un plan de contrôle pour assurer qu'elles répondent aux conditions requises sur la prévention d'infection.

Cette situation fait dire à certaines parties prenantes que les arachides de meilleure qualité sont exportées au détriment du marché local.

Filière de transformation artisanale des arachides

L'augmentation de la demande en huile brute en zone rurale et dans les centres urbains, comme Mbour et Dakar, a donné une impulsion nouvelle à la transformation artisanale de l'arachide. La production de l'huile est passée de simple activité d'appoint au statut d'activité

Bioscope SARL ——————————————————————— 30

économique formelle. Cette démarche nouvelle offre aussi aux populations la possibilité de récupérer la coque d'arachide revendue comme aliment de bétail.

Aujourd'hui, la pratique de la transformation a pris de l'ampleur avec la libéralisation de la filière agricole et les hausses continues des prix de l'huile raffinée importée.

La transformation artisanale est réalisée le plus souvent en prestation de service dans des petits ateliers artisanaux pour la production de pâte et d'huile d'arachide commercialisés dans les villes secondaires et les marchés ruraux.

Toutefois, la présence d'aflatoxine et l'absence de techniques de décontamination accessibles aux artisans entourent la transformation artisanale et ses produits de préoccupations légitimes de santé publique.

La tendance actuelle est de laisser cette filière artisanale prospérer alors qu'elle a longtemps été combattue par les autorités administratives. Le transfert de stocks d'une région à une autre et leur vente dans les marchés hebdomadaires étaient formellement interdits.

Le développement de la transformation artisanale a eu pour corollaire l'augmentation des volumes et de la consommation des tourteaux d'arachides non détoxifiés dans l'alimentation animale. Les analyses de tourteaux bruts effectuées montrent qu'ils peuvent contenir des teneurs en aflatoxines qui dépassent très largement les limites maximales tolérées.

Certains Fabricants d'aliments pour les animaux reconnaissent l'importance du risque lié aux aflatoxines dans les matières premières que sont le maïs (importé ou produit localement) et les tourteaux d'arachides et utilisent des capteurs de mycotoxines dans leur formulation.

Toujours est-il qu'il est nécessaire que des mesures de prévention et de contrôles officiels soient définies pour encadrer le secteur en termes d'autocontrôles à réaliser par les opérateurs et de surveillance à mettre en œuvre par les services officiels de contrôle.

Pour toutes ces raisons, une réflexion de fond par les autorités gouvernementales et avec les acteurs s'avère indispensable pour identifier et convenir d'une stratégie de contrôle et de lutte contre les aflatoxines, en rapport notamment avec la filière de transformation artisanale des arachides et la commercialisation de l'huile non raffinée et des tourteaux d'arachides non détoxifiés et le maïs

De la même manière, en référence aux risques d'aflatoxines dans le riz et au regard de son importance dans l'alimentation de base des populations sénégalaises, la prise en charge de la problématique des aflatoxines devrait être partie intégrante dans la stratégie de développement pour l'atteinte de l'autosuffisance alimentaire en riz.

6.2 Détermination des prévalences des aflatoxines

6.2.1 Prévalences des aflatoxines pour l'arachide

6.2.1.1 Evolution des superficies, de la production et des rendements

Les superficies emblavées et la production d'arachide au Sénégal ont évolué en dents de scie de 1961 à 2013 (figure 5) avec une tendance à la baisse. En moyenne 946 263 hectares ont été emblavés par an pour une production moyenne de près de 786 978 tonnes. Vu le caractère hivernal de la culture, cette évolution est fortement tributaire de la pluviométrie.

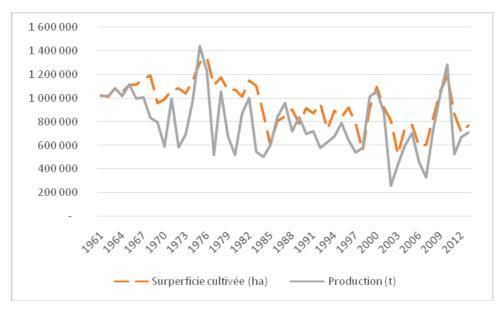


Figure 5: Évolution de la production et des surfaces cultivées en arachide de 1961 à 2013 Source des données : FAOSTAT, 2013

Une analyse sur le long terme des caractéristiques descriptives de cette évolution (tableau 1) fait ressortir l'instabilité de la production d'arachide avec un coefficient de variation de 31,5 %.

On note aussi une tendance à la baisse de la production nationale avec un taux annuel moyen (-0,90 %). Cette baisse de la production s'explique par celle des rendements avec un taux de moyen annuel de -0,06 % et surtout une tendance à la baisse des superficies allouées à cette culture avec un taux de -0,85 %.

Tableau 1 : Caractéristiques descriptives de l'évolution de la production, des surfaces cultivées et du rendement de l'arachide durant la période allant de 1961 à 2013

	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart type	Coefficient de variation	Taux de croissance moyen annuel
Surface Cultivée (Ha)	946263	524 843	1 346 000	189 310	20,01%	-0,85%
Production (tonnes)	786978	260723	1 444 093	247 958	31,51%	-0,90%
Rendement (Kg/Ha)	831	320	1 139	189	22,76%	-0,06%

Source des données : FAOSTAT, 2013

6.2.1.2 Principales zones de production

L'arachide est cultivée partout au Sénégal. L'analyse de la répartition des superficies cultivées en arachide de 2006 à 2014 montre que les régions de Kaffrine, de Kaolack, de Fatick, de Louga, et de Diourbel sont les principales zones de production avec 71% des superficies ensemencées. A elles seules, les régions de Kaffrine, de Kaolack et de Fatick représentent 47% des superficies ensemencées en arachide et plus de 52% de la production nationale (figure 5). Cependant, l'analyse des rendements moyens en arachide de 2006 à 2014 montre que la région de Kolda est la plus performante avec un rendement moyen de 1335 kg/ha suivi de celle de Kédougou avec 1112 kg/ha.

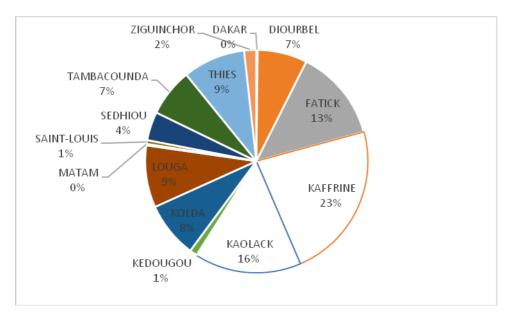


Figure 5: Répartition de la production de l'arachide de 2006 à 2014 en fonction des régions Source des données : ANSD, 2015

6.2.1.3. Taux de contamination par zone

La contamination de l'arachide par l'aflatoxine atteint des niveaux variables selon le seuil de référence. Les quantités affectées sont calculées en tenant compte des distributions des données existantes. Ces données permettent de calculer la probabilité (P) pour un lot d'arachide de dépasser la valeur seuil. Ces valeurs de probabilités appliquées sur la moyenne de production, montrent que pour le seuil 4 ppb, 35,77% de la production serait impropre à la consommation (tableau 2). En considérant le seuil 20 ppb, seuls 13,85% de la production serait déclassée.

Tableau 2: Taux de contamination au niveau national et quantité de la production d'arachide affectée

Seuil de référence	N	P	Quantité affectée
4 ppb	830.598	0,3577	297105
20 ppb	830598	0,1385	115038

Notes:

- i) Les seuils de 4 ppb et de 20 ppb pris comme référence pour l'évaluation de la contamination des produits correspondent respectivement aux teneurs maximales en aflatoxines totales (B1, B2, G1 et G2) autorisées dans les denrées alimentaires commercialisées respectivement en Europe et aux Etats-Unis.
- ii) N : correspond à la valeur probable de la production
- iii) P : correspond à la probabilité de contamination obtenue à partir des données secondaires

Source: nos estimations

L'analyse des données de production combinées à celles de la contamination montre que les quantités d'arachides présentant des teneurs en aflatoxines au-dessus du seuil de 4 ppb varient entre 296386 tonnes et 297822 tonnes, avec un intervalle de confiance de 90% (figure 6).

En considérant le seuil de 20 ppb, les quantités d'arachides présentant des teneurs en aflatoxines au-dessus de cette limite varieraient entre 114418tonnes et 115554 tonnes (figure 7); soit une baisse des quantités considérées de 61% comparativement au seuil de 4ppb.

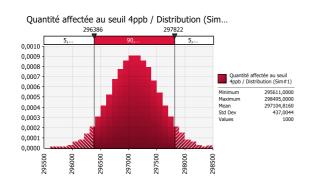


Figure 6 : Quantité d'arachide à déclassifier au niveau national au seuil de 4 ppb

Source: nos estimations

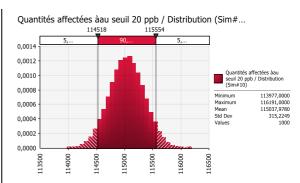


Figure 7: Quantité d'arachide concernée au niveau national au seuil de 20 ppb

Source: nos estimations

Les taux de contamination des lots affectés varient selon les zones agroclimatiques. Ainsi, au seuil de référence de 4 ppb, le taux le plus élevé (46,67%) est relevé pour la zone soudano-sahélienne (tableau 3). Ceci est lié essentiellement au fait que la plupart des résultats d'analyse disponibles ont été obtenus de lots provenant d'arachide irriguée; alors que l'arachide est produite en pluvial pour les autres zones agroclimatiques. Une baisse importante des lots concernés est encore observée en prenant comme référence le seuil à 20 ppb.

Tableau 3: Taux de contamination de l'arachide par zone agroclimatique

Seuil	Sahélienne	Soudanienne	Soudano-sahélienne
4 ppb	17,02%	33,33%	46,67%
20 ppb	2,13%	14,81%	15,56%

Source: nos estimations

En considérant la teneur en aflatoxine, les niveaux moyens sont de 3,08 ppb en zone sahelienne sous irrigation, 22,64 ppb dans la zone soudanienne et 20,78 ppb dans la zone soudano-shelienne (tableau 4).

Tableau 4: Niveaux de contamination de l'arachide par zone agroclimatique

	Sahélienne	Soudanienne	Soudano- sahélienne	
Minimum	0	0	0	
Moyenne	3,09	22,64	20,79	
Maximum	37,99	271,28	503,96	
Distribution	13,69	97,97	174,91	

Une analyse plus fine de la variabilité dans ces valeurs a été effectuée en utilisant une simulation à 1000 itérations. Les résultats obtenus montrent que le niveau de contamination, varie entre 2,4 ppb et 29,81 ppb avec un niveau de certitude de 90% (figure 8). Dans la zone soudanienne par contre, dans l'intervalle de confiance de 90%, les valeurs varieront entre 17,5 ppb et 212,8 ppb (figure 9). Dans la zone soudano-sahelienne, le niveau d'aflatoxine varient entre 22,9 ppb et 392,7 ppb, avec une valeur moyenne prédictive de 194,92 ppb (figure 10). Les lots d'arachide contaminés dans cette zone vont souvent contenir des taux d'aflatoxine supérieurs à 20 ppb.

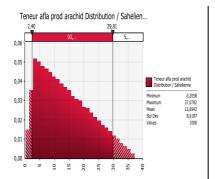


Figure 8: Distribution (zone sahélienne) de la teneur en aflatoxine pour l'arachide

Source : nos estimations

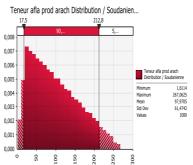


Figure 9: Distribution (zone soudanienne) de la teneur en aflatoxine pour l'arachide

Source : nos estimations

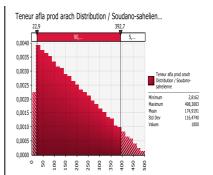


Figure 10: Distribution (soudano-sahélienne) de la teneur en aflatoxine pour l'arachide

Source: nos estimations

En considérant le taux de contamination, près du quart de la production est contaminédans la zone sahélienne, plus du tiers en zone soudanienne et près de la moitié en zone soudano-sahélienne.

La zone sahélienne présente le niveau moyen de contamination en aflatoxine de l'arachide le plus faible, inférieur à 4 ppb. Dans les zones soudanienne et soudano-sahélienne, ce niveau est en moyenne supérieur au seuil de 20 ppb.

6.2.2 Prévalences des aflatoxines pour le maïs

6.2.2.1 Evolution des superficies, de la production et des rendements

Les superficies emblavées et la production de maïs au Sénégal ont eu une tendance à la hausse de 1961 à 2013 (figure 11). En moyenne plus 88000 hectares sont ensemencés en maïs par an pour une production moyenne de plus de 114000 tonnes (FAOSTAT, 2013).

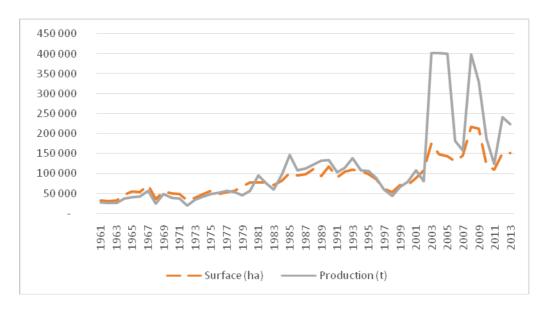


Figure 11: Évolution de la production et des surfaces cultivées en maïs de 1961 à 2013

Une analyse sur le long terme des caractéristiques descriptives de cette évolution (tableau 5) fait ressortir une forte instabilité de la production de maïs avec un coefficient de variation de 88,60%. Cette instabilité est liée à celle des superficies ensemencées en maïs et des rendements avec respectivement des coefficients de variation de plus de 49% et de 39%.

Le taux de croissance annuel moyen de la production nationale de maïs est modéré et est estimé à +4,27%. Cette augmentation s'explique par une augmentation des superficies (+2,76%) et par celle des rendements (+1,47%).

Tableau 5 : Caractéristiques descriptives de l'évolution de la production, des surfaces cultivées et du rendement du maïs durant la période allant de 1961 à 2013

	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart type	Coefficient de variation	Taux de croissance moyen annuel
Surface Cultivée (Ha)	88 067	31 000	216 517	43 276	49,14%	2,76%
Production (tonnes)	114 117	20 200	400 907	101 111	88,60%	4,27%
Rendement (Kg/Ha)	1 134	625	2 796	447	39,46%	1,47%

6.2.2.2 Principales zones de production

Le maïs est cultivé un peu partout au Sénégal. L'analyse de la répartition des superficies cultivées de 2006 à 2014 montre que les régions de Kolda, de Kaolack, de Tambacounda et de Kaffrine sont les principales zones de production avec près de 72% des superficies ensemencées. La région de Kolda est la première zone de production avec 20% des superficies ensemencées en maïs et plus de 25% de la production nationale (figure 12). Cependant, l'analyse des rendements moyens de 2006 à 2014 montre que la région de Saint Louis est la plus performante avec un rendement moyen de 2,9 t/an.

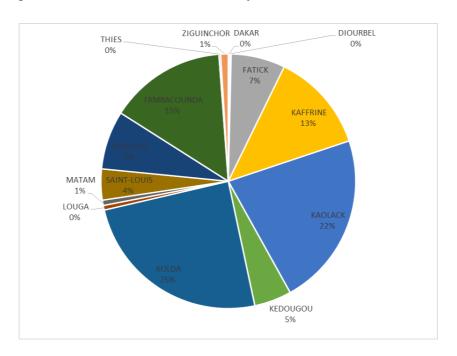


Figure 12: Répartition de la production de maïs de 2006 à 2014 en fonction des régions

6.2.2.3 Taux de contamination par zone agroclimatique

Le maïs est cultivé au Sénégal dans les zones soudanienne et soudano-sahélienne. La culture irriguée le long de la vallée du fleuve Sénégal, sous irrigation est récente. Les données de contamination de stock de cette partie, localisée dans la zone sahélienne, ne sont pas disponibles.

Les analyses concernent de ce fait, le maïs produit localement et dans les 2 zones méridionales du fait du minimum requis de pluviométrie (~800 mm). Dans la zone sahélienne, pour une production moyenne de 178408 tonnes de maïs par an, les quantités affectées

au-dessus de 4 ppb s'élèvent à 130 827 tonnes, soit 73,33% du maïs produit (tableau 6). En considérant le seuil 20 ppb, 23782 tonnes seraient déclassifiés soit 13,33%.

Tableau 6: Taux de contamination au niveau national

Seuil de référence	N	P	Quantité affectée			
4 ppb	178408	0,7333	130827			
20 ppb	178408	0,1333	23782			
N : correspond à la valeur probable de la production						
P : correspond à la probabilité de contamination obtenue à partir des données secondaires						

Source : nos estimations

L'analyse des variations des valeurs de contamination permet d'établir une variation du niveau de stocks contaminés à plus de 20 ppb, variant entre 130.519 tonnes et 131.132 tonnes, dans un intervalle de confiance de 90% (figure 13). Pour la quantité de maïs concerné au seuil de 20 ppb, les quantités varient de 23.546 tonnes à 24.018 tonnes dans un intervalle de confiance de 90% (figure 14).

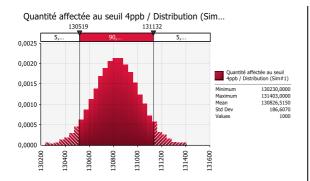


Figure 13: Quantité de maïs concernée au niveau national qui serait impropre à l'alimentation humaine au seuil de 4 ppb

Source: nos estimations

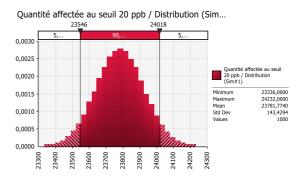


Figure 14: Quantité de maïs concernée au niveau national qui serait impropre à l'alimentation humaine au seuil de 20 ppb

Source: nos estimations

En considérant la provenance des lots de maïs analysés en terme de zone agroclimatique, des taux de conformité aux seuils de 4 ppb et de 20 ppb ont pu être déterminés (tableau 7). Dans la zone soudanienne, le maïs obtenu est bon pour la consommation humaine en considérant le seuil de 4 ppb. Pour la zone soudano-sahélienne, 26,67% des lots dépassent aussi bien le seuil de 20 ppb que celui de 4 ppb.

Tableau 7: Proportion de maïs à teneur en aflatoxine supérieure aux seuils de 4 ppb et 20 ppb par zone agroclimatique

Seuil	Soudanienne	Soudano-sahélienne
4 ppb	0%	26,67%
20 ppb	0%	26,67%

En effectuant une analyse plus fine de la variabilité dans ces valeurs en utilisant une simulation à 1 000 itérations, les résultats montrent que dans la zone soudanienne, en restant dans l'intervalle de confiance de 90%, la teneur en aflatoxine du maïs varie entre 0,26 et 1,06 ppb (figure 15); ce qui est largement en dessous du seuil de référence de 4 ppb. Dans la zone soudano-sahélienne, la teneur en aflatoxine du maïs varie entre 39 ppb et 664 ppb avec une moyenne de 295,99 ppb (figure 16). L'intervalle de confiance pour ce niveau de variation est de 90%.

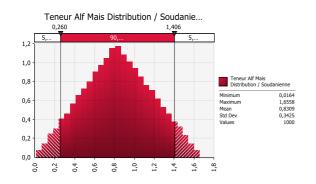


Figure 15: Distribution (soudanienne) de la teneur en aflatoxine pour le maïs

Source: nos estimations

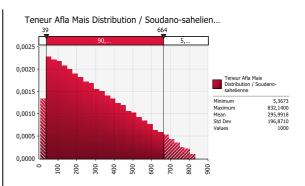


Figure 16: Distribution (zone soudanosahélienne) de la teneur en aflatoxine pour le maïs

Source: nos estimations

Dans la zone soudanienne, la proportion de maïs contaminée est faibleavec des teneurs en aflatoxines en dessous des standards européens et américains.

Par contre en zone soudano-sahélienne, plus du quart de la production est contaminée avec des teneurs en aflatoxines à 90% supérieurs au seuil de 20 ppb.

Ces taux ne concernent que la production nationale. Aucune donnée de contamination n'est disponible à ce jour pour le maïs importé dont les quantités sont supérieures à la production nationale.

6.2.3 Prévalences des aflatoxines pour le riz

6.2.3.1 Evolution des superficies, de la production et des rendements

Les superficies emblavées et la production de riz au Sénégal ont très peu évolué de 1961 à 2013 (figure 17). En moyenne plus de 83000 hectares sont ensemencés par an pour une production moyenne de plus de 181000 tonnes (tableau 8).

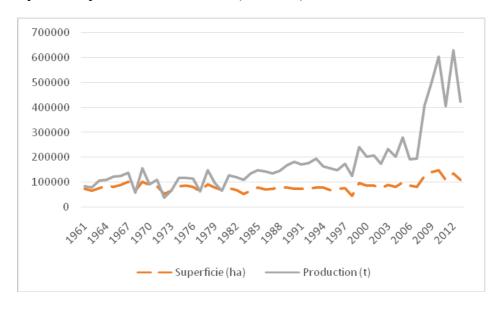


Figure 17: Évolution de la production et des surfaces cultivées en riz de 1961 à 2013

Une analyse sur le long terme des caractéristiques descriptives de cette évolution (tableau 8) fait ressortir une forte instabilité de la production de riz avec un coefficient de variation de 69,50% liée à celle des superficies emblavées et des rendements avec respectivement des coefficients de variation de près de 24% et de 41%.

Le taux de croissance annuel moyen de la production nationale de riz est modéré et est estimé à +3,04%. Cette augmentation modérée de la production s'explique plus par une augmentation des rendements (+2,43%) que par celle des superficies dont le taux de croissance moyen annuel est très faible (+0,60%).

Tableau 8: Caractéristiques descriptives de l'évolution de la production, des surfaces cultivées et du rendement du riz durant la période allant de 1961 à 2013

	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart type	Coefficient de variation	Taux de croissance moyen annuel
Surface Cultivée (Ha)	83071	45405	147208	19950	24,02%	0,60%
Production (tonnes)	181165	36700	630654	125905	69,50%	3,04%
Rendement (Kg/Ha)	2045	683	4667	857	41,91%	2,43%

6.2.3.2 Principales zones de production

Exception faite des régions de Dakar, Diourbel et Louga, le riz est cultivé un peu partout au Sénégal. L'analyse de la répartition des superficies cultivées en riz de 2006 à 2014 montre que les régions de Saint-Louis, Ziguinchor, Sédhiou et Kolda sont les principales zones de production avec près de 92% des superficies emblavées. A elle seule, la région de Saint-Louis représente 39% des superficies emblavées en riz et plus de 67% de la production nationale (figure 18). Ceci s'explique par le fait qu'elle est la région la plus performante avec un rendement moyen en riz de 2006 à 2014supérieur à 6,3 tonnes.

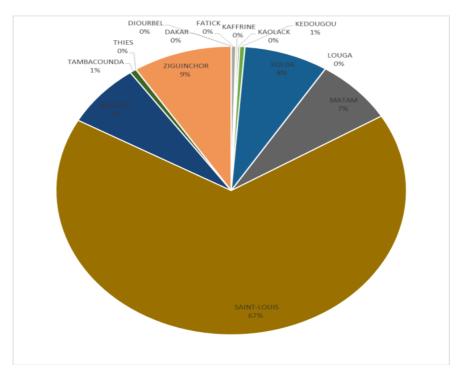


Figure 18: Répartition de la production de riz de 2006 à 2014 en fonction des régions

Le riz constitue le principal aliment vivrier des sénégalais, la consommation avoisine 1,2 million de tonnes et croît régulièrement en rapport avec la croissance démographique.

Malgré une production nationale de plus en plus importante, le pays est fortement dépendant des importations à 75%.

Les données de contamination ne sont disponible ni sur la production nationaleni sur le riz importé, bien que des études récentes montrent des niveaux de contamination relativement importante de riz dans la sous-région (CIRAD, INPHB, 3 C Ivoire, 2015).

6.3 Estimation de l'exposition des populations aux aflatoxines

6.3.1 Arachide

Depuis son introduction et sa culture à grande échelle, l'arachide a transformé les rapports sociaux et économiques dans la société sénégalaise. En 2013, la valeur ajoutée générée au niveau de la production est de l'ordre de 117 milliards de francs CFA. La chaine de valeur de l'arachide est une chaine de valeur qui connait une intervention de l'Etat malgré sa libéralisation. La commercialisation porte en moyenne sur 53% de la production (tableau 19). Deux circuits de distribution peuvent être distingués. Le premier circuit dit officiel repose sur 3 types d'acteurs les producteurs, les collecteurs ou Opérateurs Privés Stockeurs (OPS), les industriels (SUNEOR, COPEOL/NOVASEN, Complexe Agro Industriel de Touba, West African Oil); les structures de financement et le CNIA jouent un rôle crucial dans le fonctionnement de ce circuit (figure 19). Le second circuit repose lui sur les commerçants collecteurs bana-banas, les grossistes et les détaillants qui mettent à disposition des ménages divers produits et sous-produits de l'arachide. Ce deuxième circuit de distribution s'est développé très rapidement durant cette décennie notamment du fait de la crise de l'arachide. Tout au long de la chaîne de valeur, les pratiques des acteurs peuvent contribuer à l'augmentation du niveau de contamination aux aflatoxines.

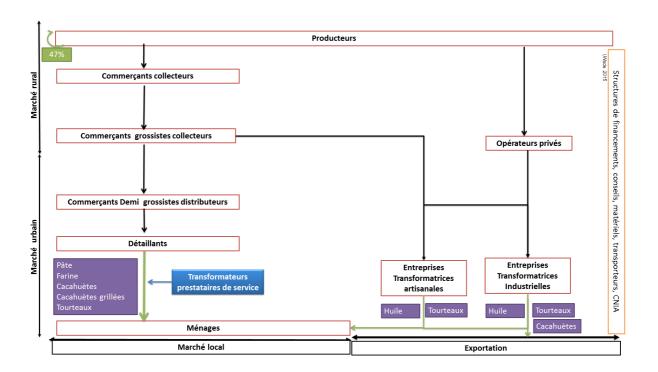


Figure 19: Chaine de valeur de l'arachide au Sénégal

6.3.1.1 Pratiques de production influant sur le niveau de contamination aux aflatoxines

La répartition des variétés d'arachide sur le territoire est en adéquation avec la longueur de la saison des pluies dans les zones agro-écologiques en sorte de terminer leur cycle avant le retrait de l'hivernage. Ceci les met théoriquement à l'abri des sécheresses de fin de cycle si propices à la contamination par l'aflatoxine. Cependant, la variabilité des pluies expose l'arachide⁴ à la sécheresse notamment au moment de la maturation des gousses les rendant plus vulnérables à la contamination aux Aspergillus et donc à l'aflatoxine.

A maturité, le plant d'arachide est extirpé du sol de différentes façons : à la main, avec un outil manuel, ou avec une souleveuse à traction animale. Les plants ainsi arrachés sont mis à sécher quelques jours dans le champ en moyettes (petits tas). Les moyettes sont ensuite rassemblées en tas plus importants, les meules. Le séchage en meule prend quelques semaines en zone soudanienne, mais il peut se prolonger plusieurs mois en attendant le battage : c'est un

.

⁴ Surtout dans la partie nord du bassin arachidier

stockage provisoire au champ. L'humidité des gousses passe ainsi de 35-40 % à l'arrachage à moins de 10 % en fin de séchage.



Figure 20: Plants d'arachides arrachés

L'égoussage⁵ se fait par battage traditionnellement à la main, gousse par gousse. Des bâtons peuvent être utilisés ; mais le mélange de gousses et de fanes brisées doit alors être ventilé.

Traditionnellement, ce sont les gousses que l'on stocke, afin de protéger la graine le plus longtemps possible. Le produit ordinaire est stocké en vrac : en greniers traditionnels, en silos ou en plein air (tas appelés « seccos »). La mise en sacs est principalement destinée aux transports et à la désinsectisation. Le procédé le plus courant consiste à former des pyramides de sacs, à les bâcher et à les traiter par fumigation au gaz insecticide.

Les produits précieux ou fragiles (semences, arachide de bouche, graines) peuvent aussi être stockés en sacs d'une contenance moyenne de 40 à 50 kilogrammes.

Les graines destinées à la semence sont ensachées et stockées en magasins réfrigérés.

La pratique, en général par les femmes, du ramassage des gousses restées dans le sol à la récolte à la fin des travaux, les pousse à collecter une majorité de gousses attaquées par des ennemis de la culture (insectes, microorganismes, etc.) mais aussi ayant séjourné plus longtemps dans le sol avec une exposition à l'humidité plus importante. Tous ces facteurs entrainent un risque élevé de contamination se traduisant par des teneurs en aflatoxine plus élevées.

Le décorticage est manuel et suivi d'un tri soigné pour les semences. Il est de plus en plus mécanisé avec divers modèles de décortiqueuses permettent de traiter environ 200 kilogrammes de gousses par jour, avec un taux élevé de brisures. Les décortiqueuses industrielles ont un débit qui peut dépasser 4 tonnes de gousses à l'heure.

⁵ Séparation des gousses des fanes, des tiges et des racines

L'arachide est produite essentiellement pour être vendue. Cependant, une forte proportion de la production se destine aussi à diverses utilisations en tête desquelles se trouve l'autoconsommation (tableau 9).

Tableau 9: Répartition de la production locale d'arachide

Source des données: Enquête de Suivi de la Pauvreté au Sénégal (ESPS, 2011), ANSD, Dakar, Sénégal

Dácian		Po	urcentage	de la produc	ction	
Région	Autoconsommée	Zakat	Semence	Métayers	Vendue	Autres utilisations
Dakar	20	14	7	0	51	9
Ziguinchor	15	6	9	1	64	6
Diourbel	29	8	6	0	52	4
Saint-Louis	22	11	3	0	54	10
Tambacounda	34	9	8	0	46	2
Kaolack	26	10	9	0	54	2
Thiès	20	14	5	0	57	4
Louga	25	16	5	0	50	3
Fatick	35	9	11	0	43	2
Kolda	27	6	5	0	60	1
Matam	30	9	2	2	56	2
Kaffrine	28	11	7	0	50	4
Kédougou	39	6	5	0	50	1
Sédhiou	23	8	10	0	57	2
Moyenne	27	10	7	0	53	4

En résumé, les principaux facteurs à risque de développement des aflatoxines sont :

- les sécheresses de fin de cycle (non maîtrise de l'eau);
- les pluies hors saisons ;
- le non respect des calendriers culturaux ;
- le non respect des bonnes pratiques phytosanitaires ;
- les mauvaises conditions de stockage ;
- le décorticage semi-mécanique entraînant des taux de brisures élevés ;
- le ramassage des gousses restées en terre après les récoltes.

6.3.1.2 Pratiques de transformation et de consommation influant sur le niveau de contamination aux aflatoxines

La transformation artisanale est particulièrement liée aux fonctions alimentaires de l'arachide au Sénégal. Elle fournit aux ménages des villes et des campagnes une variété de produits dont l'huile (Ségal), les pâtes (Dégué), les cacahuètes (Kemb et thiaf), la farine (Noflaye) et les tourteaux pour la consommation humaine et animale (Rakal).



Figure 21 : Produits issus de la transformation de l'arachide

Pour la production artisanale d'huile, les graines d'arachides sont normalement triées, afin de retirer les mauvaises graines qui affectent la qualité de l'huile d'arachide. Souvent pour l'huile destinée à la vente, le tri ne s'effectue pas et pire, les écarts de tri provenant de l'arachide destinée à la consommation de l'acteur, sont recyclées dans la transformation. Ce procédé a aussi été rapporté sur la farine (*Noflaye*) et la pâte (*Dégué*). A la suite du triage, les femmes passent au broyage de l'arachide. La farine obtenue est soumise à un vaporisage puis pressée pour en extraire l'huile. L'huile est transvasée dans des bidons et est souvent vendue sous cette forme, pour la plus grande majorité des acteurs.

Un projet de diffusion à grande échelle de Bonnes Pratiques et d'innovations techniques de traitement d'huile artisanale d'arachide est mis en œuvre par l'ANCAR et l'ITA avec le soutien financier du FNRAA. La technologie utilise un système de filtration sur de l'attapulgite (argile).

Pour la farine (*Noflaye*), l'arachide est décortiquée, normalement triée avant le broyage pour sa transformation en farine fine destinée à entrer dans la préparation de divers mets.

La pâte d'arachide (*Dégué*) résulte de la grillade suivie du dépelliculage et du broyage de la graine. Pour les cacahuètes grillées (Thiaf), le même procédé est utilisé, sauf le broyage puisque des graines grillées entières sont mises en vente, telles quelles ou après salaison. Dans la bonne façon de procéder, les graines passent par un tri de qualité pour enlever les

⁶http://www.lagazette.sn/transformation-de-lhuile-darachide-lattapulgite-un-moyen-efficace-pour-eliminer-laflatoxine/).

mauvaises graines et les graines ridées, souvent de petite taille avant la grillade. Les graines de petite taille se carbonisent avant la cuisson des bonnes graines et altèrent la couleur et le goût de la pâte.

La cacahuète (*Kemb*) résulte du décorticage et du tri des graines afin de n'en retenir que les graines bien remplies et de qualité homogène. Il en résulte des écarts dont le « goussé ou boussé » composé essentiellement de graines pas complétement remplies et donc ridées au séchage, qui sont souvent consommée crues de préférence car souvent sucrées.

Les fanes d'arachide sont un fourrage apprécié, activement commercialisé pour l'alimentation des animaux et, en particulier, pour « l'élevage de case » des zones péri-urbaines.

Les tourteaux sont les résidus solides obtenus après extraction de l'huile des graines ou des fruits oléagineux. Ce sont les co-produits (sous-produits) de la trituration, de l'huile. Ils sont utilisés le plus souvent dans l'alimentation animale (bovins, ovins, caprins, équins ; porcins, volaille, etc.) et quelques fois dans l'alimentation humaine dans certaines zones du Sénégal.

A l'état brut, la coque d'arachide, composée essentiellement de cellulose, constitue donc essentiellement un aliment de lest dans l'alimentation des ruminants. En effet les processus digestifs chez ces derniers se déroulent en grande partie dans la panse et qu'ils ne peuvent s'y effectuer normalement que si cet organe atteint un certain de réplétion (Calvet, 1977).

Les coques d'arachide entrent en plus dans la production de charbon, d'électricité et dans l'amendement des terres agricoles.

Pour la consommation, au Sénégal l'arachide est consommée sous une diversité de formes et à longueur de journée, particulièrement au moment des récoltes (tableau 10).

Tableau 10: Liste des plats à base d'arachide consommés dans le centre du Bassin arachidier (source : Diene, 2015)

Plats	Définition
Mafé	Ragoût répandu en Afrique de l'Ouest (Sénégal, Gambie, Mauritanie, Mali, etc. à l'origine) composé de riz et d'une sauce onctueuse à la pâte d'arachide (<i>dégué</i>) et à la tomate, avec souvent de la viande ou du poisson, et des légumes.
Dakhine	Plat d'origine sénégalaise préparé avec de la pâte et le poudre d'arachide (<i>noflaye</i>) et des ingrédients aussi le plus souvent consommé le soir pour le diner.
Bakhalu saloum	Le <i>baxalousaloum</i> est l'un des plats favoris de la cuisine sénégalaise originaire des régions du sine saloum dont il porte le nom. Il est préparé avec une bonne quantité de poudre d'arachide blanche (<i>noflaye</i>) et des ingrédients.
Laaxu neteurie	Il désigne la semoule de mil ou de sorgho pour bouillie, Accompagné d'un laitage de pâte d'arachide, le <i>laaxuneteurie</i> est le plus souvent préparé lors des cérémonies comme le baptême. Mais dans certaines régions comme le Sine Saloum il est souvent préparé pour servir de diner.
Thiouraye guerte	Le <i>thiourayeguerté</i> est préparé à bien des occasions pour les gamins en guise de goûter. C'est un repas à préparation rapide. Il ne coute pas cher. C'est une bouillie fait à base de riz et de la pâte d'arachide en quantité. Dans les autres contrés du Sénégal, il est appelé <i>SombiGuerté</i> .
Niéleng	Il est composé de mil et d'une sauce onctueuse à la pâte d'arachide (dégué) et à la tomate, avec souvent de la viande ou du poisson, et des légumes. C'est repas typiquement sénégalais.

En résumé, l'arachide et ses nombreux sous-produits constituent une source de revenu très importante pour les producteurs et rentrent sous diverses formes dans l'alimentation de base tant pour les populations rurales qu'en zone urbaine.

Le développement de la transformation artisanale augmente considérablement le niveau d'exposition des populations à travers la mise en marché des huiles brutes non raffinées et des sous-produits qui rentrent dans l'alimentation de bétail.

Le développement de la transformation artisanale en l'absence d'un système de contrôle et de traçabilité accentue les risques de fraudes sur l'emballage. De nombreux cas d'adultération des huiles ont été signalés dans plusieurs régions lors des focus-groupes.

6.3.2 Maïs

Deuxième céréale locale la plus produite, le maïs a certes vu sa production augmentée d'année en année. Cependant, elle ne satisfait pas la demande locale. En 2013, la valeur ajoutée générée au niveau de la production est de l'ordre de 35 milliards de francs CFA. En moyenne, seul 36% de la production locale est commercialisée (tableau 11).

Tableau 11: Répartition de la production du maïs local

Source des données: Enquête de Suivi de la Pauvreté au Sénégal (ESPS, 2011), ANSD, Dakar, Sénégal

Dácion		Pour	rcentage de la p	production	
Région	Autoconsommé	Zakat	Semence	Bétail	Vendu
Dakar					
Ziguinchor	25%	25%	0%	0%	50%
Diourbel	63%	0%	0%	0%	38%
Saint-Louis	27%	3%	48%	11%	10%
Tambacounda	64%	9%	3%	0%	23%
Kaolack	38%	9%	9%	0%	44%
Thiès					
Louga	10%	15%	0%	10%	65%
Fatick	51%	7%	3%	0%	39%
Kolda	58%	9%	1%	0%	32%
Matam	47%	10%	2%	0%	42%
Kaffrine	46%	11%	2%	1%	41%
Kédougou	62%	15%	8%	0%	15%
Sédhiou	60%	9%	2%	0%	29%
Moyenne	46%	10%	6%	2%	36%

Le circuit de distribution du maïs local repose sur les commerçants collecteurs bana-banas qui vont au niveau marché hebdomadaire (*louma*), les commerçants grossistes, les demigrossistes et les détaillants. Le maïs importé passe par deux circuits distincts. Le premier circuit concerne les industriels importateurs qui utilisent le maïs dans leur processus de fabrication de produits pour une alimentation humaine et/ou animale. Leurs importations représentent 42% du maïs importé au Sénégal (Wade et Ndiaye, 2010). Ils importent du maïs jaune de grade 2 de type corné ou corné denté répondant aux exigences des industriels. Le deuxième circuit concerne les grossistes importateurs qui alimentent les marchés domestiques urbains et ruraux via les grossistes distributeurs, les demi-grossistes et les détaillants.

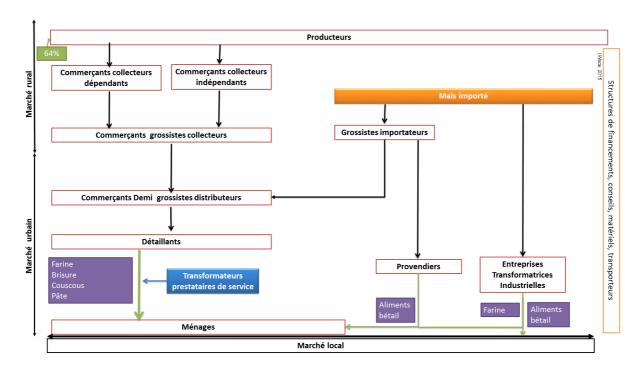


Figure 21: Chaîne de valeur du maïs au Sénégal

Tout au long de la chaîne de valeur, les pratiques des acteurs peuvent contribuer à l'augmentation du niveau de contamination aux aflatoxines.

6.3.2.1 Pratiques de production influant sur le niveau de contamination aux aflatoxines

A la maturité, le taux d'humidité du maïs est très élevé. La maturité physiologique est atteinte pour des taux d'humidité compris entre 35 et 38%. Du fait de son taux d'humidité élevé à la récolte, le maïs est la céréale qui nécessite la plus longue période de séchage car la conservation se fait correctement à moins de 13 à 14%. Pour atteindre cet objectif, les producteurs, n'ayant pas à leur disposition des séchoirs, utilisent deux (2) méthodes de séchage à savoir le séchage sur pied du maïs et le séchage en tas au champ. C'est ainsi que 71% de l'échantillon laissent le maïs sécher sur pied pendant un mois et demi environ après la maturité et 29% coupent les épis 2 semaines après la maturité et les regroupent en plusieurs tas à même le sol pendant 2 semaines (Faye, 2012). Le deuxième type de séchage a comme conséquence, pour les producteurs qui le pratiquent, la perte de 38 à 50 Kg pour une tonne. En effet, certains épis présentent une dégradation de la qualité qui peut être causée par des microorganismes (moisissures), des attaques de ravageurs tels que les rats, la divagation des

animaux, les pluies hors saison (Faye, 2012). L'égrenage et la mise en sacs de la production font suite au séchage.

Concernant le stockage, Faye (2012) montre que 57% des producteurs stockent la production mise en sacs dans les cours de leurs concessions car n'ont ni de magasins personnels, ni de place dans les magasins villageois ou le vendent directement. Environ 23% de producteurs ont un magasin personnel; cependant, aucun nettoyage ni traitement préventif des locaux de stockage n'est effectué et la conséquence directe est que ces locaux sont pleins de poussière et de débris de végétaux de toutes sortes. Ils ne sont pas aérés car étant exempts d'ouvertures, leurs sols ne sont pas en dalle cimenté et présentent de nombreuses fissures qui laissent passer l'humidité et les ravageurs. Les autres producteurs ont recours aux magasins villageois; mais ces lieux de stockage sont peu fréquentés par les producteurs car souvent, non seulement les conditions d'accès y sont difficiles, mais aussi la gestion des stocks y est défectueuse. De plus, dans ces magasins, il existe une réelle promiscuité car ils accueillent toutes sortes de productions telles que le maïs, le mil, l'arachide. Ainsi, les mauvaises conditions de stockage dans ces différents types de magasins qui ne répondent nullement aux normes d'entreposage pour l'obtention de la qualité et de sécurité du produit, entrainent une dégradation de la qualité du maïs stocké.

6.3.2.2 Pratiques de transformation et de consommation influant sur le niveau de contamination aux aflatoxines

Les différents plats à base de mais consommés peuvent être classés en deux catégories :

Le couscous accompagné d'une sauce et les bouillies.

Le couscous ou *cere* en wolof est préparé à partir de la farine de mil ou de maïs transformée en granulés (souvent le mil est mélangé avec un peu de maïs ou du riz avant la mouture pour améliorer la couleur de la farine). Le produit obtenu est ensuite cuit plusieurs fois à la vapeur. A la dernière étape, il est mélangé avec de la poudre de feuilles de baobab ou « lalo » pour le rendre plus gluant et plus digeste.

Le couscous peut avoir un goût « fermenté » très prononcé, comme l'apprécient bien les ethnies wolof et sereer. Le couscous non-fermenté «janj » est par contre davantage consommé par les ethnies peules et toucouleurs. Quel que soit le type de couscous (fermenté, non fermenté), il est toujours associé à une sauce à base de poisson frais, de poisson fumé ou viande et des légumes.

Les différentes sauces qui accompagnent le couscous sont :

 le siim, sauce à base de poisson frais, de poisson fumé ou de viande ; elle est préparée avec de l'huile d'arachide, des légumes et du concentré de tomate ; c'est l'une des sauces les plus simples qui accompagnent le couscous ;

- le baasse est une sauce à base de pâte d'arachide ; elle est proche du mafé mais elle estmoins épaisse et contient du niébé ; elle est préparée avec du poisson fumé ou de la viande, de l'huile d'arachide, des légumes, du concentré de tomate ;
- le *mbuum* sauce à base de feuille de « *nebeday*» ou de feuilles de chou ; le *mbuum* est accompagné de poisson frais ou fumé et de poudre d'arachide ;
- Le *nieleng* ou couscous s'accompagnant d'une sauce à base de pâte d'arachide.

En dehors du couscous, les plats à base de céréales locales généralement consommés au sein des ménages sont des bouillies :

- le *fondé*, bouillie à base de granulés de mil ou *araw* cuits dans de l'eau bouillante ; à la consommation, il est mélangé avec du lait caillé ou du citron ;
- le *laax*, bouillie similaire au *fondé* mais qui est plus consistante (moins liquide que le *fondé*) ;elle nécessite une quantité plus importante de lait caillé sucré versé au-dessus de la bouillie ; le *laax* s'accompagne aussi d'un mélange de pâte d'arachide et de jus de pain de singe appelé *nëtëri* ;
- le *thiacry*, bouillie préparée à partir des granules de farine de mil cuit à la vapeur. Il est mélangé avec du lait caillé et consommé frais ;
- le *ngalax*, sa technique de préparation est similaire au *thiacry* mais le lait caillé est remplacé par un mélange de pâte d'arachide et de jus de pain de singe (fruit du baobab) dilué dans l'eau.
- bouillie de brisure de mais ou *sombi* qui peut être préparée avec ou sans arachide ;

En résumé, les principaux facteurs à risque de développement des aflatoxines sont :

- Les mauvaises conditions de stockage;
- L'infestation des produits par les insectes par défaut d'une protection phytosanitaire appropriée ;
- L'absence d'un système performant d'agréage des lots et de triage des graines destinées à la transformation.

6.3.3 Riz

Au Sénégal, le riz occupe une place prépondérante dans le régime alimentaire de la population. Malgré les progrès réalisés en terme de productivité, la production locale n'arrive pas à satisfaire la demande. En 2013, la valeur ajoutée générée au niveau de la production est de l'ordre de 52 milliards de francs CFA. En moyenne, seul 39% de la production locale est commercialisée (tableau 12).

Tableau 12: Répartition de la production du riz local au Sénégal Source des données: Enquête de Suivi de la Pauvreté au Sénégal (ESPS, 2011), ANSD, Dakar, Sénégal

D/atan	Pourcentage de la production					
Région	Autoconsommation	Zakat	Semence	Bétail	Vendu	
Dakar						
Ziguinchor	25	25	0	0	50	
Diourbel	63	0	0	0	38	
Saint-Louis	38	5	33	8	16	
Tambacounda	53	11	4	0	33	
Kaolack	37	10	8	0	45	
Thiès						
Louga	10	15	0	10	65	
Fatick	49	9	2	0	39	
Kolda	56	6	1	0	36	
Matam	47	8	1	0	43	
Kaffrine	37	11	3	1	48	
Kédougou	47	13	11	0	29	
Sédhiou	61	6	1	0	32	
Moyenne	44	10	5	1	39	

Le circuit de distribution de riz local concerne plusieurs acteurs : les commerçants collecteurs bana-banas, les rizeries, les unités de décorticage artisanal, les commerçants grossistes, les demi-grossistes et les détaillants. Le circuit de distribution du riz importé fait intervenir les commerçants grossistes qui achètent le produit à des sociétés de négoce. Ce riz importé arrive aux ménagères via les commerçants demi-grossistes et les détaillants ; il est surtout consommé dans les centres urbains.

Tout au long de la chaîne de valeur, les pratiques des acteurs peuvent contribuer à l'augmentation du niveau de contamination aux aflatoxines.

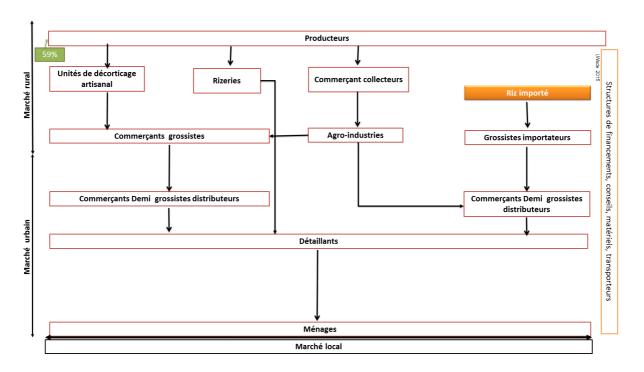


Figure 22: Chaîne de valeur du riz au Sénégal

6.3.3.1 Pratiques de production influant sur le niveau de contamination aux aflatoxines

Les riziculteurs ne récoltent pas souvent à temps, ce qui augmente les pertes par égrainage (photo 1a et 1b).

Durant la saison d'hivernage, à cause du démarrage tardif de la campagne, le riz boucle difficilement son cycle dans de bonnes conditions en raison des basses températures pendant la dernière phase de croissance.

Après la récolte de la saison sèche chaude, le paddy est exposé aux pluies précoces avant le battage; ce qui entraîne un risque de contamination aux aflatoxines.

En outre, pendant la saison sèche chaude, les grains récoltés ne sont pas bien séchés avant d'être mis en sac; cela affecte entraîne une condition favorable à la production d' l'aflatoxine.



Photo 1 : Riz en phase de maturation pas prêt à être récolté (a) ; riz en surmaturé (b)



Photo 2 : Riz récolté dans un champ avec de l'eau (gauche); riz empilé, germé à cause de la pluie (droite).

Source: SAED, Saint-Louis

Le non-respect des calendriers culturaux en zones irrigués expose à la récolte en saison des pluies. Ce qui accentue les difficultés du séchage favorisant ainsi le développement de l'aflatoxine dans le riz.

La récolte manuelle du riz et le séchage dans des parcelles encore gorgées d'eau, constituent également des pratiques à risque (photo 2a et 2b).

L'emballage en nylon généralement utilisé favorise l'accumulation de l'humidité stimulant ainsi le développement des champignons et donc de la production d'aflatoxine

6.3.3.2 Pratiques de transformation et de consommation influant sur le niveau de contamination aux aflatoxines

L'insuffisance des infrastructures de stockage sécurisées, pour permettre un approvisionnement régulier des usines constitue un risque d'accumulation d'aflatoxine dans le riz. En effet, après la récolte, le paddy est étalé à même le sol pour le séchage. Le séchage est effectué en général au sein de l'UDA, au bord des routes ou dans les rues et ruelles des zones d'installation. Il se fait au soleil à une durée variant entre une demi-journée à trois jours en fonction du taux d'humidité du paddy à l'achat. Après séchage, le paddy est introduit dans la décortiqueuse à travers la trémie, la trame d'ouverture est alors enlevée pour permettre son passage

La mauvaise organisation des acteurs et l'insuffisance de la connexion sur le marché pour un écoulement rapide des stocks, accentuent le besoin en magasin de stockage pour amoindrir les risques de contamination.

En résumé, la consommation moyenne de riz au Sénégal est de l'ordre de 80 kg/habitant/an, avec une fréquence d'ingestion de 1 à 3 fois par jour, selon la période et la région. Puisque l'exposition est liée au niveau de consommation (quantité x fréquence) d'une part et au taux de l'aflatoxine d'autre part, la connaissance des niveaux de contamination du riz importé ou produit localement aurait permis de mesurer la contribution du riz à l'intoxication.

6.3.4 Niveau d'exposition

Les produits arachidiers et à base de maïs, les procédés de cuisson pour la préparation des repas font intervenir essentiellement la chaleur sèche et la chaleur humide, à des niveaux qui n'ont aucune influence sur la teneur en aflatoxine (Diédhiou et al, 2007).

La teneur en aflatoxine dans différents types d'aliments pour alimentation humaine et pour alimentation animale au Sénégal est consignée dans le tableau 13.

Tableau 13: Teneur en aflatoxine de différents aliments au Sénégal

Matrice	Destination alimentaire	Minimum (ppb)	Moyenne (ppb)	Maximum (ppb)
Aliment volaille	Volaille	0	90,32	387,91
Arachide	Humaine	12,20	52,15	92,10
Chocolat base d'arachide	Humaine	17,50	34,03	61,71
Farine d'arachide	Humaine	0	3,60	35,95
Graine d'arachide	Humaine	0	13,14	503,96
Huile ségal	Humaine	6,69	48,19	109,14
Maïs	Humaine	0	35,80	852,16
Pâte d'arachide	Humaine	0	15,12	96,60
Riz	Humaine	0	0,70	2,10
Tourteaux d'arachide	Animale	18,97	223,55	733,32
Tourteaux coton	Animale	0	6,52	18,30

Ce tableau montre que tous les produits analysés contiennent de l'aflatoxine, souvent à un niveau de contamination dépassant les limites autorisées.

Sur la base de ces données une analyse plus fine de la variabilité a été effectuée. Les résultats montrent, par exemple, que les teneurs en aflatoxine dans l'huile *ségal* sont comprises dans 90% des cas entre 54,9 ppb et 346,4 ppb, avec une moyenne estimée à 184,51 ppb. Ainsi, le niveau minimum de contamination en aflatoxines représente plus du double du seuil de référence de 20 ppb (figure 23).

Pour les **chocolats à base d'arachide**, les niveaux en aflatoxine sont dans près de 90% des cas supérieurs au seuil de 20 ppb variant entre 19,49 ppb et 53,38 ppb (figure 24).

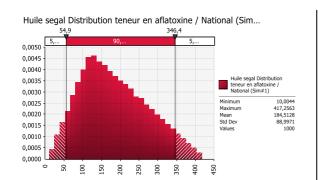
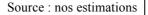


Figure 23: Teneur en aflatoxine dans l'huile de trituration artisanale au Sénégal



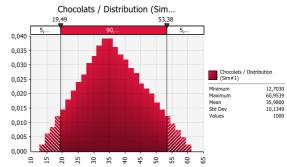


Figure 24: Teneur en aflatoxine des chocolats à base d'arachide faits au Sénégal

Source: nos estimations

Connaissant les teneurs en aflatoxine des produits et sous-produits de l'arachide et du maïs, les quantités d'aliments ingérées de ces produits par jour ont été déterminées. La consommation intensive des aliments à base d'arachide et de maïs se concentre essentiellement autour des zones de production. Diène (2015) a établi sur la base des données d'enquête, les quantités équivalentes d'arachide et de maïs ingérées selon le plat consommé (tableau 14).

Tableau 14: Quantité équivalente d'arachide et de maïs ingérée par la consommation de ces plats

Plat	Ingrédient de base	Repas	Qp (g)
Mafé	Pâte d'arachide	Midi	61,20
Dakhine	Pâte d'arachide	Midi	59,83
Dakhine	Farine d'arachide	Midi	124,35
Mbakhal Saloum	Farine d'arachide	Midi	125,35
LaaxuNeteury	Pâte d'arachide	Soir	128,63
ThiourayeGuerté	Farine d'arachide	Soir; matin	108,69
Nieleng	Pâte d'arachide	Midi	71,61
Thiérébassé	Pâte d'arachide	Soir	69,29
Thiep	Huile d'arachide	Midi; soir	0,13
Chocolat	Pâte d'arachide	Matin	23,51
Kemb	Graines d'arachide	Indiffèrent	45,95
Thiaf	Graines d'arachide	Indiffèrent	29,97
GuertéSukar	Graines d'arachide	Indiffèrent	22,97
Laakh/Fondé	Farine de maïs	Matin; soir	150,00
Thiéré	Farine de maïs	Soir	150,00
Thiep maïs	Brisures	Midi	150,00
Qp = quantité base maïs/arachide ingé	erée		

Source des données : nos estimations partant de Diène (2015)

Les données du tableau 13 ont permis de calculer les quantités possibles d'aflatoxine ingérées par jour. Pour cela, la formule suivante a été utilisée :

$$Q_{afi} = \sum \left(Q_{ara} * t_a + Q_{maïs} * t_m\right)_{matin} + \left(Q_{ara} * t_a + Q_{maïs} * t_m\right)_{midi} + 2Q_{segal} * t_s + \left(Q_{ara} * t_a + Q_{maïs} * t_m\right)_{soir} + Q_{ara} * t_{aEncas} * t_{aEncas}$$

Où

- Q_{ara} : quantité d'arachide consommée $Q_{maïs}$: quantité de ma $\ddot{}$ s consommée
- $-t_a$: teneur en aflatoxine de l'arachide $-t_m$: teneur en aflatoxine du maïs
- t_{aEncas} : teneur en aflatoxine de l'arachide consommée hors repas
- t_s: teneur en aflatoxine de l'huile ségal

Des estimations ont pu être faites afin de déterminer la contribution de chaque spéculation à la quantité d'aflatoxine ingérée. Les résultats montrent que la consommation d'arachide varie entre 0 et un maximum de 408,62g par jour d'arachide; (tableau 15).

Les plus fortes valeurs sont certainement atteintes dans les zones de production et au moment de la récolte. Par conséquent, l'ingestion d'aflatoxine par le biais de la consommation d'arachide se situe entre 0 et 70,7 µg/par personne avec une valeur probable de 37,78 µg/par personne.

Tableau 15: Distribution des quantités d'arachide et de maïs et conséquemment d'aflatoxine ingérées par jour au Sénégal

Arachide/jour	Minimum (g)	Moyenne (g)	Maximum (g)	Distribution (g)
Arachide matin	0	66,1	108,69	58,26
Arachide midi	0	73,75	125,35	66,365
Arachide soir	0	76,69	128,63	68,44
Arachide encas	0	32,96	45,95	26,30
Total arachide ingérée par jour	0	249,49	408,62	219,37
Total aflatoxine par arachide (μg/individu)	0	42,97	70,37	37,78

La consommation de maïs quant à elle, peut atteindre 450 g/jour dans les zones de production et essentiellement pendant les périodes de récolte (tableau 16).

Tableau 16: Quantité de maïs ingéré par jour à travers l'alimentation au Sénégal

Maïs/jour	Minimum	Moyenne	Maximum	Distribution
Maïs matin	0	75	150	75
Maïs midi	0	75	150	75
Maïs soir	0	100	150	83
Maïs encas				
Total maïs ingéré par jour	0	250	450	233
Total aflatoxine par le maïs (µg/individu)	0	74	133	69

Les quantités de maïs consommées varient entre 0 et 450 g par individu et par jour, ce qui entraine une ingestion d'aflatoxine variant entre 0 et 133 μg avec une valeur moyenne probable de 69 μg par individu et par jour.

L'affinement de l'analyse montre qu'avec la consommation d'aliments à base d'arachide, la population ingère, dans 90% des cas, entre 3 ppb et 101 ppb d'aflatoxine par jour (figure 25).

La densité de distribution des fonctions de probabilité pour la consommation d'aliments à base maïs montre que les sénégalais ingèrent, dans 90% des cas, entre 6,4 ppb et 191,9 ppb d'aflatoxine par jour (figure 26). La consommation d'aliments faisant appel souvent à une diversité de composants, il est par conséquent envisageable de combiner la consommation d'aliments à base d'arachide et de maïs (figure 27). Ce scenario est réalisé dans le contexte du Sénégal, essentiellement dans les zones soudano-sahélienne et soudanienne. Les quantités d'aflatoxine ingérées par l'association d'arachide et de maïs dans un même régime alimentaire varient vraisemblablement entre 11,7 et 200,1 µg par personne.

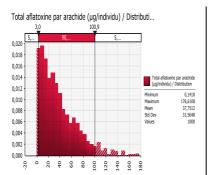


Figure 25: Teneur en aflatoxine total de l'arachide consommée par jour/individu

Source: nos estimations

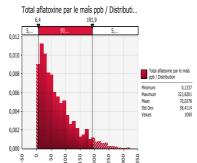


Figure 26: Teneur en aflatoxine total de maïs consommé par jour/individu

Source : nos estimations

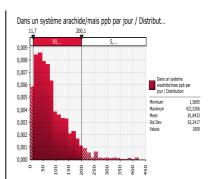


Figure 27: Teneur en aflatoxine d'un système d'alimentation incluant l'arachide et le maïs produits au Sénégal (µg/individu)

Source : nos estimations

Le niveau d'exposition varie en fonction des zones agroclimatiques et de la période de l'année. La consommation de maïs seul expose à des niveaux de 6,4 à 192 ppb, celle d'arachide de 3 à 101 ppb. La consommation combinée de l'arachide et du maïs dans un même régime alimentaire conduit à l'ingestion de 11,7 à 200 ppb d'aflatoxine.

7 Analyse de l'impact des aflatoxines

7.1 Impact sur la santé

Au Sénégal, les seules données disponibles sur la teneur en aflatoxine dans le corps des humains, sont celles de Watson et al, (2015). Ces données ont l'avantage de couvrir un fasciés plus large de situation de consommation aussi bien de l'arachide que du maïs. Le travail établit en plus une claire corrélation entre la fréquence d'ingestion d'aliments à base d'arachide et/ou de maïs et les niveaux d'aflatoxine dans le sang.

Les différents calculs effectués se basent essentiellement sur ces observations, combinées avec les données recueillies au niveau des focus groupes, ayant couvert presque tout le territoire national.

Les niveaux d'aflatoxine obtenus par Watson et al. (2015) selon la fréquence de consommation d'arachide et de maïs sont consignés dans le tableau 17.

Tableau 17: Aflatoxine dans le sang selon la consommation d'arachide et de maïs

Consommation	Nombre de participants	Moyenne géométrique (pg/mg)	Intervalle (pg/mg)	Distribution AF-alb (pg/mg)		
Arachide						
Faible (< 4 jours/semaine)	45	24,0	18,7-30,8	24,5		
Importante (≥ 4 jours/semaine)	107	62,8	56,0-74,3	64,4		
Maïs						
Faible (< 4 jours/semaine)	96	41,1	33,5-50,3	41,6		
Importante (≥ 4 jours/semaine)	54	61,4	48,5-77,9	62,6		

Source des données : Watson et al, 2015

L'analyse de la distribution chez les groupes à consommation d'arachide faible montre qu'à 90% des cas, la teneur en aflatoxine varie entre 20,4 pg/mg albumine et 28,76 pg.mg albumine (figure 28). Chez les groupes à forte consommation d'arachide, la teneur en aflatoxine varie entre 58,48 pg/mg albumine et 71,05 pg/mg albumine (figure 28). Les valeurs trouvées sont plus importantes chez les individus consommant des aliments à base de maïs plus de 4 fois par jour (figure 28).

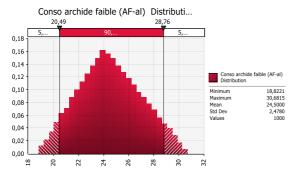


Figure 28 : Variation de la teneur en adduits d'aflatoxine dans l'albumine du sang de personnes consommant peu d'arachide

Source: nos estimations

Conco arachide forte (AF-alb) / Distributi...

58,48

71,05

5,...

Conco arachide forte (AF-alb) / Distribution

Conco arachide forte (AF-alb) / Distribution

Minimum

Maximum

73,9298

Mean

64,365

Std Dev

Values

1000

Figure 29: Variation de la teneur en adduits d'aflatoxine dans l'albumine du sang de personnes consommant beaucoup d'arachide

Source : nos estimations

Bioscope SARL ————————————————62

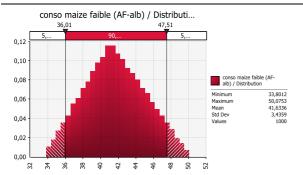
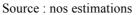


Figure 30: Variation de la teneur en adduits d'aflatoxine dans l'albumine du sang de personnes consommant du maïs moins de 4 fois par semaine.



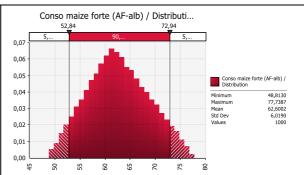


Figure 31: Variation de la teneur en adduits d'aflatoxine dans l'albumine du sang de personnes consommant du maïs plus de 4 fois par semaine

Source: nos estimations

Les niveaux d'aflatoxines chez les individus avec différentes combinaisons d'aliments à base d'arachide et de maïs sont présentés dans le tableau 18. Il ressort de l'analyse que dans les zones où vous avez une forte consommation d'arachide et de maïs vous avez les teneurs en aflatoxine dans le sang les plus élevées.

Tableau 18 : Teneur en aflatoxine selon les combinaisons de consommation arachide et maïs

Combinaisons	Moyenne géométrique (pg/mg)	Minimum (pg/mg)	Maximum (pg/mg)	Distributions AF-alb (pg/mg)
Faible arachide/faible maïs	22,3	17	29,5	23
Faible arachide/forte mais	38	20	68	42
Forte arachide/faible maïs	62,2	49,2	78,2	59
Forte arachide/ forte maïs	65,2	50,4	84,2	67

Source des données : Watson et al, 2015

L'alimentation faisant souvent appel à une diversité de produits avec des associations possibles entre l'arachide et le maïs, la combinaison des denrées dans les menus quotidiens a permis d'établir les relations consignées dans le tableau 19.

Les données de focus groupes ont permis de dresser un profil global de consommation intégrant l'arachide et le maïs au niveau des régions. Les fréquences de consommation générales pour ces 2 produits sont consignées dans le tableau 19.

Bioscope SARL ——————————————————————63

Tableau 19: Données de focus groupes sur la consommation d'arachide et de maïs au niveau des régions du Sénégal

Seriegai	T. Control of the Con				
	Consommation				
Zones	Plat à base d'arachide	Plat à base de maïs	Plat à base de riz		
Ndioum	1 fois par mois	au plus 1 fois par jour	2 fois par jour		
Kaolack	2 à 3 fois par jour	1 à 2 fois par jour	2 fois par jour		
Diourbel	2 fois par jour en plus de ségal	Néant	2 fois par jour		
Tambacounda	2 fois par jour	2 fois par jour	2 fois par jour		
Thiès	2 fois par jour	3 fois par semaine	2 fois par jour		
Ziguinchor	1 à 2 fois par jour	1 à 2 fois par jour à la récolte	2 fois par jour		

Les variations probables des niveaux d'aflatoxine dans le sang des personnes selon les niveaux de consommation d'arachide et/ou de maïs sont présentées dans les figure 32 et 33.

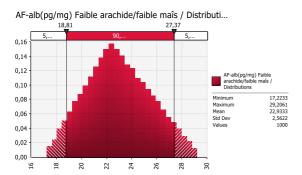


Figure 32 : Taux d'aflatoxine dans le sang par combinaison d'une faible quantité d'arachide et d'une faible quantité de maïs

Source: nos estimations

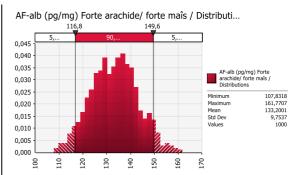


Figure 33: Taux d'aflatoxine dans le sang par combinaison d'une forte quantité d'arachide et d'une forte quantité de maïs

Source: nos estimations

Source des données : Watson et al, 2015

Les différentes régions du Sénégal ont été classées en différents groupes selon les données tableau 19. Les résultats de ce regroupement sont consignés dans le tableau 20.

Tableau 20: Niveau de consommation du maïs et de l'arachide dans les régions

	Régions	Spéculations		
Zones de focus group	Regions	Arachide	Maïs	
Ndioum	Saint Louis, Matam	Faible	Faible	
Kaolack	Kaolack, Kaffrine,	Forte	Forte	
Diourbel	Diourbel, Fatick	Forte	Faible	
Tambacounda	Tambacounda, Kédougou	Forte	Forte	
Thiès	Thiès, Louga	Forte	Faible	
Ziguinchor	Ziguinchor, Sédhiou, Kolda	Forte	Faible	
Dakar	Dakar	Faible	Faible	

Source des données : Focus groupes

Selon le Programme National sur l'hépatite, le taux de portage chronique du virus de l'Hépatite B au Sénégal est de 17% de la population générale⁷.

Sur la base de ces informations, les calculs ont permis d'établir le nombre de cas de cancers du foie dérivant de l'exposition à l'aflatoxine et tenant compte de la prévalence de l'hépatite B. Les résultats sont consignés dans le tableau 21.

Tableau 21: Nombre de cancers du foie par région au Sénégal en fonction de l'exposition à l'aflatoxine

		Nombres de cancers du foie par an				
Régions	Population	Minimum	Valeur probable (moyenne de distributions)	Maximum		
Dakar	2956023	99 (3)*	133	171 (6)		
Ziguinchor	523840	51 (10)	60	80 (15)		
Diourbel	1420082	137 (10)	164	218 (15)		
Saint-Louis	870629	29 (3)	39	50 (6)		
Tambacounda	649854	64 (10)	85	107 (17)		
Kaolack	918355	91 (10)	120	152 (17)		
Thiès	1709112	165 (10)	197	262 (15)		
Louga	835325	81 (10)	96	128 (15)		
Fatick	684652	66 (10)	79	105 (15)		
Kolda	633675	61 (10)	73	97 (15)		
Matam	541032	18 (3)	24	31 (6)		
Kaffrine	544011	54 (10)	71	90 (17)		
Kédougou	152134	15(10)	20	25 (17)		
Sédhiou	434877	42 (10)	50	67 (10)		
Sénégal	12 873 601	972	1 213	1 584		

*(): Nombre de cas de cancers du foie par 100 000 habitants

Source : nos estimations

⁷ Source: www.hepatites.sn

Bioscope SARL ————— 65

Le nombre de cancers du foie par an attendu varie entre un maximum de 197 dans la région de Thiès et un minimum de 20 dans la région de Kédougou. Ces valeurs absolues résultent d'un taux et d'un nombre de population avec les grandes concentrations humaines tendant à donner plus de cas de cancers.

En examinant de plus l'incidence par région, on se rend compte que dans les régions de Dakar, Saint Louis et Matam l'incidence de cancers du foie est la plus faible (3 à 6 par 100 000 habitants). Les zones de production et de consommation d'arachide et/ou de maïs (Kaolack, Kaffrine, Tambacounda, Kédougou) sont les régions où l'incidence de cancers de foie est la plus élevée (10 à 17) (figure 34).

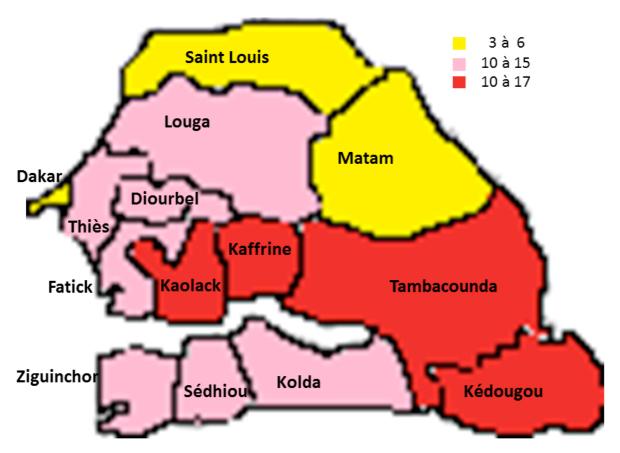
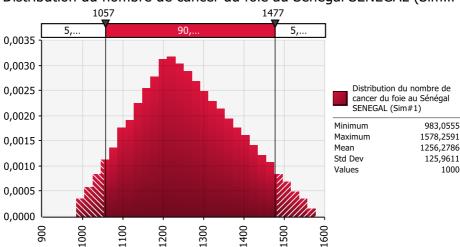


Figure 34: Nombre de cas de cancers pour 100 000 habitants

Une analyse plus fine avec un modèle de simulation sur la base de ces données permet de situer le nombre de cancer du foie au Sénégal entre 1057 et 1477 personnes par an (figure 35).



Distribution du nombre de cancer du foie au Sénégal SENEGAL (Sim...

Figure 35: Variation du nombre de cancers du foie selon l'exposition à l'aflatoxine au Sénégal

Source: nos estimations

Les données de l'Institut International sur le Cancer, indiquent 719 cas pour le Sénégal (tableau 22). Ceci suggère qu'un certain nombre de cas de cancers ne sont pas pris en compte et que la situation serait sous-estimée.

Tableau 22 : Données de cancers du foie au Sénégal comparativement à certains pays africains

Pays	Hommes	Hommes et Femmes	Population	HCC/100 000
Sénégal	446	719	13 508715	5,32
Gambie	173	235	1 925 527	12,20
Mali	251	341	16 455 903	2,07
Kenya	624	1.106	45 010 056	2,46

Source: Globocan, 2012

Suite à l'estimation du nombre de cancer du foie, les effets sur la mortalité et la morbidité sont estimés en déterminant le DALY. A cet effet, l'incidence du cancer du foie en fonction de l'âge et du sexe a été calculée (tableau 23) et l'âge au début de la maladie estimée (tableau 24). D'autres paramètres ont été aussi utilisés pour calculer les DALY. Les résultats sont présentés dans le tableau 25 et la figure 36. Ainsi, en moyenne plus de 98 300 années de bonne santé sont perdues chaque an par le Sénégal du fait des aflatoxines.

Bioscope SARL 67 -

Tableau 23 : Incidence du cancer du foie en fonction de l'âge et du sexe de la population

Age Incidence Maximu m	Incidence	cancer du fo Hommes	oie 1000 pour	Ir Incidence cancer du foie 1000 Femmes		
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	
0-4 ans	0,812	1,013	1,323	0,797	0,995	1,299
5-14 ans	1,294	1,614	2,108	1,231	1,537	2,007
15-44 ans	2,066	2,579	3,368	2,205	2,752	3,594
45-59 ans	0,384	0,479	0,626	0,416	0,519	0,677
60+	0,237	0,296	0,386	0,297	0,370	0,484

Tableau 24: Age au début de la maladie

Age	Minimum	Mode	Maximum
0-4 ans	1	3	4
5-14 ans	5	9	14
15-44 ans	15	25	44
45-59 ans	45	48	59
60+	60	63	68

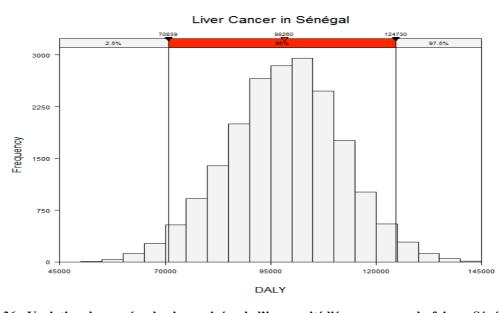


Figure 36 : Variation des années de vie corrigées de l'incapacité liées au cancer du foie au Sénégal

Bioscope SARL ————————————————————68

Tableau 25: DALY Calculator: Health impact of aflatoxin contamination in Senegal: (DALYs from HCC)

	Mean	Median	2.5%	97.5%
DALY	98304	99777	70496	123788
YLD (years lost due to Disability)	84805	85278	56997	110289
YLL (years of life lost)	13499	13499	13499	13499
Cases	23429	23417	21608	25328
Deaths	427			

Notes sur les paramètres utilisés :

- Stratification de la population par âge et par sexe de 0 -4 ans ; de 5 à 14 ans ; de 15 à 44 ans ; de 45 à 59 ans et 60 ans et plus ;
- Incidence en cas/1000 habitants et par an avec une distribution de probabilité de type Beta-Pert a été choisie avec pour chaque tranche d'âge un minimum, un mode et un maximum ;
- Amortissement : un taux d'amortissement de 3% est suggéré par l'OMS ;
- Disability weight pour les malades traités; distribution : Beta -Pert ; Min = 0,2 ; Mode =0,239 et Max = 0,93. (Données de Soerjomataram et al., 2012 et OMS pour la valeur d'incapacité ajustée pour le cancer du foie =mode) ;
- Mortalité ; en nombre de décès /1000 habitants : obtenu à partir de Globocan pour les hommes et les femmes –valeurs fixes ;
- Proportion de malades pris en charge dans les hôpitaux : nous avons assumés une valeur de 40%;
- Durée de la maladie (assumé, jusqu'à la rémission), une durée fixe de 5 ans a été retenue en se fondant sur les informations données par les cancérologues référants -Dr Djibril Diaw, Pr Mamadou Diop);
- Disability weight pour les malades traités : (Distribution Beta-Pert, avec Min = 0,2 ; Mode =0,83 et Max = 0,93, Soerjomataram et al., 2012) ;
- Age moyen au décès : = borne inférieure de l'intervalle d'âge + 5 mois selon Soerjomataram et al., 2012, ce serait 0,4 ans ;
- Esperance de vie : le standard recommandé par l'OMS, qui se base sur les données du Japon a été utilisé :
- Le nombre d'itérations a été de 2000 en utilisant Devleesschauwer et al. (http://users.ugent.be/~bdvleess/DALYcalculator).

7.2 Impact économique

Puisque les aflatoxines ne sont pas réglementés au Sénégal, les pertes directes accumulées dans l'agriculture et la sécurité alimentaire ainsi que dans les échanges pourraient être minimisées et ne sont pas faciles à quantifier. L'analyse de l'impact économique direct concerne davantage les impacts sur la santé résultant de la consommation de produits alimentaires contaminés et le commerce international à travers le coût liée à la détoxification des tourteaux.

Bioscope SARL ————————————————————69

Pour mesurer l'impact économique sur la santé, le consentement à payer a été calculé en déterminant la "valeur statistique de la vie humaine". Les résultats sont consignés dans le tableau 26.

Tableau 26: Estimation de l'impact économique lié à la santé

Pays	Population	DALY	VSL (min) en \$US 2013	VSL (max) en de \$US 2013
Sénégal	12873601	98 304	91 930 917	161 426 809

Le coût total lié aux aflatoxines est estimé au minimum à près de 92 millions de dollars US correspondant à 0,6% du PIB et au maximum à près de 161 millions de dollars US correspondant à près de 1,1% du PIB. Ainsi, le coût de l'inaction représente au minimum 46 milliards de F CFA (34% du budget du Ministère de la santé en 2015) et au maximum 81 milliards de F CFA (60% du budget du Ministère de la santé en 2015).

Concernant le commerce international, il est possible de tenir compte du coût nécessaire aux traitements des tourteaux pour leur exportation. Les tourteaux d'arachide sont utilisés en majorité pour l'élevage. L'aflatoxine est connue pour provoquer des dommages allant d'un déficit de croissance à la mort des animaux. Il faut aussi mentionner les transferts via les produits issus de l'élevage comme le lait, les œufs, la viande, etc.

Le niveau de contamination des tourteaux sénégalais varie entre 9,34 ppb et 713,99 ppb. Cependant, les données varieront le plus souvent entre 80 ppb et 590 ppb, avec une moyenne de 303,45 ppb (Figure 32).

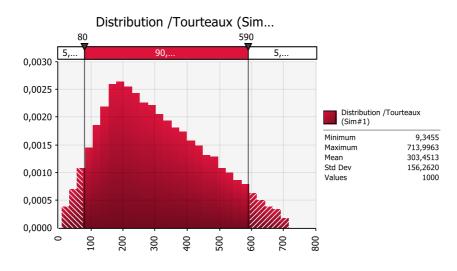


Figure 37 : Niveau de contamination des tourteaux sénégalais

Les valeurs affichées par la FDA varient de 20 ppb pour les jeunes animaux et vaches laitières à un maximum de 300 ppb pour les animaux en finition (FDA, 2011). Les valeurs élevées ont souvent conduit certaines industries à procéder à l'ammoniation pour réduire les taux d'aflatoxine dans les tourteaux. Cela entraîne des charges de production supplémentaires atteignant 33 000 F/tonne avec les investissements liés à ce traitement. Pour une exportation de 60 000 tonnes, le coût est estimé à 1,98 milliards de F CFA. Il faut y ajouter le coût humain lié à la sécurité des travailleurs et les accidents enregistrés en relation avec cette activité.

Concernant l'agriculture, de nombreux auteurs ont souligné l'impact de l'aflatoxine sur la baisse de la productivité. L'évaluation économique direct n'a pas été possible vu les données disponibles.

Le coût de l'application des seuils sur la valeur ajoutée des chaines de valeur de l'arachide et du maïs a été estimé (tableau 27 et tableau 28). Ainsi au seuil de 20 ppb, les pertes sont estimées à près de 21 milliards de francs CFA. Cependant, l'application des mesures d'accompagnement des acteurs des chaînes de valeurs pour lutter contre l'aflatoxine permettra de réduire considérablement ces pertes éventuelles.

Tableau 27: Coût lié à l'application des seuils de référence pour la chaîne de valeur arachide

Arachide	Production (tonnes)	P	Quantité rejetée (tonnes)	Perte en milliers de F CFA
Quantité affectée au seuil 4 ppb	709 691	36%	253 856	41 886 318
Quantité affectée au seuil 20 ppb	709 691	14%	98 292	16 218 214

Tableau 28: Coût lié à l'application des seuils de référence pour la chaîne de valeur maïs

	Production	P	Quantité rejetée (tonnes)	Perte en milliers de F CFA
Quantité affectée au seuil 4 ppb	223 234	73%	163 697	25 864 204
Quantité affectée au seuil 20 ppb	223 234	13%	29 757	4 701 621

Conclusions et Recommandations finales

Si l'importance de la prise en charge des maladies d'origine alimentaire telles que le cholera, les salmonelloses et les maladies zoonotiques (fièvre aphteuse, grippe aviaire...) est déjà plus ou moins bien perçue par rapport aux enjeux de santé publique, il n'en est pas de même des risques liés aux aflatoxines.

En effet, les résultats de l'étude donnent des éléments d'appréciation qui mettent en évidence l'impact économique des aflatoxines. Le coût de l'inaction est estimé au minimum à 46 milliards de francs CFA et au maximum à 81 milliards de francs CFA, soit 0,6 à 1,1% du PIB. Le coût de l'action par la mise en place et l'application de normes au seuil de 20 ppb s'élève à 21 milliards de francs CFA, d'où la nécessité de mise en place de mesures pour accompagner les acteurs des chaînes de valeurs à lutter contre l'aflatoxine permettant de limiter ces pertes.

Les données de taux de contamination du maïs dans la zone sahélienne et ceux du riz selon les zones agroclimatiques n'étant pas disponible, l'impact économique des aflatoxines est ici sous-estimé.

L'objectif général de ce plan est de contribuer à réduire l'impact économique des aflatoxines à travers la prévention et la lutte contre l'aflatoxine et l'amélioration de la sécurité sanitaire dans les chaînes alimentaires humaine et animale.

Spécifiquement, ce plan vise à :

- Améliorer le cadre législatif et réglementaire pour renforcer le contrôle des aflatoxines dans les chaînes alimentaires humaine et animale ;
 - Renforcer les capacités des acteurs à prévenir et à réduire les risques de contamination de la chaine alimentaire dus aux aflatoxines ;
- Renforcer le système de contrôle des aliments, notamment la surveillance des maladies d'origine alimentaire et le contrôle de la qualité des aliments pour les humains et des aliments pour animaux ;
- Favoriser la collaboration et les partenariats intersectoriels en vue de promouvoir la sécurité sanitaire des aliments et ainsi fournir un système d'information et de communication, qui pourrait contribuer au processus de prise de décision, d'élaboration et de mise en œuvre de politiques nationales et régionales en matière de lutte contre les aflatoxines, pour la sécurité sanitaire des aliments en général.

Dans cette perspective, le Plan National de Lutte contre les Aflatoxines au Sénégal se décline en :

- Six (6) axes stratégiques ;
- Un Plan d'actions prioritaires et des Recommandations.

Les 6 axes stratégiques du Plan National de Lutte contre les Aflatoxines au Sénégal

i. Amélioration du cadre législatif, réglementaire et normatif

Contraintes identifiées

Les contraintes qui justifient la définition de cet axe sont (i) l'absence de dispositions réglementaires et normatives pour le contrôle de l'aflatoxine dans l'alimentation humaine et animale, (ii) la problématique du contrôle des produits issus de la transformation artisanale de l'arachide; (iii) la non définition claire des mandats et attributions des différentes autorités compétentes et services officiels intervenant dans le contrôle des aliments.

Activités à mettre œuvre

Pour améliorer le cadre législatif, réglementaire et normatif et renforcer la lutte contrôle des aflatoxines, dans le programme national d'amélioration de la sécurité sanitaire des aliments au Sénégal, les actions prioritaires suivantes sont préconisées :

- Elaborer des textes réglementaires et normatifs de portée spécifique pour le contrôle des aflatoxines dans l'alimentation humaine et animale;
- Définir les rôles et responsabilités des institutions impliquées dans la mise en œuvre et le suivi de l'application des dispositions réglementaires et normatives.

Résultats attendus

La mise en œuvre des actions ci dessus décrites vise à atteindre les résultats suivants :

- Des dispositions réglementaires et normatives existent et permettent de mieux prendre en charge le contrôle des aflatoxines dans l'alimentation humaine ou animale, en ce qui concerne tant la production locale ou les importations (riz, maïs, ...);
- Les rôles et responsabilités des administrations en charge de la mise en œuvre des dispositions réglementaires et normatives visant à assurer une meilleure prise en charge des aflatoxines dans le programme de contrôle de la sécurité sanitaire des aliments sont mieux définis;
- La collaboration intersectorielle (alimentation humaine et animale) est renforcée pour favoriser la lutte contre les aflatoxines et ainsi, contribuer à la sécurité sanitaire des aliments au Sénégal et en Afrique en général.

ii. Sensibilisation et renforcement des capacités des acteurs

Contraintes identifiées

Les contraintes qui justifient la définition de cet axe sont : (i) la nécessité d'une meilleure sensibilisation des décideurs quant à l'impact économique des aflatoxines ; les mauvaises

pratiques de nature à favoriser le développement des aflatoxines dans les chaînes alimentaires humaine et animale ; l'insuffisance des capacités analytiques nationales pour le contrôle des aflatoxines.

Activités à mettre œuvre

Le programme de sensibilisation et de renforcement des capacités comporterait plusieurs volets :

- Mettre en œuvre un programme de sensibilisation des décideurs et autres parties prenantes de la sécurité sanitaire des aliments quant aux résultats de l'étude de l'impact économique des aflatoxines au Sénégal, en rapport avec les enjeux de sécurité sanitaire des aliments (alimentation humaine et alimentation animale) et de sécurité alimentaire en général;
- Mettre en œuvre un programme de sensibilisation et de vulgarisation des Bonnes Pratiques de lutte contre les aflatoxines en direction des services d'encadrement et de conseils agricoles (agriculture et élevage);
- Renforcer les capacités analytiques des services de contrôles décentralisés en matière de contrôles des aflatoxines (hygromètre, kits de détection rapide);
- Renforcer les capacités nationales en évaluation des risques, notamment en lien avec les aflatoxines

Résultats attendus

La mise en œuvre des actions prioritaires ci -dessus vise à atteindre les résultats suivants :

- Les décideurs politiques, les hautes autorités sont mieux sensibilisés à la problématique des aflatoxines et à leur impact économique et apportent leur soutien au programme de lutte contre les aflatoxines;
- Les différentes parties prenantes de la sécurité sanitaire et notamment, les associations de lutte contre le cancer, les chambres de commerce et de l'agriculture, le réseau des journalistes, les Associations de consommateurs et la société civile en général, s'impliquent dans le programme de lutte contre les aflatoxines en Afrique;
- Les services de contrôles officiels notamment au niveau décentralisés sont mieux préparés à mettre en application les procédures de lutte contre les aflatoxines ;
- Un Groupe technique de Travail sur l'évaluation des risques liés aux aflatoxines est mis en place, en lien avec le Comité d'experts scientifiques en cours de formalisation avec le Comité National du Codex Alimentarius est mis en place;
- Une dynamique de mobilisation des différentes parties prenantes au niveau sous régional et régional peut être favorisée en relation avec le PACA;
- Les bases nationales pour la mise en place d'une plateforme visant à soutenir la lutte contre les aflatoxine au niveau national, puis régional sont jetées.

73

Vulgarisation de méthodes de lutte contre les aflatoxines et d'atténuation de iii. leurs effets en direction des petits producteurs et des acteurs de la transformation artisanale des arachides

Contraintes identifiées

Les contraintes qui justifient la définition de cet axe sont : (i) l'inaccessibilité des méthodes de lutte biologique aux producteurs ; les défis majeurs du contrôle des aflatoxines dans les filières de transformation artisanale

Activités à mettre œuvre

Pour soutenir des mesures d'atténuation et de lutte contre les aflatoxines notamment en direction des petits producteurs et des acteurs des chaines de valeur de la transformation artisanale de l'arachide, les actions suivantes sont préconisées :

- Soutenir le programme de recherche et de vulgarisation des résultats du projet « Aflasafe » initié par l'IITA au Sénégal et appuyer un programme de développement d'une capacité de production à plus grande échelle;
- Evaluer les acquis, l'impact et les défis identifiés (respect des règles d'hygiène de base, traçabilité des produits, ...) et appuyer le projet du projet de diffusion à grande échelle au Sénégal des bonnes pratiques et innovations techniques de traitement de l'huile artisanale d'arachide», qui a été initié par l'Agence Nationale du Conseil Agricole et Rural (ANCAR) et l'Institut de Technologie Alimentaire (ITA), avec le soutien financier du Fond National de Recherche Agricoles et Agroalimentaire (FNRAA).
- Appuyer la réalisation de projet de recherche développement pour la valorisation de argiles disponibles telles que l'attapulgite au Sénégal en vue de la détoxification des tourteaux d'arachides destinés à l'alimentation de bétail.

Résultats attendus

La mise en œuvre des actions prioritaires ci-dessus décrites vise à atteindre les résultats suivants:

- Les résultats du projet « Aflasafe » initié par l'IITA et la DPV sont davantage vulgarisés et une stratégie de production et de diffusion à plus grande échelle de cette méthode de lutte biologique est élaborée et mise en œuvre;
- Toutes les limites et contraintes scientifiques, techniques et sociales sont identifiées et que des mesures d'atténuation soient mises en œuvre, puis une stratégie de diffusion et de vulgarisation à plus grande échelle des bonnes pratiques et innovations techniques de traitement d'huile artisanal d'arachide en relation avec l'ITA et l'ANCAR est élaborée et mise en œuvre ;
- Des activités de recherche-actions de méthodes alternatives aux capteurs de mycotoxines importés et utilisés par les industriels de l'alimentation animale sont menées à partir de matières de base disponibles localement (exemple : attapulgite, ...).

iv. Renforcement des capacités en matière d'évaluation des risques liés à la présence des aflatoxines dans la chaîne alimentaire et animale

Contraintes identifiées

Les contraintes qui justifient la définition de cet axe sont (i) l'absence, l'insuffisance ou l'inaccessibilité de données scientifiques et sociologiques significatives pour la réalisation des travaux d'évaluation des risques (ii) la nécessité d'avoir plus de données et informations tenant compte du contexte spécifique national, pour aider à la prise de décision et l'élaboration et la mise en œuvre d'une stratégie du lutte contre les aflatoxines.

Activités à mettre œuvre

Les activités prioritaires préconisées visent à consolider et élargir les travaux initiés dans le cadre de Africa Aims. Elles comporteront plusieurs volets :

- Réalisation à plus grande échelle d'enquêtes de consommation des produits et sousproduits à haut risque de contamination par les aflatoxines;
- Elaboration d'un protocole de collecte et de traitement des données sanitaires et épidémiologiques notamment dans les zones présumées à haut risque (suivi de bio marqueurs « dans le sang, le lait, les viandes, ... » ; couverture vaccinale à l'hépatite B ; pathologies, cancer du foie,) en relation avec les enquêtes de consommation ;
- Caractérisation et documentation des pratiques et consolidations des données de production (production agricole, produits d'élevage) et autres informations pertinentes, en rapport avec les enquêtes de consommation et le protocole de suivi sanitaire et épidémiologique.

Résultats attendus

La mise en œuvre des actions prioritaires ci-dessus vise à atteindre les résultats suivants :

- Les résultats des travaux de collecte et de traitement des données et informations scientifiques, techniques et sociologiques renforcent la stratégie de lutte et de suiviévaluation de l'impact des aflatoxines;
- Les décideurs et autres parties prenantes de la sécurité sanitaire disposent de données et informations pouvant davantage favoriser leur implication dans la lutte contre les aflatoxines;
- Les résultats obtenus peuvent alimenter les travaux de normalisation au niveau national, régional, voire international (Comité du Codex Alimentarius, ...).;
- Les données biomédicales concernant le cancer du foie et l'hépatite B sont disponibles et renforcent les stratégies de lutte contre les aflatoxines et le suivi-évaluation de leurs résultats et impacts;
- Les capacités scientifiques à mettre en évidence l'imputabilité des pathologies et cas de cancer du foie dans les zones à forte exposition à l'aflatoxine sont renforcées;

- La collaboration multisectorielle et pluridisciplinaire (agriculture, élevage, commerce, santé humaine et animale) pour la lutte contre l'aflatoxine est favorisée.

v. Plan National de Contrôle et de Surveillance Pluriannuel (PNCSP) intégré Contraintes identifiées

Les contraintes qui justifient la définition de cet axe sont : (i) la non prise en charge du risque lié aux aflatoxines dans les contrôles officiels ; (ii) l'inexistence de programme de surveillance pouvant permettre de suivre la prévalence des aflatoxines.

Activités à mettre œuvre

Les actions prioritaires préconisées sont l'élaboration et la mise en œuvre d'un Plan National de Contrôle et de Surveillance Pluriannuel (PNCSP) des aflatoxines au Sénégal.

Le PNCSP est un document qui décrit **la stratégie nationale** (par ex : pour une période de 2 à 3 annnées) qui vise à garantir un résultat efficace des contrôles et le maintien du respect de la législation alimentaire par les différetes parties prenantes, en ce qui concerne l'aflatoxine.

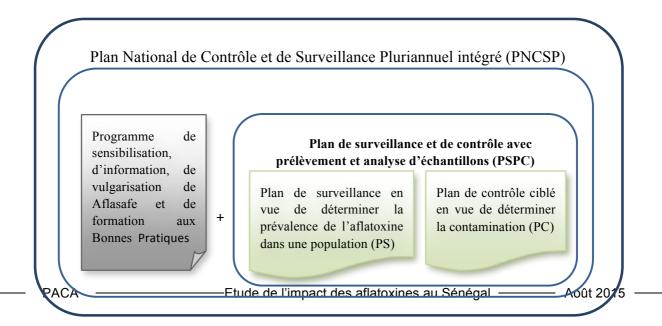
Le PNCSP constituerait alors, le document de référence pour assurer la mise en eouvre et le suivi –évaluation d'un Programme National de Lutte contre les aflatoxines au Sénégal.

Le PNCSP intégré sera constitué, du Programme de sensibilisation d'information et de renforcement des capacités des acteurs à lutter contre les aflatoxines et Plan National de Contrôle et de Surveillance

Le PNCS comprend un Plan de Contrôle (PC) et un Plan surveillance (PS):

- Le Plan de contrôle est une campagne d'analyses sur des animaux, végétaux ou denrées alimentaires, qui a pour objectif principal la recherche des anomalies, des nonconformités, voire des fraudes.
- Le Plan de surveillance est une campagne d'analyses sur des animaux, végétaux ou denrées alimentaires, qui a pour objectif principal d'évaluer la prévalence en aflatoxine dans une population définie et donc de l'exposition des consommateurs nationaux à ce danger.

Le Plan National de Contrôle et de Surveillance Pluriannuel intégré de lutte contre les aflatoxines au Sénégal peut être représenté schématiquement comme suit :



Résultats attendus

L'élaboration et la a mise en œuvre d'un Plan National de Contrôle Pluriannuel Intégré permettra de disposer de :

- Un Plan de surveillance qui renseigner sur la prévalence des aflatoxines (teneurs en aflatoxines dans les principales denrées alimentaires consommées au Sénégal et à haut risque de contamination (riz, maïs, lait, œuf et viande) en prenant en compte tant les denrées produites ou transformées localement que les importations.
- Un Plan de contrôle qui permet de vérifier la conformité des produits et sous produits ciblés aux prescriptions réglementaires et normatives établies.
- Le Sénégal dispose d'un Plan National de Contrôle et de Surveillance Pluriannuel Intégré pour lutter contre les Aflatoxines.

vi. Consolidation du Système d'information et de communication

Contraintes identifiées

Les contraintes qui justifient la définition de cet axe sont : (i) l'insuffisance de collaboration entre les ministères techniques impliqués, (ii) l'absence d'un système performant d'information et de communication entre les parties prenantes de la sécurité sanitaire des aliments ; (iii) organisme de coordination

Activités à mettre œuvre

Les actions prioritaires préconisées sont :

- La mise en place d'un système de collecte, de traitement et de partage des informations et données qui résultent de la mise en œuvre du Programme National de Lutte contre les Aflatoxines;
- La mise en cohérence du dispositif avec les autres initiatives en cours, et notamment le Plan National de Réponse aux Urgences de Sécurité Sanitaire des Aliments, piloté par le Comité National du Codex Alimentarius et appuyé par la FAO.

Résultats attendus

La mise en œuvre des actions prioritaires ci-dessus décrites vise à atteindre les résultats suivants :

- Un système d'information, de communication et de partage des résultats et acquis du programme de lutte contre les aflatoxines est mis en place;
- Un système d'alerte et de veille sur les risques sanitaires liés à l'aflatoxine est mis en place

- Un dispositif national de partage et d'alimentation du système de management de l'information sur les aflatoxines en Afrique (Africa AIMS, PACA) est renforcé.

Plan d'actions prioritaires et recommandations pour sa mise en œuvre

Pour soutenir le déploiement à court, moyen et long terme des activités liées aux axes stratégiques qui structurent le Programme National de Lutte contre les Aflatoxines au Sénégal et en Afrique en général, avec le soutien du PACA, le Plan d'actions prioritaires ci-après a été établi à l'issue des échanges et travaux des participants à l'atelier de restitution des résultats de l'étude :

- 1. Elaboration et mise en place d'un programme d'information et de sensibilisation en direction des différentes parties prenantes ;
- 2. Mise en place d'un groupe de travail pluridisciplinaire pour l'organisation à court terme de travaux d'évaluation des risques sanitaires et la production d'avis scientifiques sur les risques liés à l'aflatoxine dans l'arachide et ses produits dérivés ;
- 3. Revue-évaluation des activités et du planning de réalisation et de mise à disposition des résultats, dans le cadre du programme de générations de données initié avec le soutien de Africa AIMS (Système de Management des Informations sur l'Aflatoxine en Afrique, PACA), sous l'égide du Groupe technique de Travail sur les Aflatoxines au Sénégal;
- 4. Renforcement du partenariat public-privé, en vue d'intégrer un plus grand nombre d'acteurs des différents secteurs et filières (alimentation humaine et animale) et de promouvoir la collaboration et la mise en commun des données et connaissances de la problématique des aflatoxines;
- 5. Définition des dispositions législatives, réglementaires et normatives applicables pour permettre l'application des procédures de contrôles et de surveillance des aflatoxines, au regard des résultats de l'évaluation des risques ;
- 6. Renforcement des capacités du personnel des services officiels de contrôles impliqués dans l'organisation, la programmation et l'exécution du Plan de contrôle et de surveillances des aflatoxines, en ce qui concerne les bases méthodologiques d'établissement d'un plan d'échantillonnage, en rapport avec les données disponibles (profil à risque des produits et catégorisation à risques des opérateurs aux différentes étapes des chaînes de valeurs);
- 7. Réaménagement de la composition du Groupe Technique de Travail sur les Aflatoxines, pour l'intégration d'autres départements ministériels tels que la Direction des services vétérinaires et des représentants des professionnels de l'alimentation animale et de l'élevage;
- 8. Organisation de rencontres avec les projets, programmes et partenaires techniques et financiers, dans la perspective de favoriser leur soutien technique et financier pour la mise en œuvre du Plan National de Lutte contre les Aflatoxines;

9. Organisation annuelle d'une journée nationale sur les risques liés aux aflatoxines en lien avec le Comité National du Codex Alimentarius, pour une vulgarisation des activités et des résultats du Plan National de Lutte contre les Aflatoxines, en direction du grand public des zones rurales et urbaines;

10. Mise en place d'un comité de supervision à un niveau élevé de représentativité au niveau des départements ministériels impliqués, en termes de prérogatives dans la prise de décision, l'application et le suivi-évaluation du PNLA.

Les participants à l'atelier de validation du Plan National de Lutte contre les Aflatoxines, ont eu à l'unanimité, à lancer un appel à la mobilisation de toutes les parties prenantes nationales, à l'effet de soutenir l'amorce et la mise en œuvre dudit Plan d'action prioritaires.

Aussi, les participants à l'atelier recommandent :

- Aux services techniques du Ministère de l'Agriculture en général, d'entreprendre toute action utile pour informer les autres départements ministériels des résultats de l'étude et du plan d'action, dont la mise œuvre requiert leur implication;
- Au Groupe Technique de Travail sur les Aflatoxines, de mener des démarches pour sensibiliser le bureau de l'Assemblé Nationale et du Conseil Economique, Social et Environnemental, à l'ampleur et l'impact économique de la problématique des aflatoxines et au regard des défis de l'émergence économique nationale.

ANNEXES

Annexe 1 - BIBLIOGRAPHIE

BANDYOPADHYAY R. and al. Aspergillus Colonization and Aflatoxin Contamination of Maize and Sesame Kernels in two agroecological zones in Senegal. Journal of Phytopathology, 159 (4): 268-275, 2011

BANKOLE SA and al., Aflatoxins in Nigerian dry-roasted groundnuts. Food Chemistry 89 (4), 503–506, 2004

BATHILY A., Aflatoxines dans les aliments: recherche et dosage dans les huiles de pression artisanale et leurs résidus d'extraction, essais de détoxification, UCAD, FMPOS, THESE de 1998.

CALVET H., La coque d'arachide et utilisation en alimentation animale. Laboratoire National d'Elevage et de Recherches vétérinaires ISRA, Dakar-Hann, 1977

DIÉDHIOU P. M. and al, Effect of different cooking methods on aflatoxin fate in peanut products. African Journal of Food Science and Technology Vol. 3(2) pp. 53-58, 2012

DIENE N., Etude d'évaluation de l'exposition a l'aflatoxine liée à la consommation de l'arachide et ses produits dérivés dans le centre du bassin arachidier, PFS 2014.

DEVLEESSCHAUWER B., Scott McDonald, Juanita Haagsma, Nicolas Praet, ArieHavelaar and Niko Speybroeck. DALY: The DALY Calculator - A GUI for stochastic DALY calculation in R. R package version 1.3.0. http://cran.rproject.org/package=DALY, 2014

FAYE D. Démarche qualité et compétitivité de la chaine de valeur mais industriel dans la région de Kaolack. Mémoire de fin d'étude, Master en Agrobusiness et développement des chaînes de valeur agricoles et agroalimentaires, ENSA, 2012.

FDA, FDA Mycotoxin Regulatory Guidance. A Guide for Grain Elevators, Feed Manufacturers, Grain Processors and Exporters, 2011. Web Site: www.ngfa.org

GLOBOCAN,: Cancer Incidence and Mortality Worldwide (IARC Cancer Bases), Lyon, IARC Press, 2012.

LOPEZ A.D. et **collab**..Global Burden of Disease and Risk Factors, New York: Oxford University Press and The World Bank, 475 p. 2006

NARAYAN T. and al, A Conceptual Framework for Conducting Country and Economic assessment of Aflatoxin Contamination: Volume I. Contract No. 9678.2. : Prepared for Meridian Institute in support of Partnership for Aflatoxin Control in Africa., March 29, 2013., Washington, D.C., Abt Associates Inc.: 1-69, 2013

NMA Sanders, Analyse faite par AIRLIS Domaine de Sourches 72240 Saint Symphorien, sur des tourteaux d'arachides non détoxifiés, Bulletin d'analyse, 2014.

NMA Sanders, Analyse faite par l'Institut de Technologie Alimentaire (ITA) sur des tourteaux d'arachides, Bulletin d'analyse, 2014.

OCDE, Valeur de la vie humaine : une méta-analyse,2011

SENGHOR A. L., Evaluation des risques liés au taux d'aflatoxine sur les graines d'arachide, tourteaux issus du « Ségal » par les producteurs, et les noix de cajou, Diplôme Universitaire (UCAD - Dakar), 2011 – 2012

SOERJOMATARAM I. and al, Estimating and validating disability-adjusted life years at the global level: a methodological framework for cancer. SOERJOMATARAM et al., 2012 Medical Research Methodology 2012, 12:125 Page 2 of 15, 2012.

WADE I. et NDIAYE O. S., Rapport de l'étude sur la structure des marchés et facteurs de compétitivité du maïs importé, 2011.

WATSON S. and al, Seasonal and geographical differences in aflatoxin exposures in Senegal World Mycotoxin Journal, 2015

Bioscope SARL — 82 -

Annexe 2- WEBOGRAPHIE

http://www.ansd.sn

http://www.biomedcentral.com/1471-2288/12/125

http://cies.sn/L-Agriculture-au-Senegal-un.html

http://www.countrystat.org

http://faostat.fao.org/, FAOSTAT, 2010

http://www.hepatites.sn

http://www.ladoum.sn, L'aflatoxine, un produit aussi bien dangereux pour nos animaux que pour l'homme.

http://www.lagazette.sn/transformation-de-lhuile-darachide-lattapulgite-un-moyen-efficace-pour-eliminer-laflatoxine/).

http://www.nutfruit.org

http://www.trademap.org/Index.aspx

http://users.ugent.be/~bdvleess/DALYcalculator

https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=searchResultList