

**Rapport de Mission
au
Bénin
25 septembre – 6 octobre**

**Inventaire des recherches conduites au Bénin portant sur
l'impact des pratiques agricoles sur la santé humaine**

Dr Thibaud MARTIN

Unité de Recherche « HortSys »

Fonctionnement agroécologique et performances des systèmes de culture horticoles

TA B-103 / PS4 - Boulevard de la Lironde - 34398 Montpellier Cedex 5 - France

Sommaire

Termes de référence Mission Santé – Agriculture	p. 3 - 4
Programme de la mission	p. 5 - 6
Les activités de recherche conduites au Bénin	p. 7- 13
Introduction	
1. Cultures maraîchères (INRAB, CIRAD, IITA, UAC, AFRICARICE, ISBA)	
2. Fertilisation des sols (UAC-FAS, INRAB & CIRAD)	
3. Analyse de Résidus et de Métaux lourds (UAC & INRAB)	
4. Mycotoxines (INRAB & IITA)	
5. Qualité de l’huile de palme (INRAB, CIRAD & IRD)	
6. Impact des pratiques agricoles sur les vecteurs de maladie (UAC-CRAC, IRSP, IRD)	
7. Pouvoirs publics (Ministères de la santé, de l’agriculture et de l’environnement)	
Conclusion	
Annexe 1 : Synthèse de la mission présentée à la DG de l’INRAB le 6/10/10	p. 14 - 15
Annexe 2 : Programmes d’appui et projets de la FAO Bénin	p. 16
Annexe 3 : Production bibliographique sur les cultures maraîchères au Bénin en relation avec la santé	p. 17 - 18
Annexe 4 : Production bibliographique sur les aflatoxines au Bénin	p. 19- 21

Il faudrait ajouter un glossaire pour les acronymes des instituts

Termes de référence Mission Santé - Agriculture

Enjeu : cette étude pourra contribuer à l'inventaire des recherches portant sur certaines externalités des pratiques agricoles dans le cadre général de l'évaluation des services éco-systémiques (approvisionnement, régulation des phénomènes, contribution à la culture, maintien de la vie) rendus par les systèmes de culture pratiqués au Bénin.

Objectif de la mission : En collaboration avec les partenaires nationaux et internationaux, il s'agira :1) de faire l'inventaire des activités de recherche conduites au Bénin sur les pratiques agricoles à risque pour la santé humaine ; 2) d'identifier les thèmes des projets de recherche qui permettraient de renforcer et/ou de mettre en synergie les équipes concernées et les relier à des équipes françaises travaillant sur des thèmes comparables.

Objectifs spécifiques :

- Identifier les activités liées à la production agricole pouvant avoir un impact négatif sur la santé humaine,
- Recenser les équipes de recherche nationales et internationales susceptibles d'intervenir au Bénin dans le domaine des interactions négatives entre agriculture et santé humaine,
- Faire l'état des lieux des activités de recherche et de formation réalisées dans ce domaine et programmées à plus ou moins long terme,
- Faire l'inventaire des projets en cours ou à venir, du matériel (laboratoire, équipement) et des ressources humaines,
- Recenser les bailleurs de fonds partenaires,
- Identifier et hiérarchiser les thèmes prioritaires de recherche en collaborations avec les partenaires et en relation avec les contraintes identifiées,
- Proposer des stratégies de développement de ces thèmes en privilégiant les collaborations avec les équipes françaises,
- Elaborer un plan d'action sur les 5 prochaines années sur la base :
 - des besoins de recherche (thèmes prioritaires)
 - des activités à mettre en oeuvre
 - des besoins de formation et d'information
 - des ressources nécessaires (humaines et financières)

Résultats attendus

A la fin de la mission, l'expert présentera un document sur les activités de recherche développement prioritaires au Bénin comportant :

- L'inventaire des équipes de recherche travaillant de près ou de loin sur les risques en santé humaine liés à l'agriculture.
- Les thèmes prioritaires et les activités qui pourraient être développées en relation avec les potentialités présentes et futures
- Des stratégies possibles de mise en œuvre d'un plan d'action.

Durée : 8 jours

Programme de la mission :

Samedi 25/09	Matin : 10h30-16h30 INRAB (Dr Françoise Komlan) Après midi :
Lundi 27/09	Matin : 9h30 DG INRAB (Dr Koudande) CIRAD (Dr Jacques Lançon). Après midi: 15h FSA/UAC Pr Dossa Romain Agronome Nutritionniste, Dr Akissoe Noël chef Dpt Nutrition et Sciences Alimentaires et Mme Sossa Carole doctorante en technologie alimentaire Contact téléphonique David CROS CIRAD/INRAB Station de Pobe
Mardi 28/09	Matin : 9h00 SCAC Cotonou Mathilde Heurtaux 11h00 Dr Fandohan Pascal Agronome INRAB (Agonkanmey) Post Récolte Après midi : Cotonou – Lomé & répétition présentation avec Thomas Houndete ingénieur agronome INRAB
Mercredi 29/09*	<i>Matin : Université de Lomé, 9h00 Soutenance de la thèse en entomologie T. Houndété</i> <i>Après midi : Lomé - Cotonou</i>
Jeudi 30/09*	<i>Matin : 11h30 Dr Soclo Henri Direction Générale Environnement (EPAC)</i> <i>Après midi : 16h Ministère de la Santé Bernard Gbetchedji Chef Service Nutrition 17h M Yadouleton Anges, doctorant au CREC</i>
Vendredi 1/10	Matin : 9h Dr Agbok-Noaneshi agro-sociologue AFRICARICE & Dr Gbaguidi Brice agro-économiste IITA Midi: 12h30 INRAB station Agonkanmey restitution concours poster SCAC (équipe de Françoise Komlan, DG INRAB et Dr Mensah Guy Appolinaire) Après midi : 15h Dr Azontonde Atanase INRAB/LSSEE Agonkanmey et Prosper Senouvo Laboratoire de Recherche Zootechnique Vétérinaire et Halieutique 17h visite du laboratoire LSSEE
Samedi 2/10	Après midi : 15h IRD Bruno Bordage
Lundi 4/10	Matin : 10h30 Pr Benjamin Fayomi ISBA (DG) Après midi : 14h00 CERPA M. Atidigla Abomey Calavi (ex Carder) 12h INRAB Françoise Komlan pour RDV Mme Miguel 5/10 15h LRZVH Serge Mensah (Agonkanmey), CREC 16h PV Dr Rachida Sikeou Dir laboratoire défense des cultures INRAB
Mardi 5/10	Matin : 8h30 Mme Miguel Virginie, conseillère Ministère agriculture et alimentation, 10h-10h30 M Gbeboutin Epiphane Ministère de l'environnement Après midi : 16h30 Nonfon Marcellin Ambassade Pays Bas 17h30 Dr Akadiri Falilou FAO

Mercredi 6/10	Matin : 10h Dr Ossou DHAB Ministère de la Santé (décommandé) 11h : CREC/IRD Après midi : 15h30 INRAB Restitution mission SCAC
<i>Jeudi 7/10*</i>	<i>Symposium International « Paludisme et Trypanosomes Humaines Africaines : nouvelles stratégies de prévention et de contrôle »</i>
<i>Vendredi 8/10*</i>	<i>Symposium International « Paludisme et Trypanosomes Humaines Africaines : nouvelles stratégies de prévention et de contrôle »</i>
<i>Samedi 9/10*</i>	<i>INRAB : Dr Françoise ASSOGBA KOMLAN Projets « BioNetAgro Hort CRSP USAID» et « AVALO2009 »</i>
<i>Lundi 11/10*</i>	<i>Matin : DG et Dr Luc Djogbenou IRSP Après midi : Cours Master d'Entomologie Médicale et Vétérinaire « impact des traitements agricoles sur la résistance des vecteurs du paludisme » Vol AF Cotonou-Montpellier</i>

* Programme en italique : hors mission santé / agriculture

Les activités de recherche conduites au Bénin sur les pratiques agricoles à risque pour la santé humaine

Introduction

Tous les acteurs travaillant dans ce domaine n'ont pas pu être rencontrés au cours de cette courte mission et ce rapport succinct ne donnera qu'un aperçu de ce qui a été fait au Bénin dans ce domaine par les équipes de recherche nationales et internationales. Il montre cependant qu'un grand nombre de travaux ont déjà été réalisés même si beaucoup reste encore à faire. Si certaines équipes ont su bien valoriser leurs résultats en publiant des articles scientifiques, d'autres mériteraient d'y être encouragées car les rapports non publiés sont toujours très difficiles à retrouver. Une solution serait de les mettre à disposition sur les sites internet des instituts. Les collaborations Sud-Nord sont fréquentes et permettent de mettre en commun des moyens, des compétences et des savoirs faire. Les collaborations Sud-Sud nationales et internationales existent également mais mériteraient d'être davantage encouragées. Cela pourrait se faire par la mise en place d'un réseau santé/agriculture qui présenterait les différentes équipes, leur localisation, leurs moyens, leur équipement, leurs projets de recherche... Il pourrait s'intégrer dans le réseau santé/environnement mis en place par le Pr Fayomi de l'ISBA. Cela aurait aussi l'avantage d'améliorer considérablement la communication des travaux et des résultats de la recherche nationale auprès du grand public. Une synthèse à chaud à la fin de la mission (annexe 1) a permis de lancer le débat sur ces questions.

Synthèse des discussions avec les équipes de recherches qui travaillent sur la thématique santé/agriculture au Bénin

1. Cultures maraîchères (INRAB, CIRAD, IITA, UAC, AFRICARICE, ISBA)

Les pratiques phytosanitaires des maraîchers sont une menace croissante pour la santé de l'homme et de son environnement. De nombreuses études sur les pratiques des maraîchers au Bénin ont déjà été réalisées (annexe 3). Certaines ont montré l'utilisation à forte dose d'insecticides non homologués (provenant généralement du coton) et avec des fréquences élevées mais aussi le non respect des périodes de traitement avant récolte¹. Ces pratiques sont exacerbées par la sélection de populations de ravageurs résistants aux insecticides^{2,3}. Le faible nombre de produits phytosanitaires homologués sur les cultures maraîchères ne permet pas d'autres alternatives pour les agriculteurs que d'augmenter les doses et les fréquences de traitements des produits disponibles sur le marché local. Un gros travail d'évaluation et d'homologation de produits alternatifs moins toxiques et plus efficaces mériterait d'être réalisé par les pouvoirs publics en parallèle avec la recherche et la mise au point de méthodes alternatives.

¹ 2010- Ahouangninou C. C.A., B. Fayomi et T. Martin. Les pratiques phytosanitaires maraîchères paysannes au Sud-Bénin. *Cahiers de l'Agriculture* (submitted)

² 2010- Thomas A. Houndété, Guillaume K. Kétoh, Omer S.A. Hema, Thierry Brévault, Isabelle A. Glitho and Thibaud Martin. Insecticide resistance in field populations of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in West Africa. *Pest Management Science* 66: 1181–1185.

³ 2010- Houndete TA, Fournier D, Ketoh GK, Glitho IA, Nauen R and Martin T, Biochemical determination of acetylcholinesterase genotypes conferring resistance to the organophosphate insecticide chlorpyrifos in field populations of *Bemisia tabaci* from Benin, West Africa. *Pest Biochem Physiol* 98:115–120.

Des études réalisées au Bénin ont montré aussi que des outils de lutte basés sur la protection physique associée ou non à d'autres techniques IPM peuvent permettre de réduire significativement les traitements foliaires et les risques d'impact sur l'homme et l'environnement ^{4,5,6}. Par ailleurs un indicateur biologique a été mis au point pour doser les résidus ⁷ : peu coûteux et facile à utiliser il peut être utilisé régulièrement pour évaluer le risque de présence de résidus d'insecticide dans les eaux, le sol et les plantes. Ces activités de recherche sont poursuivies en aval par les programmes d'appui et les projets de la FAO Bénin en vue de minimiser les risques sur la santé humaine (annexe 2)

Projets en cours et à venir :

- HortCRSP USAID (2010-2013) Developing Low-Cost Pest Exclusion and Microclimate Technologies for Small-Scale Vegetable Growers in East and West Africa

Des études sont en cours sur les légumes feuilles locaux. Il s'agit d'une part d'identifier les espèces cultivées ou utilisées pour l'alimentation humaine dans les différentes régions du Bénin. Une partie de ces espèces ont été mises en collection sur la station d'Agonkanmey de l'INRAB afin de pouvoir étudier leurs propriétés agronomiques. Les qualités nutritives de ces espèces sont étudiées en collaboration avec l'Université d'Abomey Calavi. La recommandation de la consommation des légumes locaux ou exotiques pour leur qualités nutritives et leur concentration en vitamines nécessite qu'ils soient de bonne qualité autrement dit dépourvus de résidus de pesticides ou de nitrates.

Projets en cours:

- GlobalHort (2010) Recipes for Success

Une équipe de l'IITA et d'AfricaRice travaille sur les interactions entre VIH Sida et agriculture. Les chercheurs ont montré qu'un chef d'exploitation de grandes cultures (céréale, coton) malade du VIH Sida pouvait mettre en péril à court terme son exploitation et donc la survie de sa famille par la diminution de la force de travail et le transfert des revenus et des biens vers les dépenses de santé. Ils ont montré également qu'un accompagnement était nécessaire. Qu'une reconversion vers le maraîchage permettait i) de réduire la demande en effort physique du fait de la proximité ii) d'améliorer le régime alimentaire par un apport important en vitamines et donc de réduire les risques d'aggravation de la maladie et de faillite financière. Bien évidemment il est nécessaire de développer des systèmes de culture qui n'ont pas recours aux pesticides dont la manipulation est un facteur aggravant de la maladie. Des financements et des collaborations entre les différentes structures de la santé et de l'agriculture sont recherchés.

Partenariat :

Universités : Abomey Calavi, Lomé, Ouagadougou, Toulouse,

CNRA : INRAB, CREC, ISBA

Centres de recherche : CIRAD, IRD, IITA, AFRICARICE

ONG : APRETECTRA

Bailleurs de fonds : DANIDA, CIRAD, USAID, CORAF, SCAC

2. Fertilisation des sols (UAC-FAS, INRAB & CIRAD)

⁴ 2006- Martin T., Assogba-Komlan F., Houndete T., Hougard J.M. and Chandre F. Efficacy of mosquito netting for sustainable small holders' cabbage production in Africa. *Journal of Economic Entomology*, 2006, 99, 450-454.

⁵ 2008- Licciardi S., F. Assogba-Komlan, I. Sidick, F. Chandre, JM Hougard and T. Martin. A temporary tunnel screen as an eco-friendly method for small-scale growers to protect cabbage crop in Benin. *International Journal of Tropical Insect Science*, 27, 152-158.

⁶ 2010- T. Martin, F. Assogba-Komlan, I. Sidick, V. Ahle & F. Chandre. An acaricide-treated net to control phytophagous mites. *Crop Protection*, 29, 470-475.

⁷ 2007- Martin T., Chandre F., Chabi J., Guillet P.F., Akogbeto M. and J.M. Hougard A biological test to quantify pyrethroid in impregnated nets. *Tropical Medicine and International Health* 2007, 12, 2, 1-6.

Les maraîchers ont recours aux engrais minéraux, au compost d'ordures ménagères et à la fiente de poulet pour fertiliser les sols pauvres de la lagune. Leur utilisation peut entraîner la présence de fortes concentrations en nitrate dans les légumes mais aussi la présence d'autres composés azotés, phosphorés voire même des germes fécaux et des métaux lourds. Une thèse est en cours portant sur l'implication de la fiente de volaille dans la contamination des produits maraîchers. Des articles sur le sujet ont été soumis, d'autres sont encore en projet et une communication a été présentée au Congrès Agro 2010 de Montpellier.

3. Analyse de Résidus et de Métaux lourds (UAC & INRAB)

Des analyses chimiques et toxico-chimiques ont été réalisées sur des échantillons de produits maraîchers (légumes et fruits) mais aussi d'aliments vendus et/ou consommés dans la ville de Cotonou en 2004. Les résultats de ces analyses ont fait l'objet d'un rapport mais n'ont pas été publiés dans une revue scientifique ⁸. Le problème de contamination chimique des denrées alimentaires dans la ville de Cotonou existe réellement et ses sources sont diverses et variées : 1) les résidus de pesticides utilisés pour le traitement des cultures, 2) les concentrations de nitrate peuvent être importantes dans les produits agricoles dues probablement à l'utilisation excessive de fertilisants chimiques, 3) le risque de contamination par des métaux lourds dû aux transports urbains et aériens et aussi à l'utilisation de fertilisants des sols originellement contaminés (tels que des composts d'ordures ménagères , 4) des traces d'Hydrocarbures Aromatiques et Polycycliques dans les poissons fumés et dans les viandes de mouton rôti, dues aux émissions gazeuses et particulaires issues de la combustion incomplète des combustibles utilisés pour faire les feux (bois, sciures de bois et charbon).

Des analyses de micropolluants (pesticides, métaux lourds) ont été réalisées récemment dans les différents compartiments de l'environnement mais aussi dans des tissus animaux. Des thèses sont en cours sur les résidus de pesticides et les métaux lourds : par exemple les résultats d'une thèse en collaboration avec l'Université de Pau devraient prochainement être publiés. De nombreux travaux restent encore à faire pour évaluer les risques de contamination des produits agricoles. Cependant l'équipement des laboratoires de l'UAC doit être renouvelé et complété.

En 2010 à Parakou il y a eu des cas d'intoxications après une prise de nourriture. Ils seraient dus aux résidus de pesticides utilisés pour la protection des grains contre les insectes des stocks. Ces intoxications auraient entraîné la mort d'une quinzaine de personnes. Le produit incriminé serait l'endosulfan, un insecticide détourné du coton car plus efficace, plus rémanent et moins cher que le produit recommandé (devenu inefficace ?). Il n'y a pas d'étude sérieuse à ce jour mais l'inquiétude demeure dans la population, relayée par les médias. Il n'y a aucune information sur les risques encourus par la population. L'utilisation de l'endosulfan a été récemment interdite au Bénin et il n'est plus utilisé sur le coton depuis 2 ans mais il doit toujours rester des stocks. Il y a de quoi s'inquiéter car les pertes de grains stockés risquent de s'accroître avec le temps. La sélection probable de populations d'insectes des stocks résistants au produit habituellement recommandé ne fera que multiplier ce genre de pratique à risque menaçant directement la santé humaine. Il est donc urgent que des études soient entreprises sur le sujet pour évaluer les risques, sensibiliser la population et proposer des solutions adaptées.

⁸ 2004- SOCLO H. Projet d'appui à la mise en place d'une stratégie nationale de réduction de l'impact de la pollution urbaine sur la sécurité alimentaire. FAO-MEHU TCP/BEN/2904

Une étude a été réalisée sur les risques toxicologiques encourus par les populations utilisant les bas-fonds pour l'agriculture. Certaines zones se sont révélées polluées essentiellement par les nitrites et les nitrates (avec parfois quelques traces de métaux lourds). Ces pollutions pourraient avoir entraîné des symptômes de phytotoxicité sur certaines cultures maraîchères. La réduction des cultures sur brûlis dans les bassins versants qui favorisent le ruissellement et l'érosion des sols mais aussi les rotations culturales pourraient contribuer à réduire ces pollutions.

Il y a beaucoup d'outils de cuisine (ex : casseroles) ou de transformation des produits agricoles (ex : moulins) qui sont de fabrication artisanale. Or les normes de fabrication et la qualité des matériaux utilisés ne sont pas toujours respectées. C'est ainsi que des résidus de métaux lourds (Pb, Fe) ont été retrouvés dans du beurre de karité à des doses très supérieures aux normes homologuées. Des études sont en cours à l'INRAB sur le sujet mais les projets arrivent à échéance. Ce laboratoire de Niaouli est chargé de contrôler la qualité du matériel agricole mais aussi de mener des actions d'expérimentation et de formation. Son équipement par le gouvernement français doit encore être complété.

Une étude a été réalisée sur la qualité des huitres présentes dans les lagunes de Cotonou et de Ouidah. Des traces de plomb, de cuivre et de zinc ont été retrouvées dans la plupart des échantillons collectés dans les deux lagunes. Des études plus complètes sur la qualité des milieux lagunaires et océaniques (rejet de phosphate au Togo) mériteraient d'être conduites au Bénin.

4. Mycotoxines (INRAB & IITA)

La présence de mycotoxines dans les aliments pose de gros problèmes d'hygiène publique. **Les aflatoxines** sont en particulier reconnues comme étant les plus puissants cancérigènes naturels. L'intoxication aiguë par les aflatoxines se traduit par des symptômes de dépression, anorexie, diarrhée, ictère ou anémie. Des recherches sont conduites au Bénin depuis 1998 sur la présence des mycotoxines dans les grains de maïs, de niébé et dans les cossettes de manioc. De nombreuses publications et communications scientifiques sur le sujet ont été produites (voir annexe 4).

Des échantillonnages de grains ont été réalisés dans tout le pays, ainsi qu'un suivi et une analyse des rations alimentaires et de prélèvements de sang. Ces analyses ont parfois montré des taux d'aflatoxines très élevés chez des enfants qui présentaient des symptômes de malnutrition ou de déficit de croissance. La mise en place d'un paquet technologique a permis de réduire le taux d'exposition aux toxines.

Les procédés de transformation ont été analysés pour évaluer leur impact sur la concentration en aflatoxines. Ainsi il a été montré que l'adoyo, une boisson locale issue de la préparation du hogui (transformation du maïs avec beaucoup d'eau) pouvait être très concentrée en aflatoxine. Or cette boisson est fréquemment consommée en particulier par les enfants. Des travaux sont en cours pour réduire les risques de contamination.

En ce qui concerne la préparation des cossettes de manioc (cassava chips) les études ont montré que le risque de contamination par les aflatoxines était nul. En raison du temps de séchage il y a souvent un dépôt d'*Aspergillus flavus* qui entraîne un noircissement et diminue

la valeur marchande mais ces moisissures ne produisent pas de toxine. Par contre le séchage entraîne la production de scopolétine un agent protecteur de la racine qui réagit à la fluorescence comme les aflatoxines d'où l'inquiétude sur les résultats des tests réalisés auparavant.

Beaucoup de travail reste à faire sur le post récolte des produits agricoles qu'ils soient destinés à la consommation locale ou à l'exportation (ex amandes d'anacarde).

5. Qualité de l'huile de palme (INRAB, CIRAD & IRD)

Des études sur la qualité de l'huile de palme (huile rouge) sont en cours dans le cadre d'un programme d'amélioration génétique. Il s'agit de réduire la teneur en acides gras insaturés qui pourraient avoir un effet sur les accidents cardio-vasculaires. Des études sont également en cours pour étudier l'impact de la teneur en vitamine A dans l'huile de palme

Projet en cours :

- SCAC de Cotonou : financement d'un master qui sera suivi d'une thèse
- Projet ANR sur l'impact de la vitamine A dans l'huile de palme sur la santé humaine

6. Impact des pratiques agricoles sur les vecteurs de maladie (UAC-CRAC, IRSP, IRD)

Les traitements agricoles en particulier dans les périmètres maraichers mais aussi sur le coton ont aussi un impact indirect sur la santé publique en menaçant à court terme l'efficacité des outils de lutte contre les vecteurs de maladie (moustiquaires imprégnées et traitements intra-domiciliaires)⁹. En effet les populations de moustiques collectées dans les zones cotonnières et maraichères sont toujours très résistantes aux pesticides car elles sont sélectionnées par les résidus des traitements agricoles^{10,11}. La suppression des pyréthrinoïdes dans les traitements agricoles par le développement de programme de lutte intégrée (IPM) avec des alternatives chimiques ou biologiques, la lutte physique et la culture de variétés génétiquement modifiées (coton Bt) pourraient sans doute freiner voire supprimer la sélection de populations de vecteurs de maladies (paludisme, dengue, fièvre jaune) résistants aux insecticides. Par ailleurs la sensibilisation et l'implication des maraichers dans les programmes nationaux de lutte contre le paludisme leur permettraient de prendre conscience des risques de maladie auxquels ils sont confrontés (paludisme, dengue). La connaissance de la biologie des moustiques qui pondent dans les points d'eau (puits, trous d'eau, flaques,...) leur permettraient de contribuer à réduire les risques de multiplication des vecteurs en luttant contre les populations larvaires

Projets en cours :

- projet CORUS 6015, MAE France, IRD/CIRAD/CREC et al. 2008-2010 'Impact des stratégies de protection du coton sur l'homme et l'environnement'

⁹ 2007- N'Guessan R, Corbel V, Akogbeto M, Rowland M: Reduced efficacy of insecticide treated nets and indoor residual spraying for malaria control in pyrethroid resistance area, Benin. *Emerg Infect Dis*, 13:199-206.

¹⁰ 2007- Corbel V., N'Guessan R., Brengues C., Chandre F., Djogbenou L., Martin T., Akogbéto M., Hougard J.M. and Rowland M. Insecticide resistance in *Anopheles gambiae* and *Culex quinquefasciatus* from Benin and operational challenges for malaria vector control. *Acta Tropica*, 101, 207-216.

¹¹ 2010- Anges W Yadouleton, Gil Padonou, Alex Asidi, Nicolas Moiroux, Sahabi Bio-Banganna I, Vincent Corbel, Raphael N'guessan, Dina Gbenou, Imorou Yacoubou, Kinde Gazard, Martin C Akogbeto. Insecticide resistance status in *Anopheles gambiae* in southern Benin. *Malaria Journal*, 9:83

- projet JEAI-IRD, UAC/IRSP et al. 2010-2012 'Résistance Insecticide Santé Agriculture'

7. Approche écosystémique et santé humaine (ISBA, UAC, CIRAD & IRSP)

Des études ont été réalisées par l'ISBA depuis une dizaine d'années pour évaluer l'impact des pratiques agricoles sur la santé des agriculteurs. La mesure de l'activité de l'acétylcholinestérase dans des échantillons de sang collecté chez des enfants d'agriculteurs a permis de montrer un certain niveau de contamination. Cette première étude a permis de sensibiliser les populations enquêtées aux risques liés à l'utilisation des pesticides. D'autres études sont en cours, en collaboration avec la FSA, l'IRSP, l'IRD et le CIRAD, pour renseigner des indicateurs permettant d'évaluer l'impact des pratiques agricoles des maraîchers sur la santé et l'environnement. Les résultats devraient être publiés prochainement. Le Pr Fayomi doit être félicité pour avoir organisé en 2010 à Cotonou la première rencontre africaine des chercheurs et acteurs en approche écosystème et santé humaine. Cette rencontre a permis de réunir plus de 145 chercheurs provenant de 20 pays et appartenant à de nombreuses universités africaines. Beaucoup de scientifiques de différentes disciplines ont participé à ces travaux. Cette conférence a permis également de renforcer les liens du réseau COPES-AOC (Communauté de Pratique Ecosystème et Santé humaine en Afrique de l'Ouest et du Centre) lancé en 2006 et soutenu par le CRDI.

8. Pouvoirs publiques (Ministères de la santé, de l'agriculture et de l'environnement)

Toutes les personnes rencontrées sont sensibilisées au problème de la qualité nutritionnelle des aliments consommés localement. Des actions ont été engagées au niveau national pour mettre en place une autorité compétente de sécurité alimentaire des aliments. Mais beaucoup reste à faire pour former du personnel compétent dans les différentes régions dont le rôle sera de contrôler la qualité des pratiques agricoles mais surtout de sensibiliser les agriculteurs sur les risques que certaines pratiques font courir à leur famille comme au reste de la population.

Le Bénin n'a pas encore connu de crise sanitaire grave, mais probablement des incidents¹². Il est cependant exposé, plus qu'auparavant, à des incidents mal gérés, qui pourraient devenir des crises. Les crises possibles sont celles que pourraient engendrer la grippe aviaire dont la gravité est fonction des souches pour les volailles, mais dont on redoute également qu'une mutation pourrait engendrer une épidémie mortelle pour l'homme. On peut craindre aussi la contamination de grands lots de poissons importés, de légumes contenant des résidus importants de produits phytopharmaceutiques, de céréales fortement contaminées par des mycotoxines, etc... Pour y faire face, Bosschaert propose la fusion des différents services de contrôle actuels sous une direction unique.

Le dysfonctionnement du système de contrôle béninois ne permet pas la protection du marché national et de la santé des consommateurs : beaucoup de produits sont déversés sur le marché sans le moindre contrôle faute d'une autorité compétente au niveau national chargée de la régulation de la fonction de sécurité sanitaire des aliments¹³. En effet, il manque au

¹² 2009- BOSSCHAERT I.L. *Étude pour l'accompagnement de l'Autorité Compétente sanitaire des produits halieutiques* CONTRAT D'ÉTUDES N° 1419/MAEP/DP/SCSPFH/GE FONDS

¹³ 2010- GAVARD. Rapport Provisoire « Evaluation des risques sanitaires des aliments au Bénin et appui pour la mise en place du laboratoire central » Programme d'appui en expertise à l'Etat Béninois.

Bénin un cadre décisionnel transparent, efficace, indépendant qui puisse assurer la veille sanitaire, rassembler les informations scientifiques, techniques et les résultats d'inspection, organiser des réseaux d'expertise, de signalement des risques sanitaires, de recherche de moyens ; une administration d'impulsion des sanctions, disposant d'une autonomie organisationnelle permettant d'appliquer le principe du contrôle « de l'étable à la table » et ayant un statut qui lui confère indépendance et autonomie financière. Le gouvernement béninois a demandé et obtenu du Royaume de Belgique, à travers le programme d'appui en l'Expertise à l'Etat béninois (PAEX) BEN 08 018 11, une assistance technique dont la mission sera d'accompagner les autorités du MAEP à mettre en place une autorité compétente de sécurité sanitaire des aliments. Une des premières tâches a été de définir le programme d'action et l'organisation des différentes expertises pour aboutir d'une part à la mise en place de l'Autorité Compétente de Sécurité Sanitaire des Aliments (ACSSA) et d'autre part accompagner le projet du Laboratoire Central dans la démarche vers l'accréditation.

Conclusion

Cette autorité compétente de sécurité alimentaire des aliments devra s'appuyer sur les travaux de recherche qui auront mis en évidence les risques de contamination ou de pollution sur la santé publique et évalué leur niveau dans les différentes régions du Bénin selon les pratiques des agriculteurs. Ces équipes de recherche devront travailler aussi sur des pratiques alternatives adaptées qui pourront ensuite être diffusées pour diminuer ces risques. Les chercheurs nationaux qui travaillent dans ces équipes pourront apporter leur expertise dans leur domaine de compétence. L'organisation d'un atelier national ou régional sur la thématique santé/agriculture permettrait de recenser les différentes équipes travaillant sur le sujet, de synthétiser les résultats concrets obtenus dans différents domaines et de proposer des pistes de travail. Cet atelier permettrait également de sensibiliser la population sur ces questions de qualité des aliments qu'elle consomme et des risques qu'elle encoure. Ces équipes de recherche pourraient ensuite élaborer un projet de recherche à plus ou moins long terme en fonction des priorités et de fonctionner en réseau pour mutualiser des compétences, des savoirs-faires, des équipements, l'entretien de ces équipements, des ressources humaines. Ce réseau permettrait l'échange d'information scientifique et technique, la mise à disposition de rapports et de protocoles d'étude, mais aussi de textes législatifs et de recommandations.

Annexe 1 : Synthèse de la mission présentée à la DG de l'INRAB le 6/10/10

Equipes rencontrées :

- Recherche Nationale:
 - Institut National des Recherches Agronomiques du Bénin (INRAB)
 - Direction Générale
 - Laboratoire Sciences du Sol, Eaux et Environnement (LSSEE)
 - Laboratoire de Recherche Vétérinaire et Zootéchnique (LRVZH)
 - Centre de Recherche Agronomique des Plantes pérennes (CRA-PP)
 - Programme Cultures Maraîchères
 - Université d'Abomey Calavi
 - Faculté des Sciences Agronomiques (FSA)
 - Institut des Sciences Biomédicales Appliquées (ISBA)
 - CeRPA Atlantique – Littoral
- Recherche Internationale:
 - CIRAD-Bénin
 - IRD-Bénin
 - AfricaRice
 - IITA
- Ministères:
 - De l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche (MAEP)
 - De l'Environnement et de la Protection de la Nature (MEPN)
- Autres:
 - Ambassade Pays Bas,
 - Ambassade de France - SCAC de Cotonou
 - Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)
 - Institut Régional de Santé Publique (IRSP)

Impression générale :

- Intérêt général pour le sujet
- De petites équipes et quelques laboratoires
- Des collaborations nationales et internationales
- Des capacités d'analyse réelles mais limitées
- Des besoins en équipement, maintenance, formation, financement
- Surtout des études préliminaires ...alarmantes
- Des questions de recherche pluridisciplinaires
- Des rapports et quelques publications
- Besoin de communication entre les équipes

Des résultats inquiétants dont certains méritent d'être confirmés :

- Des résidus de pesticides dans les légumes et dans les denrées stockées (niébé, céréales, manioc,...)
- Des cas d'intoxications aux pesticides (Nord)
- Des nitrates et nitrites dans les bas-fonds

- Des métaux lourds dans les huitres (Pd,), les légumes (Pd, Cu, Cd,) le beurre de karité (Fe,)
- Des antibiotiques et germes fécaux dans les légumes (?)
- Des pratiques phytosanitaires à risques directs et indirects
- Des aflatoxines dans les aliments (maïs, niébé, cajou,) et les boissons (Adoyo)
- Impact négatif de la maladie sur la production agricole

Mais aussi des solutions proposées :

- Résidus de pesticides:
 - Associations de cultures et contrôle biologique (INRAB/IITA/CIRAD)
 - Cultures sous filets (INRAB/CIRAD)
 - Des légumes traditionnels (INRAB/FSA/CIRAD)
 - Des formations IPM (INRAB/FAO/CTB)
- Mycotoxines
 - Contrôle qualité de la production (INRAB/IITA)
 - Amélioration des procédés (INRAB/IITA)
 - Production de normes et de fiches techniques (INRAB/IITA)
- Autres polluants
 - Analyses de la production (LSSEE, LRSZH,UAC)
 - Contrôle des pratiques et des produits utilisés (Minist.)
 - Localisation et neutralisation des sources (INRAB/IITA)

De multiples questions de recherche :

- Quelle est le niveau du risque et l'étendue de ces pollutions ?
- Quels sont les impacts réels sur la santé ?
- Comment ces risques vont évoluer ?
- Comment informer et sensibiliser les populations ?
- Comment diversifier et renforcer les collaborations ?
- Comment financer ces recherches ?

Des pistes à suivre :

- Encourager la publication des travaux et des synthèses bibliographiques
- Constituer un réseau Santé/agriculture pour:
 - Faire connaître les résultats de recherche
 - Partager et faire circuler l'information
 - Mettre en commun les ressources
 - Rédiger des projets pluridisciplinaires
- Organiser une conférence régionale

Renforcer les liens avec les acteurs économiques et de la santé publique

Annexe 2 : Programmes d'appui et projets de la FAO Bénin

La FAO ne mène pas à proprement parler des activités de recherche mais soutient le pays à travers des projets ou programmes d'appui en vue de minimiser les risques sur la santé humaine. Parmi eux on peut citer :

- **Le programme GIPD : gestion intégrée de la production et des déprédateurs des cultures à travers les champs école des producteurs.**

Ce programme vise à réduire l'utilisation des produits agrochimiques par les paysans. Il est basé sur 2 axes stratégiques :

- 1) la formation des formateurs et des producteurs
- 2) l'installation et le suivi des parcelles de démonstration. Trois spéculations sont concernées : le coton, les cultures maraîchères et le riz.

- **Le projet d'appui à la mise en place d'une stratégie nationale de réduction de l'impact de la pollution urbaine sur la sécurité alimentaire.**

Ce projet exécuté de 2003 à 2005 a aidé les administrations concernées à intégrer le complexe « pollution et sécurité alimentaire » dans le paysage socio économique et à encourager la production, la distribution et la consommation d'aliments sains et de qualité.

- **Les pesticides obsolètes**

Mise à disposition du pays d'un consultant international en gestion des pesticides pour mener des actions diverses et variées : visites de terrain, discussion avec les administrations sur le contenu des conventions (Rotterdam, Stockholm,...), présentation des activités de sécurisation des pesticides obsolètes et des déchets contaminés, identification des besoins et des capacités en formation du personnel scientifique et technique, ...

- **Appui aux systèmes d'information sur les mesures sanitaires et phytosanitaires au Bénin**

Ce projet a pour objet d'améliorer les échanges d'informations sur les prescriptions et la documentation relatives aux mesures sanitaires et phytosanitaires entre les principales parties prenantes en particulier du secteur privé et entre les institutions nationales compétentes dans ce domaine.

- **Renforcement des capacités en vue de la mise en œuvre du cadre réglementaire en biosécurité**

L'objectif est de promouvoir l'exploitation et la valorisation de biotechnologies modernes éprouvées dans le cadre de la stratégie nationale de lutte contre la pauvreté et d'amélioration du niveau de sécurité alimentaire nationale tout en garantissant la préservation de l'environnement à la lumière des directives édictées par le principe de précaution (PCB).

- **Annexe 3 : Production bibliographique sur les cultures maraîchères au Bénin en relation avec la santé**

ADEGBOLA, P. ARINLOYE, D. AZONTONDE, R. (2006) Evaluation des perceptions des consommateurs sur l'utilisation des biopesticides dans la production de légume : cas des communes de Cotonou et de Porto novo, PAPA/INRAB, Bénin, 30 p.

ADEOTI, R. (2005) Evaluation d'impact de la production maraîchère saine et du marketing sur la sécurité alimentaire des ménages et communautés des zones côtières et saharienne d'Afrique Occidentale. Proposition de recherche, IITA/BENIN

ADETONAH, S. (2005) Genre et Production et commercialisation des légumes sains en zones urbaine et péri-urbaine en Afrique de l'Ouest : Cas du Benin, Togo et Ghana. Proposition de recherche, IITA/BENIN

ADORGLOH-HESSOU, R. A. (2006) Guide pour le développement de l'entreprise de production et de commercialisation de légumes de qualité dans les régions urbaines et périurbaines du Sud-Bénin. Rapport de consultation IITA-Bénin. 82 p.

AGOSSOU, G., AHOUANSSOU, T., ASSOGBA-KOMLAN, F. (2001) Étude sur la promotion de la filière des cultures maraîchères au Bénin, Rapport principal (version provisoire), PCM/INRAB/MAEP, 87p.

AGOSSOU. G. AHOUANSSOU, T. ALY D. et F. ASSOGBA-KOMLAN (2001) Etude sur la promotion de la filière des cultures maraîchères au Bénin. Rapport principal (version provisoire), MAEP, Bénin. 75 p.

AHO, N. et D. K. KOSSOU (1997) Précis d'agriculture tropicale : bases et éléments d'application. Les Editions du Flamboyant, Cotonou, Bénin 463 p.

AMOUSSOUGBO, Y. (1993) Enquête sur l'usage des pesticides en cultures maraîchères au Sud-Bénin et expérimentation de trois nématicides dans la lutte contre les nématodes à galles. Thèse d'ingénieur agronome, FSA / UNB, 1 16P, Bénin.

ASSOGBA, R. (2007) Production maraîchère au Sud-Bénin : analyse des facteurs décisionnels en matière de choix et de dimensionnement des spéculations. Thèse d'ingénieur agronome, FSA / UNB, 140 p. Bénin.

ASSOGBA-COMLAN, F. (2002) Agriculture urbaine au Bénin : cas de la ville de Cotonou, INRAB, Bénin, 30 p.

ASSOGBA-KOMLAN, F. (2007) Pratiques culturales et teneur en éléments anti nutritionnels (nitrates et pesticides) du *Solanum macrocarpum* au sud du Bénin : www.biolineinternational.com consulté le 13/05/2008

CHERRY A. (2006) Echange d'information sur les biopesticides entre les secteurs publics et privés au Bénin. Rapport de réunion. IITA, Bénin.

CORAF (2007): Market Surveys and Sub-sector Analysis of Vegetable Production in West Africa: Farmers' and consumers' awareness of pesticides risks and willingness to produce and

consume organic vegetable. 2nd Technical Report.

COULIBALY, O. CHERRY, A. J. NOUHOHEFLIN, T. AITCHEDJI, C. and R. ALHASSAN (2006) Vegetable Producer Perceptions and Willingness to Pay for Bio pesticides, In *Journal of Vegetables Sciences*, Volume 12, Number 3, Published by Haworth Food and Agriculture Product Press.

GONROUDOBOU, O.D. (1985) L'économie de la production maraîchère dans les quartiers périphériques de Porto-Novo, Bénin. Thèse pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, FSA/UAC, 115p.

GPV, (1996) Adaptation du module lutte biologique. Programme Natura / Nectar, pour une formation continue destinée aux professionnels des institutions de recherche et de développement. Porto-Novo, Bénin.

PAPA (2006) Rapport technique sur les perceptions des consommateurs sur l'utilisation des biopesticides dans la production de légume : cas des communes de Cotonou et de Porto novo.

SINGBO G. A., NOUHOHEFLIN T. et L. IDRISOU (2004) Etude des perceptions sur les ravageurs des légumes dans les zones urbaines et périurbaines du sud Bénin, Projet Légumes de qualité, Rapport d'activités, IITA-INRAB-OBEPAB, 21 p.

SINGBO, A. (2002) Agriculture urbaine au Bénin : cas de la ville de Cotonou, PCM/INRAB et PAPA/INRAB, Bénin. 30 p.

VODOUHE, G. (2007) : Genre et production durable des légumes sains en zone urbaine et péri urbaine au Sud-Bénin. Thèse d'ingénieur agronome UAC / FSA, Bénin. 146 p.

ZOSSOU, E. (2004) Analyse des déterminants socio-économiques des pratiques phytosanitaires : Cas des cultures maraîchères à Cotonou (Département du Littoral, Bénin). Thèse d'ingénieur agronome, FSA / UNB, 104 p. Bénin.

Annexe 4 : Production bibliographique sur les aflatoxines au Bénin

ALLOMASSO, R. COULIBALY, O. GLITHO, I. et K. HELL (2006) Principaux facteurs affectant l'état nutritionnel et de santé des enfants exposés à l'aflatoxine au Bénin : application du model Probit. Bulletin de recherche agronomique du Bénin N°53.

BANDYOPADHYAY, R., KIEWNICK, S., ATEHNKENG, J., DONNER, M., COTTY, P.J., AND HELL, K. 2005. Biological control of aflatoxin contamination in maize in Africa. Proceedings of the Conference on International Research for Development, October 11-13, 2005, Hohenheim, Germany. <http://www.tropentag.de/2005/abstracts/full/398.pdf>.

BASSA, S., MESTRES, C., CHAMPIAT, D., HELL, K., VERNIER, P. AND CARDWELL K.F. 2001. First Report of Aflatoxin in Dried Yam Chips in Benin. *Plant Disease* 85: 1032.

CARDWELL, K.F., AND COTTY, P.J., 2002. Distribution of *Aspergillus flavus* section *Flavi* among soils from the four agroecological zones of the Republic of Benin, West Africa. *Plant Disease* 86: 434–439.

CHERRY A. (2006) Echange d'information sur les biopesticides entre les secteurs publics et privés au Bénin. Rapport de réunion. IITA, Bénin.

COULIBALY, O., HELL, K., BANDYOPADHYAY, R., HOUNKPONOU, S., AND LESLIE, J.F. 2008. Economic impact of aflatoxin contamination in Sub-Saharan Africa. Pages 67–76 in “Mycotoxins: Detection Methods, Management, Public Health and Agricultural Trade”. J. F. Leslie, R. Bandyopadhyay and A. Visconti, eds. CABI Publishing, Wallingford, UK.

EGAL, S., HOUNSA, A., GONG, Y.Y., TURNER, P.C., WILD, C.P., HALL, A.J., HELL, K., CARDWELL, K.F. 2005. Dietary exposure to aflatoxin from maize and groundnut in young children from Benin and Togo, West Africa. *International Journal of Food Microbiology* 104:215-224.

GONG, Y.Y., HOUNSA, A., EGAL, S., TURNER, P.C., SUTCLIFFE, A.E., HALL, A.J., CARDWELL, K.F., AND WILD, C.P. 2004. Postweaning exposure to aflatoxin results in impaired child growth: A longitudinal study in Benin, West Africa. *Environmental Health Perspectives* 112: 1334-1338.

FANDOHAN, P., HELL, K., MARASAS, W.F.O., AND WINGFIELD, M.J. 2003. Infection of maize by *Fusarium* species and contamination with fumonisin in Africa. *African Journal of Biotechnology* 2: 570-579.

FANDOHAN, P., GBENOU, J.D., GNONLONFIN, B., HELL, K., MARASAS, W.F., AND WINGFIELD, M.J. 2004. Effect of essential oils on the growth of *Fusarium verticillioides* and fumonisin contamination in corn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 6824-6829.

FANDOHAN, P., GNONLONFIN, B., HELL, K., MARASAS, W.F., AND WINGFIELD, M.J. 2005. Natural occurrence of *Fusarium* and subsequent fumonisin contamination in preharvest and stored maize in Benin, West Africa. *International Journal of Food Microbiology* 99: 173-183.

- FANDOHAN, P., ZOUMENOU, D., HOUNHOUGAN, D.J., MARASAS, W.F., WINGFIELD, M.J., AND HELL, K. 2005. Fate of aflatoxins and fumonisins during the processing of maize into food products in Benin. *International Journal of Food Microbiology* 98: 249-59.
- FANDOHAN, P., AHOANSOU, R., HOUSSOU, P., HELL, K., MARASAS, W.F.O., AND WINGFIELD, M.J. 2006. Impact of mechanical shelling and dehulling on *Fusarium* infection and fumonisin contamination in maize. *Food Additives and Contaminants* 23: 415-421.
- FANDOHAN, P., GNONLONFIN, B., HELL, K., MARASAS, W.F.O., AND WINGFIELD, M.J. 2006. Impact of indigenous storage systems and insect infestation on the contamination of maize with fumonisin. *African Journal of Biotechnology* 5: 546-552.
- FANDOHAN, P., HELL, K., AND MARASAS, W.F.O. 2008. Food processing to reduce mycotoxins in Africa. Pages 309–316 in “Mycotoxins: Detection Methods, Management, Public Health and Agricultural Trade”. J. F. Leslie, R. Bandyopadhyay and A. Visconti, eds. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- GNONLONFIN, G.J.B., HELL, K., FANDOHAN, P., AND SIAME, A. B. 2008. Mycoflora and natural occurrence of aflatoxins and fumonisin B1 in cassava and yam chips from Benin, West Africa. *International Journal of Food Microbiology* 122: 140-147.
- GONG, Y.Y., EGAL, S., HOUNSA, A., TURNER, P.C., HALL, A.J., CARDWELL, K.F., AND WILD, C.P. 2003. Determinants of aflatoxin exposure in young children from Benin and Togo, West Africa: the critical role of weaning. *International Journal of Epidemiology* 32: 556-562.
- GONG, Y.Y., CARDWELL, K.F., HOUNSA, A., EGAL, S., TURNER, P.C., HALL, A.J., AND WILD, C.P. 2002. Dietary aflatoxin exposure and impaired growth in young children from Benin and Togo: cross sectional study. *British Medical Journal* 325: 20-21.
- HELL, K., SÉTAMOU, M., CARDWELL, K.F., AND POEHLING, H.M. 2000. The influence of storage practices on aflatoxin contamination in maize in four agroecological zones in Benin, West Africa. *Journal of Stored Products Research* 36: 365-382.
- HELL, K., CARDWELL, K.F., AND POEHLING, H.M. 2003. Distribution of fungal species and aflatoxin contamination in stored maize in four agroecological zones in Benin, West-Africa. *Journal of Phytopathology* 151: 690-698.
- HELL, K., BANDYOPADHYAY, R., KIEWNICK, S., COULIBALY, O., MENKIR, A., AND COTTY, P. 2005. Optimal Management of Mycotoxins for Improving Food Safety and Trade of Maize in West Africa "The Global Food & Product Chain- Dynamics, Innovations, Conflicts, Strategies" Deutscher Tropentag, October 11-13, 2005 in Stuttgart-Hohenheim. <http://www.tropentag.de/2005/proceedings/node419.html>. (Abstract)
- HELL, K., GNONLONFIN, B.G.J., KODJOGBE, G. LAMBONI, Y., AND ABDOURHAMANE, I.K. 2009. Mycoflora and occurrence of aflatoxin in dried vegetables in Benin, Mali and Togo, West Africa. *International Journal of Food Microbiology* 135, 2, 99-

JAMES, B., ADDA, C., CARDWELL, K., ANNANG, D., HELL, K., KORIE, S., EDORH, M., GBEASSOR, F., NAGATEY, K., AND HOUENOU, G. 2007. Public information campaign on aflatoxin contamination of maize grains in market stores in Benin, Ghana and Togo. *Food Additives and Contaminants* 24: 1283-1291.

MESTRES, C., BASSA, S., FAGBOHOUN, E., NAGO, M., HELL, K., VERNIER, P., CHAMPIAT, D., HOUNHOUGAN, J., AND CARDWELL, K.F. 2004. Yam chip food sub-sector: hazardous practices and presence of aflatoxins in Benin. *Journal of Stored Products Research* 40: 575-585.

MOORE, G., HORN, B.W., ELLIOTT, J., HELL, K., CHULZE, S., WRIGHT, G., NAIK, M., CARBONE, I. 2008. Recombination, balancing selection and geographic subdivision among worldwide populations of *Aspergillus flavus*.
http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?SEQ_

SÉTAMOU, M., CARDWELL, K.F., SCHULTHESS, F., AND HELL, K. 1997. *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin contamination of preharvest maize in the Republic of Benin. *Plant Disease* 81:1323-1327.

STROSNIDER, H., AZZIZ-BAUMGARTNER, E., BANZIGER, M., *et al.*, 2006. Workgroup report: public health strategies for reducing aflatoxin exposure in developing countries. *Environmental Health Perspectives* 114: 1898-1903.