RECHERCHE, ETUDES, DEVELOPPEMENT Vol. 7, No 2, Octobre 2016
Revue des Sciences Pures et Appliquées de l'Université d'Etat d'Haïti

Université d'Etat d'Haïti
(UEH)

RECHERCHE ETUDES, DEVELOPPEMENT RED

Vol. 7, No 2

Créée par Décret présidentiel en 1960, l'Université d'Etat d'Haïti (UEH) est la plus grande université du pays. Elle dessert une population d'étudiants répartis dans onze entités localisées à Port-au-Prince dont huit Facultés, une Ecole supérieure et deux Instituts, sept Ecoles de Droit de province et le campus décon-centré de Limonade. Des onze entités de Port-au-Prince, cinq (FAMV, FDS, FMP, FO et ENS) sont parties prenantes de la Revue des Sciences Pures et Appliquées baptisée RED. La Constitution de 1987 fait de l'UEH une institution autonome et indépendante, mais elle gère toutefois ses ressources selon les lois de la comptabilité nationale et reçoit son budget de l'Etat Haïtien.

En sa qualité d'établissement public d'enseignement supérieur, sa principale mission est de :

- Former des cadres supérieurs pour les institutions aussi bien publiques que privées du pays ;
- Maintenir l'enseignement supérieur en Haïti au niveau des avancées de la science et de la technologie universelles ;
- Promouvoir la recherche et l'orienter prioritairement vers les objectifs de développement de la nation ;
- Fournir des services à la communauté dans le cadre de l'extension universitaire.

Dans son souci de promouvoir l'excellence et l'universalité, l'UEH entretient de solides rapports de collaboration avec des institutions nationales et internationales, publiques et privées poursuivant des objectifs similaires aux siens et essentiellement orientés vers le développement des sociétés à travers l'épanouissement et le bien-être de l'humain. Elle accueille chaque année une cohorte de jeunes qu'elle souhaite transformer en citoyens modèles, conscients de leurs responsabilités, et fortement imprégnés des notions d'honneur, d'intégrité, de moralité et d'éthique professionnelle. Elle a pu au cours des 15 dernières années diversifier substantiellement ses programmes au triple plan des domaines couverts, des grades offerts et de son extension territorial. Longtemps confinée aux études de premier cycle, L'UEH offre depuis quelque temps des programmes de licence, de master et de doctorat.

L'UEH est dirigée par un Conseil Exécutif (CE) de trois membres élus pour quatre ans, un Recteur et deux Vices Recteurs, respectivement à la Recherche et aux Affaires Académiques. Ce Conseil est l'émulation du Conseil de l'Université dont il tire son pouvoir et sa légitimité. Les Facultés ont à leur tête soit un Décanat conçu sur le modèle du CE, soit un Conseil de direction. La gestion collégiale est priorisée dans les structures de gouvernance de l'institution.

Sommaire

Editorial 1

Instructions aux auteurs 2

Recherche

Efficience d'utilisation de l'azote par trois phénotypes de riz (*Oryza sativa,* L.) sur la ferme expérimentale de Mauger, Vallée de l'Artibonite 3
P. Duvivier *et al.*

Etudes

Evaluation préliminaire de la teneur en aflatoxine dans l'arachide et produits dérivés en Haïti 11
L. Delva *et al.*

Variation de la prévalence de l'hypertension artérielle dans les zones de Place Cazeau et de Delmas et analyse du mode d'expression utilisé 15
R.R. Jean-Charles et O. Diallo

Problématique de l'eau dans le sous bassin versant Ravine Diable (Saut du Baril), troisième section communale de l'Anse-à-Veau 19
P. Duvivier et Orélien

Les droits de propriété intellectuelle dans l'agriculture haïtienne: Cas de la patate douce (*Ipomoea batatas*) 26
J.A. Victor

Le Système de Riziculture Intensive (SRI) : Atouts, contraintes et perspectives d'utilisation en Haïti 36
O.N. Carvil *et al.*

Le coût économique et écologique de la pratique du brûlis dans l'agriculture haïtienne : Cas des pertes d'azote et de carbone dans les rizières de la Vallée de l'Artibonite 47
P. Duvivier *et al.*

Communication courte

Les plantes dans le traitement des affections buccodentaires en Haïti 50
C.C. Noël

RED - UEH

Recherche, Etudes Développement

Revue biannuelle éditée et publiée par l'Université d'Etat d'Haïti (UEH)

Directeur Honoraire
Jocelyn LOUISSAINT

Directeur de rédaction
Jean-Fénel FELIX

Rédacteur en chef
Ophny Nicolas CARVIL
Vice-Doyen à la Recherche

Comité de rédaction
Predner DUVIVIER
Ophny Nicolas CARVIL
Marie Lesly FONTIN

Comité de relecture
Audalbert BIEN-AIME
Eric Junior VILMONT
Neudy JEAN-BAPTISTE
Harold CORANTIN

Diffusion et abonnement
Ophny Nicolas CARVIL
Ania Levasseur TESSONO (Secrétaire)

Le comité de rédaction tient à remercier les professeurs Robers Pierre Tescar et Jacques Blaise pour leurs contributions à la révision des articles publiés dans ce numéro.

Les opinions exprimées dans les articles publiés dans les colonnes de RED n'engagent que leurs auteurs.

Pour être toujours informé de tout nouveau développement dans les activités scientifiques à l'UEH

Lisez RED!

Retirez votre numéro au prix de 250.00 gourdes ou souscrivez à un abonnement (Voir page 53)

Editorial (Par Jacques Blaise, Vice Recteur à la Recherche)

Le volume 7, numéro 2 de RED nait après une période de gestation prolongée par la crise à l'UEH. Cette naissance arrive également à trois mois du nouvel an 2017. Il y a donc lieu de souhaiter déjà nos meilleurs vœux aux lecteurs tout en les invitant à découvrir les contributions présentées dans ce numéro. Rechercher, c'est non seulement chercher à connaitre mais également à agir pour produire ou collecter des données pour l'avancement des connaissances. En dépit des obstacles auxquels se sont confrontés les contributeurs, au cours des trois premiers trimestres de l'année 2016, le numéro 2 de RED révèle qu'un minimum a pu être fait et nous présente des résultats de travaux portant sur des thématiques variées dans les domaines de l'agriculture, l'agroalimentaire, la médecine et du droit.

Le numéro débute par un article de recherche sur la fertilisation du riz ou l'auteur aborde l'efficience de l'utilisation de l'azote. Lui succède toute une série de résultats d'études portant sur l'aflatoxine dans l'arachide et dérivés, l'hypertension artérielle, la qualité de l'eau, les droits de propriété intellectuelle, le système de riziculture intensive, l'impact économique et écologique de la pratique du brûlis qui apportent un certain nombre de données permettant de mieux comprendre ces problématiques. Il clôture par une excellente communication sur les affections bucco-dentaires en Haïti dont le risque encouru par la population se trouve être atténué par la phytothérapie traditionnelle, ce qui ouvre la voie à des investigations plus profondes dans ce domaine.

Le Rectorat, plus particulièrement, le Bureau du Vice-Recteur à la Recherche de l'Université d'Etat d'Haïti, salue le travail du comité de rédaction de RED. Il souhaite déjà que le comité élargi récemment constitué et comprenant des membres représentant les Facultés : d'Agronomie (FAMV), des Sciences (FDS), de Médecine et de Pharmacie (FMP), d'Odontologie (FO) et l'Ecole Normale Supérieure (ENS) puisse se pencher sur le prochain numéro avec la même détermination. Il en prend également occasion pour remercier vivement tous, auteurs et membres des comités de révision et de relecture impliqués dans la parution de ce numéro.

Bonne lecture!

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS :
Soumettre trois exemplaires du manuscrit sur papier 8 ½ x 11 avec lignes numérotées et en double interlignes. Tout article soumis doit présenter : un titre suivi des noms et prénoms des auteurs ainsi que leurs affiliations, un résumé intercalé entre deux lignes pleines, le texte, la bibliographie. Les tableaux et figures doivent être présentés avec leurs légendes sur des pages séparées.

FORMAT DE PRESENTATION DES ARTICLES SCIENTIFIQUES DE LA RUBRIQUE RECHERCHE
Titre : Le titre doit être aussi concis que possible (25 mots au maximum) et refléter clairement le sujet de l'article.

Identification : Les noms des auteurs doivent être suivis de leurs Affiliations

Résumé : Aussi bref que possible, le résumé ne dépassera pas 20 lignes dactylographiées. Il est rédigé en deux langues: français et anglais. Il est suivi du titre qui doit être en anglais dans le cas du résumé en anglais.

Des mots-clefs additionnels peuvent suivre le résumé. Toutefois, ces mots ne doivent apparaître ni dans le titre, ni dans le texte du résumé.

Texte de l'Article : Le texte comprend essentiellement quatre (4) parties : Introduction, Matériels et Méthodes, Résultats, Discussions. Éventuellement les deux dernières peuvent être combinées en : Résultats et Discussions. Des sous-titres peuvent être utilisés, mais on évitera toute fragmentation excessive du texte. Les tableaux et figures doivent être numérotés.

Tableaux et Figures
Les tableaux doivent contenir des informations suffisamment claires pour être comprises sans référence ni au texte, ni à un autre tableau. Seulement les données essentielles à la compréhension de l'article y seront incluses. Les nombres y figurant doivent être arrondis à leurs plus significatives valeurs. Le titre d'un tableau doit être inscrit en haut et à gauche du tableau. Ex: **Tableau 1. Titre du tableau.**

Les abréviations non standard seront expliquées au bas du tableau.

Les figures doivent être soumises en original de bonne qualité. Mis à part le titre, toutes les lettres seront de taille 10. Le titre d'une figure doit être inscrit en bas à gauche.
Ex : **Figure 1. Titre de la figure**

Références Bibliographiques : Les références listées doivent être exactes et citées dans le texte. Elles seront classées par ordre alphabétique des auteurs et numérotées. Dans le texte de l'article soumis pour publication, tout travail cité sera représenté par le numéro qui lui est assigné dans la liste des références.

Exemple de références bibliographiques :
Journal :
Félix J. F. 2003. Amélioration de la fixation biologique de l'azote chez le haricot (*Phaseolus vulgaris* L) par la sélection du matériel végétal et par la sélection du microsymbiote en condition de contrainte thermique en Haïti. RED 1(1) : 30 - 35

Livre :
Swidler L. 1990. After the absolute. Fortress Press, Minneapolis. 248 pp.

Teng P. S. and Johnson K. B. 1988. Analysis of epidemiological component in yield loss assessment. Pages 179-189. in: Experimental Techniques in Plant Disease Epidemiology. Kranzs, J. and Rotem, J., eds. Springer-Verlag, Berlin

Ffoulkes D, Espejos S, Marie D, Delpeche M and Preston T R. 1978. The banana plant as cattle feed: Composition and biomass production. Tropical Animal Production 3:45-50

NB. Ne listez pas dans vos références :
Un travail en préparation, un article soumis mais non accepté pour publication, le cours d'un professeur. Toutefois, ces travaux seront cités dans le texte comme l'indiquent les exemples suivants : (Félix, non publié) ou (Félix, Comm. Pers.).

MANUSCRITS ACCEPTES POUR PUBLICATION
Les manuscrits acceptés pour publication seront soumis dans le format recommandé par la revue sur CD ou en fichier attaché par courrier électronique aux adresses suivantes: *recherchefamv@yahoo.fr* ou *nicarvil@yahoo.com*. Le fichier contenant le manuscrit doit être sauvegardé comme Word document ou RTF. Les manuscrits comprenant des photos digitales doivent être soumis sur CD. A ce stade, la numérotation des lignes n'est plus nécessaire, mais les tableaux et figures doivent être présentés sur pages séparées.

Efficience d'utilisation de l'azote par trois phénotypes de riz (*Oryza sativa*, L.) sur la ferme expérimentale de Mauger, Vallée de l'Artibonite

P. Duvivier[1], J. S. Antoine[2], D. Joseph[3], M. E. Alphonse[4] et F. Jean Baptiste[5]. [1]Département de Phytotechnie, Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), Université d'Etat d'Haïti (UEH), [2]Programme de Mitigation des Désastres Naturels (PMDN), [3]Direction des Sols et Forets (DSF), [4]Direction de Recherche et de Documentation Agricole (DRA), [5]programme de gestion rationnelle de la fertilisation (PGRF), Ministère de l'Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR)

RESUME

Duvivier, P., Antoine J. S., Joseph D., Alphonse M. E. et Jean Baptiste F. 2016. Efficience d'utilisation de l'azote par trois phénotypes de riz (*Oryza sativa*, L.) sur la Ferme de Mauger, Vallée de l'Artibonite, Haïti. RED 7 (2) : 3 - 10

Des études antérieures ont rapporté que les rendements du riz (*Oryza sativa*, L.) dans la Vallée de l'Artibonite n'augmentent pas avec l'augmentation des doses d'azote appliquées au-delà de 75 kg/ha et ont fait mention de surfertilisation azotée dans les rizières. Le présent travail a été réalisé pour déterminer l'efficience d'utilisation de l'azote appliqué par trois phénotypes de riz: variété Crête-à-Pierrot (CAP), variété TCS-10 et Lignée L1 soumis à trois doses d'azote (50, 75 et 100 kg/ha). Une expérience en parcelles divisées avec dose d'azote comme facteur principal et phénotype de riz comme facteur secondaire a été réalisée dans un dispositif en blocs complets aléatoires avec trois répétitions. L'urée ordinaire et le 20-20-10 ont été utilisés comme sources principales d'azote et l'urée enrichie à 5 % d'azote marqué N^{15} a été utilisée comme traceur. A maturité, après avoir déterminé la biomasse par gravimétrie et l'excès d'azote marqué N^{15} dans les plantes par spectrométrie de masse, le pourcentage d'azote dans les plantes dérivé de l'engrais appliqué et le taux d'assimilation de l'azote appliqué ont été calculés. Le taux d'assimilation de l'azote appliqué (efficience d'utilisation de l'azote appliqué), a varié non significativement entre les phénotypes, avec 17.24% pour TCS-10, 19.96% pour CAP et 20.13% pour L1. Il a varié non significativement entre les doses 75 et 100 kg d'azote appliquées, avec 15.62%, 14.59%, respectivement. Cependant, il a été significativement plus élevé pour la dose 50 kg/ha (28.89%) par rapport aux deux autres. Ces résultats montrent que la fertilisation azotée minérale n'est pas le facteur limitant du rendement du riz dans la zone d'étude et confirme l'hypothèse de la surfertilisation. Ainsi, il est recommandé une modération de la fertilisation azotée minérale.

Mots clés: dose d'azote, phénotype de riz, surfertilisation, taux d'assimilation de l'azote

ABSTRACT

Duvivier P., Antoine J. S., Joseph D., Alphonse M. E. and Jean Baptiste F. 2016. Nitrogen use efficiency by three rice (*Oryza sativa*, L.) phenotypes on Mauger Farm, Artibonite Valley, Haiti. RED 7 (2) : 3 - 10

Previous studies have reported that rice (*Oryza sativa* L.) yields in Artibonite Valley did not increase with increasing doses of nitrogen applied beyond 75 kg / ha and have mentioned overdoses of nitrogen in paddy fields. This work was conducted to determine the applied nitrogen use efficiency applied by three phenotypes of rice: Crete a Pierrot (CAP) variety, TCS-10 variety and L1 Line submitted to three nitrogen rates (50, 75 and 100 kg / ha). A split plot experiment with nitrogen rates as main factor and rice phenotypes as secondary factor was carried out in a randomized complete block design with three replications. Ternary 20-20-10 fertilizer and ordinary urea were used as major sources of nitrogen and urea enriched with 5% labeled N15 nitrogen was used as tracer. At maturity, after determining biomass by gravimetric techniques and excess labeled N15 nitrogen in plants by mass spectrometry, the percentage of nitrogen in plants derived from the fertilizer and the rate of assimilation of applied nitrogen were calculated. The applied nitrogen assimilation rate (applied nitrogen use efficiency) varied non-significantly among phenotypes, with 17.24% for TCS-10, 19.96% for CAP, and 20.13% for L1. It varied non-significantly between the doses 75 and 100 kg/ha of applied nitrogen, with 15.62% and 14.59%, respectively. However, it was significantly higher for the dosis 50 kg / ha (28.89%) compared to the other two. These results show that the mineral nitrogen fertilization is not the limiting factor for rice yield in the study area and confirms the hypothesis of over-fertilization. Thus, we recommend a moderation of mineral nitrogen fertilization.

Keywords: nitrogen dose, rice phenotype, over-fertilization, nitrogen assimilation rate

Introduction

La Vallée de l'Artibonite a longtemps été considérée comme le grenier d'Haïti en ce qui a trait à la production rizicole. En effet, 80% du riz haïtien est produit dans cette zone sur une superficie de 32000 ha irrigués (14), caractérisés essentiellement par la monoculture du riz sur des sols pauvres en matière organique (16). L'utilisation quasi exclusive des engrais minéraux par les riziculteurs, le brûlis ou l'exportation des résidus culturaux sans mesures de restitution entrainent une baisse du taux de matière organique dans le sol (1). Par ailleurs, aujourd'hui, le riz national ne compte que pour 20% du riz total consommé en Haïti (14). La différence est comblée par des importations entrainant une importante fuite de devises. Il importe donc d'augmenter la production nationale pour augmenter les revenus des producteurs locaux, améliorer le statut de la sécurité alimentaire et réduire la facture des importations.

L'un des principaux axes sur lesquels agissent les acteurs concernés est la fertilisation. Ainsi, depuis la fin des années 90s, les autorités du Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR) ont accordé des subventions à l'achat des engrais minéraux dont la consommation est passée de 15 000 tonnes entre 2004 et 2008 à 32 000 tonnes entre 2008 et 2009, puis à 50 000 tonnes en 2011 (15). La plus grande partie est utilisée dans la Vallée de l'Artibonite (2). En riziculture, le facteur qui contrôle le plus le rendement est l'azote (3). Avec l'augmentation de la consommation des engrais, le rendement-grain est passé de 2.9 t/ha (8) à 3.5 t/ha (12, 13). Cependant, les rendements obtenus restent au-dessous du potentiel des variétés.

En effet, dans le souci d'apporter une réponse au problème de faibles rendements constatés, plusieurs

essais ont été conduits dans l'Artibonite en vue de tester la réponse à la fertilisation azotée, phosphatée et potassique des variétés de riz les plus cultivées par les agriculteurs. Les résultats générés ont prouvé que des rendements élevés, jusqu'à 6 tonnes/ha de paddy, peuvent être obtenus dans les conditions de culture de la Vallée de l'Artibonite avec des doses d'engrais n'excédant pas 115 kg/haN + 30 kg/ha P_2O_5 + 14 kg/ha K_2O (6). Or, les riziculteurs de l'Artibonite obtiennent un rendement moyen de 3.5 tonnes/ha en utilisant des doses d'engrais environ deux fois supérieures à celles utilisées dans les expérimentations scientifiques (6). Par ailleurs, des travaux de recherche sur la réponse du riz, variété TCS-10, à la fertilisation azotée dans la Vallée de l'Artibonite ont montré qu'il n'y a pas d'augmentation du rendement-grain au-delà de 75 kg/ha d'azote (13; 17). Les auteurs ont recommandé que les agriculteurs n'utilisent pas des doses d'azote supérieures à 75 kg/ha. Les recommandations n'ont pas été vulgarisées et les agriculteurs continuent d'appliquer des doses d'azote allant jusqu'à 150 kg/ha ou plus.

Or, le riz n'assimile pas l'azote de manière proportionnelle à la dose apportée ; il y a une diminution de l'efficience d'utilisation de cet élément au fur et à mesure que les doses appliquées augmentent (20). Des études réalisées à l'Estère et à Bocozelle sur la variété de riz TCS-10 en 2008 ont montré que seulement 10 % de l'azote appliqué a été absorbé (19). Les doses élevées utilisées par les agriculteurs posent un problème d'ordre économique dans la mesure où le producteur dépense plus pour l'achat des engrais azotés. Elle pose aussi un problème d'ordre environnemental parce que les engrais azotés sont sensibles aux pertes après leur application. La riziculture est un facteur important dans les émissions gazeuses de NH_3, de N_2O et de CH_4 vers l'atmosphère (19), contribuant ainsi au réchauffement climatique global par l'augmentation des gaz à l'effet de serre. Elle contribue également à la pollution des nappes par lixiviation des nitrates si les conditions de perméabilité du sol le permettent. Les pertes peuvent atteindre 60 % en moyenne et l'efficacité de prélèvement de l'azote est moins de 30 % (5). Il faut donc une gestion raisonnée de la fertilisation azotée pour une efficience d'utilisation maximale des apports sans conséquences néfastes sur l'environnement.

Cette étude a été réalisée dans le but de générer des informations devant contribuer à cette gestion raisonnée de la fertilisation azotée. Elle a eu pour objectifs spécifiques de : 1) Déterminer la production de biomasse et le rendement-grain des trois phénotypes de riz ; 2) Déterminer l'effet de trois doses d'azote sur la production de biomasse et le rendement /-grain; 3) Déterminer le taux d'assimilation de l'azote appliqué (efficience d'utilisation de l'azote).

Il s'agissait de trouver réponses à trois questions que soulèvent le manque d'adéquation entre les doses d'azote appliquées par les agriculteurs et les rendements obtenus : a) Les différents phénotypes de riz cultivés dans la Vallée de l'Artibonite répondent-ils de façon différente à la fertilisation azotée en termes de rendement-grain et de biomasse ? b) L'augmentation de la dose d'azote entraine-t-elle une augmentation de la production de biomasse à l'hectare sans affecter le rendement-grain? c) L'azote appliqué n'est-il pas efficacement utilisé par la culture ?

Le fait par les agriculteurs de continuer d'utiliser des doses d'azote élevées alors que la littérature rapporte un taux d'utilisation d'environ 10% de l'azote appliqué suggère trois hypothèses, non complémentaires : a) Les agriculteurs sont rationnels ; les différents phénotypes de riz cultivés répondent différemment à la fertilisation azotée dans des zones différentes en termes de rendement-grain ; b) une augmentation de la dose d'azote entraine une augmentation de la production de biomasse à l'hectare sans augmentation du rendement-grain, mais les agriculteurs n'en sont pas conscients parce qu'ils valorisent très peu les résidus de culture ; c) il y a effectivement sur-fertilisation azotée ; l'azote appliqué n'est pas utilisé efficacement par la culture.

Matériels et méthodes

Matériels

L'expérimentation a été conduite dans la Vallée de l'Artibonite, plus spécifiquement sur la Ferme de Mauger sur trois phénotype de riz : les variétés TCS-10 et Crête-à-Pierrot (CAP) et la Lignée L1. La TCS-10 est la variété la plus cultivée dans la vallée. CAP est aussi une variété populaire. La lignée L1 a été récemment mise à la disposition du MARNDR par l'Association pour le Développement du Riz en Afrique de l'Ouest (ADRAO) à travers l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA). Les plantules ont été produites en pépinière dans des bacs en matière plastique de 40 cm x 25 cm x 15 cm. Ces bacs ont été remplis avec de la terre tamisée et arrosés avec de l'eau ordinaire. Les semences préalablement pré-germées ont été semées dans des sillons peu profonds, puis recouvertes d'une mince couche de terreau. La durée du séjour des plantules en pépinière a été de 22 jours. L'engrais ternaire 20-20-10 et l'urée ordinaire 46 % ont été utilisés comme sources principales d'azote. L'urée 46% enrichie en N^{15} à 5 % a été utilisée comme traceur.

Dispositif expérimental

Les doses d'azote et les phénotypes de riz ont été arrangés dans une expérience en parcelles divisées avec dose d'azote comme facteur principal et phénotype de riz comme facteur secondaire. Les trois doses d'azote ont été distribuées dans un dispositif en trois blocs complets aléatoires.

Chaque unité expérimentale a été subdivisée en trois sous-unités dans lesquelles les trois phénotypes de riz ont été assignés. Chaque sous-unité a consisté en une parcelle de

3.2 m x 3.5 m. Les sous parcelles voisines ont été séparées les unes des autres par un espace inter parcellaire de 2.5 m dans lequel ont été aménagés : une digue centrale de 0.8 m de large, un drain de 0.5 m de large, un canal de 0.5 m de large pour l'alimentation en eau des sous-unités expérimentales et deux diguettes de 0.35 m de large, chacune, servant de bordure aux sous-unités expérimentales.

Procédure expérimentale

Avant la mise en place de l'essai, le sol a été labouré, puis hersé avec un motoculteur. Ensuite, le terrain a été nivelé, puis tracé avec une rayonneuse en deux sens (Nord-Sud et Est-Ouest). Des digues et des canaux d'irrigation et de drainage ont été aménagés. Le repiquage se faisait à la main en suivant un tracé préalablement effectué à l'aide d'une rayonneuse à raison de 25 cm de distance entre les lignes et sur les lignes. Les plantules de riz ont été repiquées à raison de trois brins par touffe à 25 cm x 25 cm dans les intersections des lignes.

Trois doses d'azote ont été testées : 50, 75 et 100 kg/ha. Les doses de phosphore et de potassium ont été maintenues fixes (30 kg/ha de P et 15 kg/ha K). L'équivalent de 150 kg/ha (168 g /11.2 m^2) d'engrais ternaire 20-20-10 correspondant à 30 kg/ha N, 30 kg/ha de P_20_5 et 15 kg/ha de K_20 a été appliqué à toutes les sous-unités expérimentales en un seul apport au 28ème jour après repiquage. Pour compléter la quantité d'azote à appliquer dans chaque parcelle pour une dose donnée, 2000 g d'urée ordinaire et 1000 g d'urée enrichie en N^{15} à 5 % ont été mélangés, donnant un produit avec un pourcentage d'enrichissement de 1,67 % de N^{15}. L'urée a été appliquée aux stades suivants : 28 jours après repiquage (30% de la dose totale); 42 jours après repiquage (40 % de la dose totale) et 56 jours après repiquage (30% de la dose totale).

Tenant compte des 30 kg/ha d'azote apportés par le 20-20-10 à toutes les unités expérimentales et de la quantité du mélange 2 :1 d'urée ordinaire et d'urée enrichie à 5% N^{15}, il s'en est suivi que le N^{15} en excès a été de 0.67, 1 et 1.17% dans l'engrais appliqué dans les traitements 50, 75 et 100 kg/ha, respectivement (Tableau 1).

Tableau 1. Enrichissement en azote N^{15} pour les différentes doses appliquées

Doses d'azote (kg/ha)	Azote dans 20-20-10 (kg/ha)	Azote dans mélange 2 :1 urée ordinaire et urée enrichie (kg/ha)	% N^{15} en excès
50	30	20	0.67
75	30	45	1.00
100	30	70	1.17

L'irrigation a été faite régulièrement pour qu'une lame d'eau de 3 à 4 cm puisse être maintenue durant toute la phase végétative. A partir de la phase reproductive, il y a eu des alternances d'arrosage (5 jours) et d'assèchement (2 jours). Les mauvaises herbes ont été arrachées à la main et un binage a été réalisé deux jours avant chaque fertilisation. Une aspersion insecticide au Celcron a été réalisée le 38ème jour après repiquage pour lutter contre des punaises.

Mesure de la biomasse et de la teneur en azote

Un petit carré de 1m x 1m a été délimité à l'intérieur de chaque sous-unité expérimentale afin de faire des observations et mesures. Les observations et les mesures ont porté sur 16 touffes de riz à l'intérieur de chaque carré. A la récolte, des échantillons de racines, tiges, feuilles et graines ont été prélevés. Ces échantillons ont été séchés au soleil durant trois jours, pesés puis réduits en poudre fine (diamètre de particule < 1 mm) dans un moulin de laboratoire. De chaque échantillon ainsi préparé, un sous-échantillon de 5 g a été utilisé pour déterminer le pourcentage de matière sèche (MS) par la méthode thermogravimétrique. La biomasse totale a été calculée en additionnant les biomasses des différents organes. Un sous-échantillon de 200 g a été envoyé aux Laboratoires de Seibersdorf de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) en Autriche pour la détermination de la teneur en azote et de l'abondance de l'azote N^{15} par spectrométrie de masse. Cette méthode basée sur l'utilisation d'isotopes est l'un des moyens directs de mesurer la quantité de nutriment prélevée par une culture dans un engrais (9).

Détermination de la quantité d'azote assimilée par la culture

La quantité d'azote total exportée par la culture à l'hectare a été obtenue en multipliant la quantité de matière sèche en kg/ha par la teneur en azote (%N) des échantillons : N total (kg/ha) = MS*%N.

Détermination du pourcentage d'azote assimilé par la culture dérivé de l'engrais appliqué

Le ratio isotopique de l'azote, c'est-à-dire le rapport N^{15}/N^{14} en pourcentage dans les échantillons de plante a été mesuré directement par spectrométrie de masse aux Laboratoires de l'Agence Internationale d'Energie Atomique (IAEA) à Vienne (Autriche). L'abondance naturelle de N^{15} étant 0.366% contre 99.634% de N^{14} (9), le pourcentage d'atome de N^{15} en excès (% N^{15} e) ou l'enrichissement en N^{15} dans les échantillons de plante a été déterminé par soustraction de 0.336% de l'abondance de N^{15} dans les échantillons de plantes. Le pourcentage d'azote dans les échantillons de plantes dérivé de l'engrais appliqué (% N d. e.) a été calculé en divisant le pourcentage N^{15} en excès dans les plantes par le pourcentage d'azote N^{15} en excès dans l'engrais et en multipliant le résultat par 100, comme indiqué dans l'équation suivante : %N d. e = (% N^{15} e dans la plante/ % N^{15} e dans l'engrais)*100.

Détermination du taux d'assimilation de l'engrais appliqué ou efficience d'utilisation de l'engrais appliqué

La quantité d'azote exportée par la culture dérivée de l'engrais appliqué (N d. e. en kg/ha) a été obtenue en multipliant le pourcentage d'azote dans les échantillons de plantes dérivé de l'engrais appliqué par la quantité totale d'azote exportée par la culture à l'hectare.

N d. e. (kg/ha) = N total (kg/ha) X % N d. e.

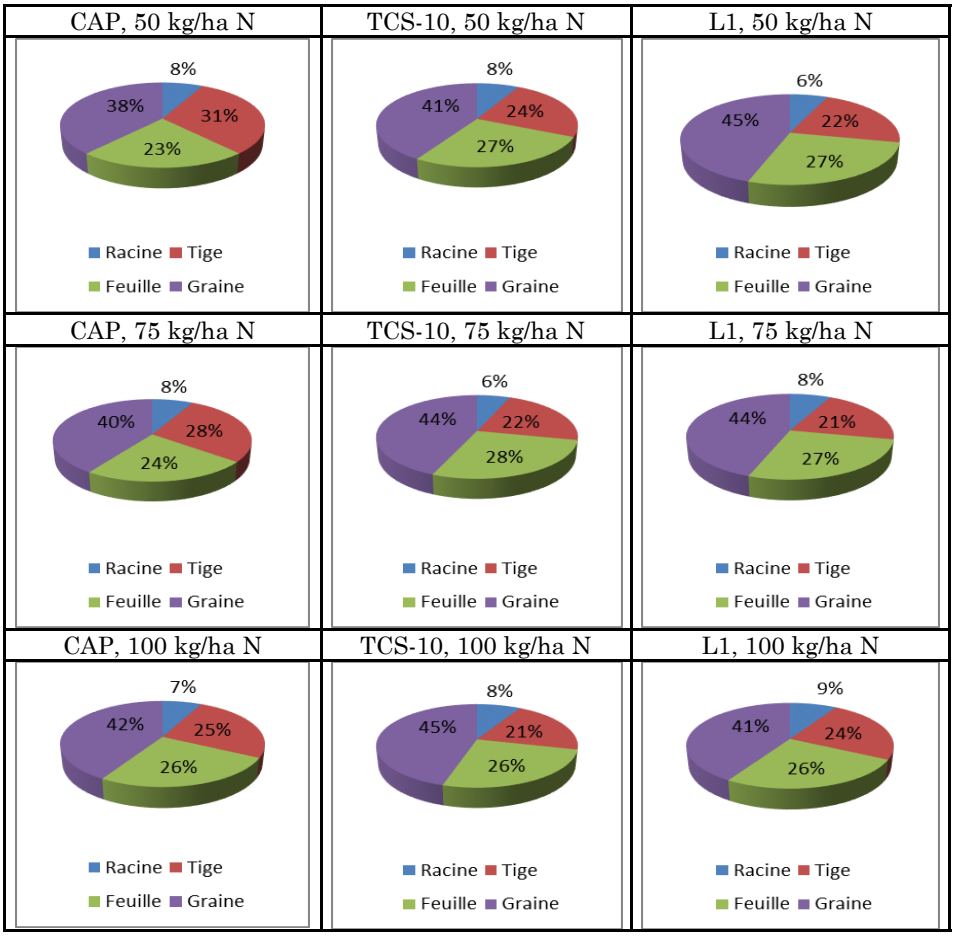
Le taux d'assimilation de l'engrais appliqué a été calculé en divisant la quantité d'azote exportée par la culture dérivée de l'engrais appliqué par la dose d'azote qui a été appliquée et en multipliant le résultat par 100.

Taux d'assimilation de l'azote appliqué= ((N d. e. (kg/ha) / dose N appliquée (kg/ha)) X100.

Analyse des données

Les données brutes ont été soumises à une analyse de variance de parcelles divisées. Les moyennes ont été comparées par la méthode de Duncan à 5 % de probabilité selon Kuehl (11). Le logiciel R, version R-2 -13-1 a été utilisé. Les résultats sont rapportés sous forme de moyenne ± écart-type. Les différences significatives entre traitements sont signalées par des lettres latines différentes.

Figure 1. Répartition de la biomasse totale produite en pourcentage dans les différents organes en fonction de la dose appliquée et des phénotypes



Résultats et Discussion

Production de biomasse

La biomasse totale obtenue pour la culture a varié de 10.13 t/ha de matière sèche (MS) pour les parcelles ayant reçu 50 kg/ha de N appliqué à 13.26 t/ha pour celles ayant reçu 100 kg/ha de N (Tableau 2), avec une moyenne de 11.57±1.02 t/ha. La différence observée entre les doses de 50 et 75 kg/ha de N n'a pas été significative. Par contre, la dose 100 kg/ha de N s'est montrée significativement supérieure à celles de 50 et 75 kg/ha de N. Entre les phénotypes de riz, elle a variée de 10.32 t/ha de pour TCS-10 à 13.95 t/ha pour CAP. La difference de biomasse observée entre TCS-10 et L1 n'a pas été significative. Cependant, CAP s'est montré significativement supérieur par rapport à TCS-10 et L1 sur la base de cette variable. La production moyenne de biomasse à l'ha (tous les phénotypes et toutes les doses d'azote confondus) a été de 11.57 t (Tableau 2). Comme les agriculteurs font généralement deux récoltes par parcelle par an, cela correspond à 23.14 t de biomasse par ha par an.

Tableau 2. Production totale de matière sèche (t/ha) de trois phénotypes de riz, variétés : CAP et TCS-10 et la Lignée L1, en réponse à trois doses d'azote sur la ferme de Mauger Vallée de l' Artibonite

Doses d'azote appliquées (kg/ha)	Phénotypes			Moyenne
	CAP	TCS-10	L1	
50	11.90±2.04aA	8.78±2.70aA	9.71±2.04aA	10.13±0.38b
75	13.70±1.71aA	10.70±2.93aA	9.66±2.60aA	11.35±0.63b
100	16.28±2.01aA	11.53±2.82aAB	11.99±4.36aB	13.26±1.19a
Moyenne	**13.95±2.36A**	**10.32±1.02B**	**10.44±3.27B**	**11.57±1.13**

Les moyennes de phénotype accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité (p>0.05) selon le test de Duncan. Les moyennes de dose d'azote accompagnées d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité (p>0.05) selon le test de Duncan.

De cette biomasse totale de 23.14 t/ha par an, les graines représentent 38 à 45 %. Les feuilles, les tiges et les racines représentent respectivement 23 à 28 %, 21 à 31% et 6 à 9 % (Figure 1). Considérant que, dans la Vallée de l'Artibonite, les feuilles et les tiges de riz sont généralement brulées, même si les animaux en mangent une certaine partie (10),

Tableau 3. Rendement grain (t/ha de matiere sèche) de trois phenotypes de riz, variétés : CAP et TCS-10 et la Lignée L1, en réponse à trois doses d'azote sur la ferme de Mauger Vallée de l' Artibonite

Doses d'azote appliquées (kg/ha)	Phénotypes			Moyenne
	CAP	TCS-10	L1	
50	4.82±0.51bA	3.62±0.95aA	4.34±1.09aA	4.26±0.85b
75	4.91±0.46bA	4.68±1.86aA	4.29±1.20aA	4.62±0.70b
100	6.75±0.66aA	5.22±0.88aA	4.96±2.26aA	5.64±0.86a
Moyenne	**5.49±0.10A**	**4.50±0.54A**	**4.53±0.64A**	**4.84±0.28**

Les moyennes de phénotype accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité (p>0.05) selon le test de Duncan. Les moyennes de dose d'azote accompagnées d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité (p>0.05) selon le test de Duncan.

Tableau 4. Exportations totales d'azote (kg/ha) prélevée par la culture en fonction des phénotypes et de la dose appliquée

Doses d'azote appliquées (kg/ha)	Phénotypes			Moyenne
	CAP	TCS-10	L1	
50	84.54±17.47aA	65.95±22.93aA	75.76±33.25aA	75.41±8.01a
75	108.40±25.60aA	89.23±24.23aA	81.40±15.64aA	93.01±5.39a
100	131.07±20.20aA	90.20±32.72aA	87.84±35.79aA	103.03±8.25a
Moyenne	**108.00±21.10A**	**81.79±15.08A**	**81.67±10.97A**	**90.48±5.09**

Les moyennes de phénotype accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité (p>0.05) selon le test de Duncan. Les moyennes de dose d'azote accompagnées d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité (p>0.05) selon le test de Duncan

cela correspond à environ 50 % de la biomasse totale (11.57 t/ha/an) qui part en fumée. Il faut noter aussi qu'après usinage, 100 kg de riz paddy donnent environ 60 kg de riz blanc, 10 kg de brisures, 10 kg de son et de farine et 20 kg d'enveloppe (7). Les enveloppes sont aussi brulées. Ces quantités importantes de matière organique perdues en fumée pourraient être utilisées pour améliorer la fertilité, la structure, la texture, le pH et la qualité des sols de rizière si la matière organique était compostée (7). Il parait très paradoxal qu'alors que les agriculteurs se plaignent du prix élevé des engrais chimiques, malgré la subvention entrepris par les gouvernements qui se sont succédés, la moitié de la biomasse produite avec ces engrais dans les rizières sont brulés.

Le rendement grain a varié significativement entre les phénotypes de 4.50 t /ha de MS pour TCS-10 à 5.49 t/ha pour CAP (Tableau 3). La variété CAP s'est révélée plus productive que TCS-10 et L1 qui ne se sont pas montrées significativement différentes l'une de l'autre. La variation entre les doses d'azote a été différente pour les trois phénotypes.

En effet, pour CAP, le rendement grain a varié significativement de 4.82 t/ha pour 50 kg/ha N appliqué à 6.75 t/ha pour 100 kg/ha N appliqué. Le rendement grain a été significativement plus élevé quand la dose de N appliquée a été 100 kg/ha. La différence entre 50 et 75 kg/ha n'a pas été significative. Le rendement grain a varié non significativement de 3.62 à 5.22 t/ha de MS pour TCS-10 et de 4.29 à 4.96 t/ha de MS pour L1.

Absorption totale d'azote par la culture

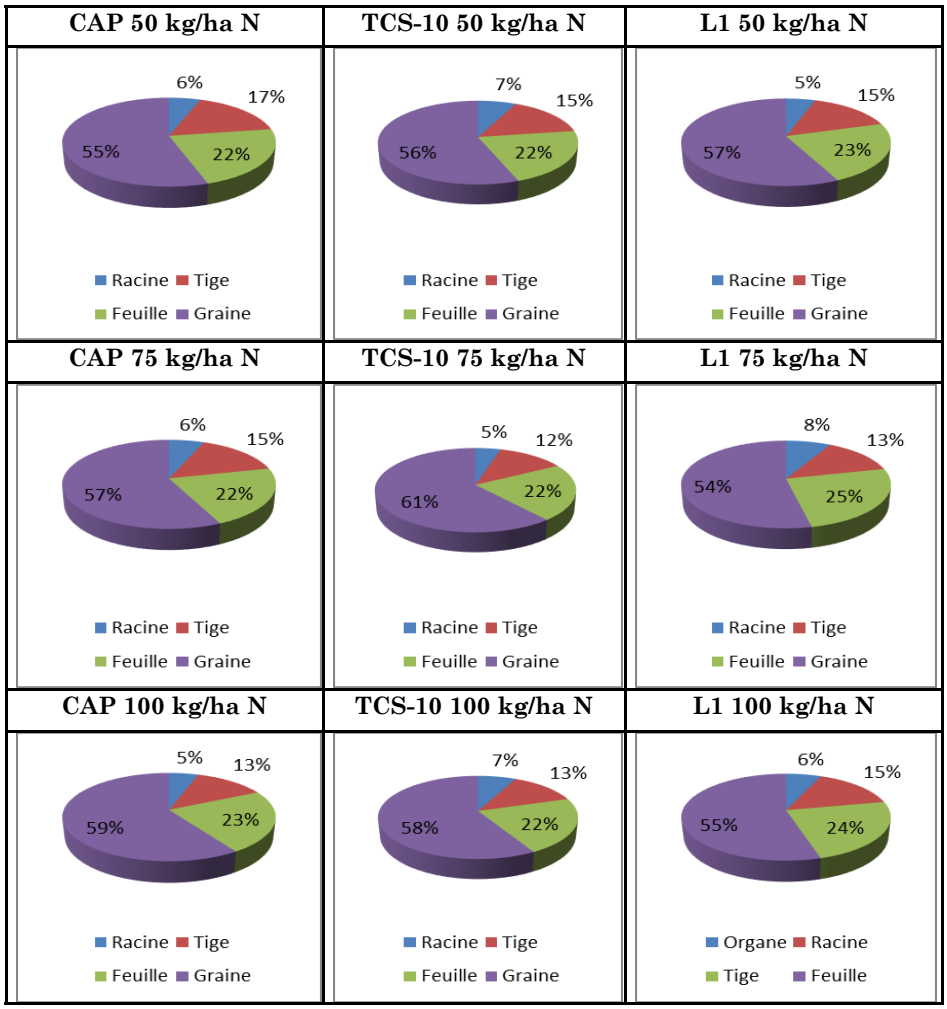
La quantité d'azote totale prélevée par la culture a varié entre les doses appliquées de 75.41 kg/ha pour 75 kg/ha appliqués à 103.03 kg/ha pour 100 kg/ha appliqués (Tableau 4). La différence observée entre les doses d'azote n'a pas été significative. Cependant, l'absorption d'azote a été significativement plus élevée quand la dose appliquée a été 100 kg/ha par rapport aux doses de 50 et 75 kg/ha. Entre les phénotypes de riz, la quantité d'azote totale prélevée par la culture a varié de 81.67 kg/ha pour la lignée L1 à 108.00 kg/ha pour CAP. Sur la base de cette variable, la variété CAP s'est montré significativement supérieur à TCS-10 et L1 qui n'ont pas été différentes l'une de l'autre. De la quantité totale d'azote assimilée par la culture (90.48 kg/ha), les graines exportent 54 à 61%. Les feuilles, les tiges et les racines exportent respectivement 22 à 25%, 12 à 17% et 5 à 7% (Figure 2). Ce qui représente environ 40% de l'azote exportée par la culture qui part en fumée avec la pratique du brulis des résidus.

L'absorption totale d'azote à l'hectare (tous les phénotypes et toutes les doses d'azote confondus) a été en moyenne de 90.48 kg/ha (Tableaux 4). Comme les agriculteurs font généralement deux récoltes par parcelle par an, cela correspond à 181.51 kg d'azote par ha par an. L'analyse de la figure 3 montre que les graines, les feuilles, les tiges et les racines contiennent respectivement 57, 23, 14 et 6% de cet azote. La pratique du brulis des feuilles et des tiges en cause la perte de 37%, soit 67.16 kg/ha par an. Il faut urgemment arrêter cette pratique afin de faire des économies de fertilisants et pour plus de responsabilité environnementale.

Pourcentage d'azote dérivé de l'engrais appliqué par rapport à la quantité totale dans les plantes

Le pourcentage d'azote dans les plantes dérivé de l'engrais appliqué par rapport à l'azote total prélevé par la culture a varié non significativement entre les doses appliquées de 55.31% pour 100 kg/ha appliqués à 59.11% pour 75 kg/ha appliqués

Figure 2. Répartition de l'azote total assimilé par la culture dans les différents organes en fonction de la dose appliquée et des phénotypes



(Tableau 5). Entre les phénotypes, il a varié de 47.37% pour CAP à 63.29% pour L1. La différence observée entre TCS-10 et L1 n'a pas été significative. Par contre, le pourcentage observé pour CAP a été significativement inférieur à ceux observés pour TCS-10 et L1.

Efficience d'utilisation de l'azote appliqué

Le taux d'utilisation de l'azote appliqué a varié de 14.59% pour 100 kg/ha appliqué à 28.89% pour 50 kg/ha appliqué (Tableau 6). La différence observée entre les doses de 75 et 100 kg/ha n'a pas été significative. Par contre, l'efficience d'utilisation pour la dose 50 kg/ha a été significativement supérieure à celles observées pour 75 et 100 kg/ha. Entre les phénotypes, il a varié non significativement de 17.24% pour TCS-10 à 20.13% pour L1.

Les résultats de cette étude montrent que l'efficience d'utilisation de l'azote par le riz dans la Vallée de l'Artibonite est faible (19,11% en moyenne; moins de 30% dans le meilleur cas). Ces résultats sont conformes à ceux de Thélusmond qui a rapporté aussi une efficience d'utilisation de 11,47 % de l'azote par le riz (19) et de Patrick qui a observé que le taux d'utilisation de l'azote par le riz récolté au stade laiteux se situe entre 17 et 23 % pour des doses respectives de 56 et 112 kg/ha de N appliqué (18).

La faible utilisation de l'azote appliqué par la culture peut être due à des facteurs divers. Des colloïdes du sol peuvent absorber une partie de l'azote appliqué et diminuer sa disponibilité pour la culture. La perte de l'azote par dénitrification, volatilisation ou lessivage peut aussi survenir et entraîner une diminution de sa disponibilité pour la culture. Un autre facteur qui peut être évoqué est la condition d'hydromorphie qui prédomine dans les rizières. En effet, de faibles pourcentages d'utilisation de l'azote appliqué sont généralement associés à des situations extrêmes de disponibilité de l'eau telles que sécheresse, pluviométrie élevée ou irrigation excessive. Dans ce cas, une fraction importante de l'azote appliqué peut être assimilée par des micro-organismes du sol qui la transforment sous formes organiques stables non disponibles pour la culture (3). Dans l'éventualité d'un effet significatif de l'irrigation excessive sur la diminution du taux d'utilisation de l'azote par le riz, le système de riziculture intensif (SRI) dans lequel les assèchements sont fréquents et importants est une alternative pour améliorer l'efficience de l'utilisation de cet élément.

Conclusion

La biomasse obtenue a été plus grande avec la dose maximale d'azote testée (100 kg/ha), tandis

Tableau 5. Pourcentage des exportations d'azote dérivé de l'engrais appliqué assimilé par la culture en fonction des phénotypes et de la dose appliquée

Doses d'azote appliquées (kg/ha)	Phénotypes			Moyenne
	CAP	TCS-10	L1	
50	55.31±9.43aA	45.44±5.46bB	69.28±6.87aAB	56.67±2.01a
75	44.77±0.55bB	63.39±8.94aA	69.19±3.80aA	59.11±4.23a
100	42.04±2.13abB	72.48±5.42aA	51.41±9.54aB	55.31±3.71a
Moyenne	**47.37±4.73B**	**60.43±2.02A**	**63.29±2.87A**	**57.03±1.38**

Les moyennes de variété accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité (p>0.05) selon le test de Duncan. Les moyennes de dose d'azote accompagnées d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité (p>0.05) selon le test de Duncan

Tableau 6. Le taux d'assimilation de l'azote appliqué par la culture

Doses d'azote appliquées (kg/ha)	Phénotypes			Moyenne
	CAP	TCS-10	L1	
50	32.68±15.78aA	24.20±06.06aA	29.80±10.45aA	28.89±4.86a
75	15.31±01.80abA	14.48±19.98aA	17.09±6.20aA	15.62±9.48b
100	11.88±05.60bA	14.81±04.98aA	17.09±15.84aA	14.59±6.09b
Moyenne	**19.96±07.22A**	**17.24±08.36A**	**20.13±04.83A**	**19.11±1.80**

Les moyennes de variété accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité (p>0.05) selon le test de Duncan. Les moyennes de dose d'azote accompagnées d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité (p>0.05) selon le test de Duncan.

qu'elle n'a pas varié significativement entre les doses 50 et 75 kg/ha. Pour la variété CAP, la dose de 100 kg/ha de N appliqué a donné le rendement grain le plus élevé, tandis que pour TCS-10 et L1, il n'y a pas eu de différence significative entre les doses pour cette variable. Ces résultats confirment la première hypothèse de travail, à savoir « les différents phénotypes de riz cultivés répondent différemment à la fertilisation azotée en termes de rendement-grain ». Ils confirment aussi, pour la variété TCS-10 et la lignée L1, la deuxième hypothèse de travail avançant que : « une augmentation de la dose d'azote entraine une augmentation de la production de biomasse à l'hectare sans augmentation du rendement-grain ». Ces effets interactifs des phénotypes de riz cultivés et des doses d'azote appliquées sur le rendement grain constituent des nuances qui ne sont pas forcément évidentes pour les agriculteurs.

Le taux d'utilisation de l'azote appliqué a été faible en général (19.11% en moyenne ; moins de 30% dans le meilleur cas) et a montré une tendance à diminuer avec l'augmentation de la dose appliquée. Cette faible efficience d'utilisation de l'azote appliqué confirme la troisième hypothèse de travail affirmant que : « il y a effectivement surfertilisation azotée dans les rizières de la Vallée de l'Artibonite; l'azote appliqué n'est pas utilisé efficacement par la culture ». Par ailleurs, les tiges et les feuilles de riz représentent environ 50% de la biomasse produite et contiennent environ 40% de l'azote exporté par la culture. Ainsi, la pratique courante du brulis des résidus dans la Vallée de l'Artibonite entraine la perte de 50% de la biomasse produite et de 40% de l'azote exporté.

Dans ce contexte, d'autres essais seront conduits par l'équipe et seront orientés de manière à formuler des recommandations de fertilisations pour améliorer l'efficience d'utilisation de l'azote. En attendant, il est recommandé aux autorités MARNDR et de l'Organisme du Développement de la Vallée de l'Artibonite (ODVA) de mettre en place un service de vulgarisation agricole pour des pratiques de fertilisation agronomiquement plus efficaces, économiquement plus rentables et écologiquement plus responsables. De leur côté, les agriculteurs doivent urgemment cesser de brûler les résidus de culture de riz. Ils doivent plutôt les composter et les utiliser pour améliorer la texture, la structure, la fertilité et la qualité des sols de rizière et réduire les dépenses et le gaspillage d'argent dans l'achat des engrais minéraux.

Références bibliographiques

1. Bado B. V., Sedogo M. P., Cescas M. P., Lompo F. et Bationo A. 1997. Effet à long terme des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso. Cahiers Agricultures 6 (6) : 571-575.
2. BID 2009. Programme d'intensification agricole de la Vallée de l'Artibonite : Une contribution à la relance agricole en Haïti. Article en ligne. Adresse URL : http://www.iadb.org/fr/infos/articles/
3. Blankenau K. and Kuhlmann. H. 2000. Effect of N supply on apparent recovery of fertilizer N as crop N and N min in soil during and after cultivation of winter cereals. Journal of plant Nutrition and soil science 163:91-100.
4. Cassman K. G., Peng S., Olk D. C., Ladha J. K., Reichardt W., Dobermann A., and Singh U. 1998. Opportunities for increased nitrogen-use efficiency from improved resource management in irrigated rice systems. Field Crops Research 56 (1-2): 7-39.
5. Dobermann, A. and C. Witt. 1999. The potential impact of crop intensification on carbon and nitrogen cycling in intensive rice systems. Carbon an Nitrogen Dynamics in Flooded Soils, Los Banos, Philippines, IRRI
6. Duvivier P. et Louissaint J. 2005. Rapport d'avancement du projet d'élaboration d'un référentiel technique fiable pour la fertilisation rationnelle et économique des terres rizicoles de la Vallée de l'Artibonite. Damien, Haïti. 21 p.
7. Duvivier. P., Antoine. J. S., Joseph. D., Alphonse M. E. 2014. Mesure du rendement et de la biomasse de trois phénotypes de riz (*Oryza sativa*, L.) en réponse à quatre doses d'azote sur la ferme de Mauger, Vallée de l'Artibonite. RED 6 (1): 10- 15.
8. FAO. 1994. African experience in the improvement of post-harvest techniques. Synthesis Based on the Workshop held in Accra, Ghana, 4-8 July 1994 Agricultural Support Systems Div. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome Italy.
9. IAEA. 2001. Use of isotope and radiation methods in soil and water management and crop nutrition. FAO/IAEA Agriculture and Biotechnology Laboratory, Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and agricul-

ture. Vienna, Austria. 247 p.

10.Innocent L. 2012. Diagnostic du mode de gestion de la fertilité des sols de la commune de Verettes, Vallée de l'Artibonite, Haïti. Mémoire d'Ingénieur-Agronome, FAMV, UEH, Haïti. 44 p.

11.Kuehl O. R. 1999. Design of experiments: Statistical principles of research design and analysis, 2nd edn. Brooks/Cole, Florence, KY, USA. 659 p.

12.Louissaint J. et Duvivier P. 2003. Rapport final de la première phase du projet d'élaboration d'un référentiel technique fiable pour la fertilisation rationnelle et économique des terres rizicoles de la vallée de l'Artibonite. 34 p.

13.Louissaint J. et Duvivier P. 2005. Principales caractéristiques des terres rizicoles de la Vallée de l'Artibonite (Haïti) et disponibilités réelles en éléments majeurs. Revue Scientifique de la FAMV : Recherche, Etude, Développement (RED) 2 (1) :32-36.

14.MARNDR. 2006. Rapport final du diagnostic par filière du Programme d'Intensification Agricole. Port-au-Prince, Haïti. 6 p.

15.MARNDR. 2011. Base de données sur l'utilisation des engrais minéraux en Haïti. Non publié.

16.Nébié B. 1995. Etude des contraintes agro pédologiques déterminant la production du riz irrigué dans la vallée du Kou au Burkina Faso. Thèse docteur-ingénieur, option sciences agronomiques, faculté des sciences et technique, Université Nationale de Côte d'Ivoire, 209 p.

17.Orélien E. 2008. Réponse du riz (*Oryza sativa*, L.) variété Malaika à la fertilisation azotée et phosphatée dans quatre zones de la Vallée de l'Artibonite (Haïti). Mémoire de fin d'études d'Ingénieur-Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université Episcopale d'Haïti. 49 p.

18.Patrick W.H., Delaune R.D. and Peterson F.J. 1973. Nitrogen Utilization by Rice Using 15N-Depleted Ammonium Sulfate. Iowa State University. 23-90 p.

19.Thélusmond J. R. 2008. Évaluation de l'efficience d'assimilation de l'azote par le riz (*Oryza sativa*, L.), var. TCS-10, en utilisant les techniques d'isotope dans la Vallée de l'Artibonite. Mémoire d'Ingénieur-Agronome, FAMV/ UEH, Damien, Haïti. 62 p.

20.Wopereis, M. C. S., C. Donovan, B. Nebié, D. Guindo and M. K. N'diaye .1999. Soil fertility management in irrigated rice systems in the Sahel and Savanna regions. Part I. Agronomic analysis. Field Crops Research 61: 125-145.

Evaluation préliminaire de la teneur en aflatoxine dans l'arachide et produits dérivés en Haïti

L. Delva[1], Y. Philizaire[1], B. Paul[2] et P. M. Beaujour[3]. [1]Département de Sciences et Technologie Alimentaire, [2]Département d'Economie et Développement Rural, [3]Département de Sciences et Technologie Alimentaire, Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), Université d'Etat d'Haïti (UEH)

RESUME

Delva L., Philizaire Y., Paul B. et Beaujour P. M. 2016. Evaluation préliminaire de la teneur en aflatoxine dans l'arachide et produits dérivés en Haïti. RED 7 (2) : 11 - 14

L'objectif de cette étude était d'évaluer la teneur en aflatoxine de l'arachide brute récoltée sur l'Ile de la Gonâve et du beurre d'arachide vendu dans les supermarchés de la zone métropolitaine de Port-au-Prince. Un total de 24 échantillons d'arachides brutes (12 décortiquées et 12 en coque) a été collecté directement sur des parcelles paysannes dans différentes sections communales sur l'Ile de la Gonâve et analysé. Quatre échantillons de beurre d'arachide ont été analysés. Une marque de beurre d'arachide importée ayant une teneur en aflatoxine inférieure au seuil d'action de 20 ppb recommandé par la Food and Drug Administration (FDA) a été utilisée comme témoin. Les analyses ont été conduites suivant la méthode «Reveal Q+», un dosage immuno-chromatographique de type bandelette basé sur un procédé immunologique compétitif. Parmi les échantillons d'arachides décortiquées analysés, 45% montrent des teneurs en aflatoxine supérieures à 150 ppb, donc au-delà du seuil d'action de 20 ppb recommandé par la FDA. Pour les arachides en coque, 69% présentent une teneur en aflatoxine variant de 21.6 à plus de 150 ppb. Les échantillons de beurre d'arachide ont tous présenté une teneur en aflatoxine supérieure à 150 ppb. Au regard de ces résultats, il est important de former les producteurs d'arachide sur les bonnes pratiques de culture, de récolte et de conditionnement afin de réduire la contamination par les aflatoxines au niveau du champ. La promotion de bonnes pratiques de séchage et de stockage contribuera à réduire la contamination immédiatement après la récolte. Il est suggéré aux transformateurs d'arachide d'adopter la démarche inspirée de la méthode HACCP afin d'assurer la sécurité sanitaire de leur produit.

ABSTRACT

Delva L., Philizaire Y., Paul B. and Beaujour P. M. 2016. Preliminary evaluation of aflatoxin in peanuts and derived products in Haiti. RED 7 (2) : 11 - 14

This study aimed to evaluate the aflatoxin content of raw peanuts harvested on a satellite island of Haiti, La Gonâve, and locally processed peanut butter sold in Port-au-Prince supermarkets. In La Gonâve, 24 samples of raw peanuts (12 shelled and 12 unshelled) were collected directly from farmers' fields in different communal sections. At surveyed supermarkets, four local brands of peanut butter were selected for analysis. As a control, an imported brand was chosen with aflatoxin contents below 20 ppb, the action threshold recommended by the United States Food and Drug Administration (FDA). The analyses were carried out following the "Reveal Q+" method, an immuno-chromatographic assay based on a competitive immunological method. For the unshelled peanuts, Aflatoxin levels higher than 150% ppb were recorded in 45% of the samples. In 69% of the shelled peanuts samples, aflatoxin content varied from 21.6 to more than 150 ppb. All analyzed local peanut butter samples showed aflatoxin levels higher than 150 ppb. Training is recommended for groundnut farmers on best agricultural practices to reduce aflatoxin contamination from soil. Furthermore, promoting appropriate drying and storage practices will reduce post-harvest contamination. Finally, to ensure the safety of their products, local peanut butter processors should receive support to adopt a Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System.

Introduction

L'arachide (*Arachis hypogaea*), communément appelée pistache en Haïti, est une culture au statut particulier, une légumineuse à graines comme le haricot, la plante oléagineuse la plus cultivée en Haïti. Pratiquée par de petits agriculteurs, elle est à la fois une culture de rente et vivrière, mais la production a toujours été insuffisante pour donner naissance à une industrie même artisanale d'extraction d'huile comestible. Elle est vendue et consommée majoritairement sous forme de beurre d'arachide (manba), et de cacahouètes (pistaches grillées), vendues soit dans les supermarchés, soit par des marchands ambulants. L'arachide présente à la fois un intérêt économique et nutritionnel pour la population. Du point de vue nutritionnel, elle représente, après le haricot, la principale source de protéine dans la diète alimentaire des Haïtiens à travers tout le pays, à cause de son prix abordable pour les petites bourses, en accompagnement du pain et de la cassave (1). A cause de sa grande valeur nutritive, le beurre d'arachide est utilisé dans la fabrication d'alicaments. Il est l'ingrédient principal du médicamanba fabriqué pour la récupération rapide des enfants malnutris si nombreux dans le pays (Bien-Aimé, Com pers). Toutefois, pour que l'arachide puisse continuer à jouer son rôle de supplément protéique, trois conditions doivent être réunies: l'innocuité totale du produit, sa disponibilité toute l'année sur le territoire, un prix accessible à tous les consommateurs. Malheureusement, les sécheresses récurrentes et les contraintes économiques des producteurs, l'inaccessibilité à des semences de bonne qualité, le manque d'infrastructures notamment pour le séchage et le stockage des graines représentent des obstacles majeurs à une production régulière et de qualité. Cet environnement est favorable à l'infestation de l'arachide et des produits dérivés par des champignons microscopiques qui produisent les aflatoxines.

L'aflatoxine est une mycotoxine produite par *Aspergillus flavus* ou *Aspergillus parasiticus*. Aujourd'hui, plus de 20 molécules d'aflatoxine sont connues. Elles ont une large distribution et un haut pouvoir contaminant. Les plus connues sont les types B1, B2, G1, et G2 (3, 5, 7, 9). Ces champignons peuvent se développer sur plusieurs produits de consommation courante (arachide, maïs notamment).

En 2012, huit des dix échantillons de beurre d'arachide analysés par des chercheurs américains conte-

naient plus de 20 ppb d'aflatoxine, le seuil d'action établi par la Food and Drug Administration (FDA) (2). Selon cette étude, le niveau d'aflatoxine dans l'échantillon le plus contaminé était d'environ 800 ppb, soit 40 fois la limite admise par la FDA. L'étude a également révélé que 87% des aflatoxines identifiées étaient du type B1, impliqué dans le développement du cancer du foie. Selon Schwartzbord *et al*., Haïti serait le pays de la Caraïbes qui aurait la plus forte prévalence de cancer du foie (7).

Dans le souci de faire une contre-expertise des résultats déjà publiés dans la littérature, une évaluation préliminaire du niveau de contamination des arachides et produits dérivés par les aflatoxines a été réalisée. L'étude a porté sur des échantillons d'arachide collectés directement dans des parcelles de paysans sur l'Ile de la Gonâve (communes de Anse-à-Galet et Pointe-à-Raquette) et des échantillons de beurre d'arachide de marque locale (fabriqué en Haïti) et vendu dans les supermarchés à Port-au-Prince.

Matériels et Méthodes

Echantillonnage

Les échantillons prélevés ont été constitués, d'une part de 14 échantillons d'arachide décortiquée et de 14 échantillons non-décortiqués collectés directement sur des parcelles paysannes dans différentes localités de l'Ile de la Gonâve et, d'autre part, de 4 échantillons de beurre d'arachide local (Manba) et d'un échantillon d'arachide locale collectés dans des supermarchés de Port-au-Prince. Du beurre d'arachide et de l'arachide importés, achetés dans des supermarchés, ont été utilisés comme témoin. Les arachides non-décortiquées ont été collectées sur des parcelles au moment de la récolte. Afin de prendre en compte l'hétérogénéité dans la distribution du champignon (et donc de la toxine), au moins deux échantillons ont été collectés sur une même parcelle mais à des endroits différents. Les échantillons d'arachide collectés ont été emballés, conditionnés dans des sachets en plastique de type Ziploc et transportés dans la petite unité de laboratoire du projet AKOSAA à Saint Marc pour être analysés. Les analyses ont été réalisées sur 12 échantillons d'arachide décortiquées et 13 échantillons d'arachides en coque.

Immédiatement après l'achat des bocaux de beurre d'arachide, les étiquettes ont été enlevées et un code aléatoire de 3 chiffres a été inscrit sur chaque échantillon. Tous les échantillons collectés ont été conditionnés et transportés au laboratoire du projet AKOSAA à Saint Marc pour être analysés. Les échantillons collectés sont décrits dans le tableau 1.

Préparation des Echantillons et Extraction des Aflatoxines

Afin de faciliter l'extraction des aflatoxines, les échantillons d'arachide (brute ou grillée) ont été préalablement broyés en particules suffisamment fines à l'aide d'un mixeur de cuisine et les beurres d'arachide ont été homogénéisés afin de pouvoir collecter un échantillon représentatif. L'extraction a été réalisée sur 10 g d'arachide broyée ou de beurre d'arachide homogénéisé auquel sont ajoutés 30 ml d'éthanol 65%. La suspension ainsi obtenue a été agitée vigoureusement pendant 3 minutes puis laissée au repos pour décantation. Le surnageant a été filtré afin de récupérer le filtrat à doser. Une dilution 1:5 a été ensuite préparée en utilisant le diluant accompagnant la trousse de dosage. La bandelette a été déposée dans le filtrat dilué qui a migré dessus pendant 6 minutes. La bandelette a été ensuite introduite dans le lecteur «AccuScan gold». La quantité d'aflatoxine présent dans l'échantillon en question est alors affichée en moins d'une minute en µg/kg ou en partie par milliard (ppb).

Principe du Test Reveal Q+/ Accuscan Gold

Reveal Q+ pour l'analyse des aflatoxines est un dosage immunochromatographique de type « bande-

Tableau 1. Description des échantillons d'arachide et de beurre d'arachide collectés et analysés

Echantillon	Signification	Lieu de collecte
A et A'	Pistache sans coque	La Gonâve
B et B'	Pistache sans coque	La Gonâve
C et C'	Pistache sans coque	La Gonâve
D et D'	Pistache sans coque	La Gonâve
E et E'	Pistache sans coque	La Gonâve
F et F'	Pistache sans coque	La Gonâve
G et G'	Pistache sans coque	La Gonâve
H et H'	Pistache avec coque	La Gonâve
I et I'	Pistache avec coque	La Gonâve
J et J'	Pistache avec coque	La Gonâve
K et K'	Pistache avec coque	La Gonâve
L et L'	Pistache avec coque	La Gonâve
M et M'	Pistache avec coque	La Gonâve
N et N'	Pistache avec coque	La Gonâve
ML001	Manba Lokal 001	Supermarché Port-au-Prince
ML002	Manba Lokal 002	Supermarché Port-au-Prince
ML003	Manba Lokal 003	Supermarché Port-au-Prince
ML004	Manba Lokal 004	Supermarché Port-au-Prince
PL005	Pistache Locale	Supermarché Port-au-Prince
MT006	Manba Témoin	Supermarché Port-au-Prince
PT006	Pistache importée	Supermarché Port-au-Prince

lette » basé sur une méthode immunologique compétitive (6). L'extrait à analyser traverse une zone réactive de la bandelette contenant des anticorps spécifiques aux aflatoxines conjuguées avec des particules colloïdales d'or. En cas de présence d'aflatoxines, celles-ci sont capturées par le complexe anticorps-particule. Le complexe aflatoxines-anticorps-particule poursuit sa migration en traversant une zone contenant des aflatoxines conjuguées à une protéine porteuse. Cette zone permet la capture des anticorps anti-aflatoxines non complexés, qui se traduit par l'apparition d'une ligne visible à l'œil nue. Les molécules d'aflatoxines libres forment un complexe avec les anticorps-particules d'or. Plus la teneur en aflatoxines dans un échantillon est élevée, plus la quantité d'anticorps-or capturés dans la zone de test est faible. Par conséquent, plus la concentration d'aflatoxines dans l'échantillon est élevée, plus la densité de la ligne de test est faible. Les algorithmes programmés dans le lecteur Reveal AccuScan® III transforment ces densités de ligne en un résultat quantitatif affiché en parties par milliard (ppb). La membrane contient également une zone de contrôle où un second complexe immun, présent dans la zone réactive, est systématiquement capturé pour former une ligne visible. Cette ligne de contrôle apparaîtra, indépendamment de la présence d'aflatoxines, permettant ainsi de s'assurer de la validité du test (6).

Résultats et Discussion

Teneur en Aflatoxine des Arachides Décortiquées et en Coque

Parmi les échantillons d'arachide décortiquée collectés et analysés, 45% montrent des teneurs en aflatoxine supérieures à 150 ppb, 55% ont une teneur en aflatoxine comprise entre 5.8 et 12.4 ppb, donc en dessous du seuil d'action de 20 ppb recommandé par la FDA (Tableau 2). Pour les arachides en coque, sur un total de 13 échantillons analysés, quatre, soit un peu moins que 31% présentent une teneur en aflatoxine en dessous du seuil d'action de la FDA (Tableau 3). Des teneurs d'aflatoxine variant de 21.6 à plus de 150 ppb, supérieures au seuil d'action de la FDA, ont été enregistrées dans neuf échantillons soit 69% des échantillons.

Ces résultats montrent que la teneur en aflatoxine à l'intérieur d'une même parcelle ne varie pas beaucoup. Cependant, il existe une très grande variabilité dans les teneurs en aflatoxine obtenues entre les parcelles. Etant données que les parcelles sont localisées dans différentes sections communales, et de ce fait sont cultivées par différents agriculteurs, cette variabilité pourrait être en partie le résultat d'application de pratiques culturales différentes. En effet, les pratiques culturales comme la rotation de cultures réduit la quantité de champignons (*Aspergillus flavus* ou *Aspergillus parasiticus*) dans le sol, alors que la succession de culture d'arachide favorise une forte prévalence du champignon dans le sol et augmente considérablement les chances de contamination des arachides par les aflatoxines (7).

Teneur en Aflatoxine des Beurres d'Arachide Vendus dans les Supermarchés à Port-au-Prince

Les échantillons de beurre d'arachide achetés dans les supermarchés et analysés dans cette étude ont tous une teneur en aflatoxine supérieure à 150 ppb (Tableau 4). Parallèlement, l'échantillon de beurre d'arachide de marque importée présente une teneur en aflatoxine de 8.8 ppb, donc inférieure au seuil d'action de la FDA. Les arachides grillées (cacahouète) de marque locale et importée ont une teneur en aflatoxine de 19.2 ppb et 8.3 ppb respectivement donc conformes aux normes de la FDA.

Il peut être admis que les petits ateliers de transformation achètent les arachides sur le marché local et les transforment en beurre d'arachide. Par contre, le mode d'approvisionnement des unités de transformation semi-industrielles n'est pas bien

Tableau 2. Teneur en aflatoxine des échantillons d'arachide décortiquée collectés sur des parcelles paysannes dans l'Ile de la Gonâve

Code échantillons*	Aflatoxine (ppb)
A-001	6.0
A'-002	5.9
B'-003	5.9
B-004	5.8
C-005	>150
C'-006	>150
D-007	5.8
D'-008	5.8
E-009	>150
E'-010	>150
F-011	>150
F'-012	N/A
EG-013	12.4
EG'-014	N/A

*Les échantillons dont le code est précédé d'une même lettre sont collectés sur la même parcelle

Tableau 3. Teneur en aflatoxine des échantillons d'arachides en coque collectés sur des parcelles paysannes dans l'Ile de la Gonâve

*Code échantillons	Aflatoxine (ppb)
EH-015	>150ppb
EH'-016	>150ppb
EI-017	5.2 ppb
EI'-018	N/A
EJ-019	4.8 ppb
EK-020	21.6 ppb
EK-021	22.2 ppb
EK-022	20.8 ppb
EL-023	6.1 ppb
EL'-024	6.0 ppb
EM-025	>150ppb
EM'-026	>150ppb
EN-027	85.1 ppb
EN'-028	85.6 ppb

*Les échantillons dont le code est précédé d'une même lettre sont collectés sur la même parcelle

Tableau 4. Teneur en aflatoxine des beurres d'arachides et autres produits collectés dans des supermarchés de Port-au-Prince

Echantillons	Aflatoxine (ppb)
Beurre d'arachide local	>150ppb
Beurre d'arachide local	>150ppb
Beurre d'arachide local	>150ppb
Beurre d'arachide local	>150ppb
Pistache grillée locale	19.2 ppb
Beurre d'arachide importé	8.8 ppb
Pistache grillée importée	8.3 ppb

connu. Cependant, à partir des résultats obtenus pour les arachides décortiquées et non-décortiquées, il est possible que des lots d'arachides arrivent dans les usines de transformation avec un niveau d'aflatoxine assez élevé. Selon Filbert et Brown (2), au niveau des ateliers de transformation il y a un défaut de triage où les graines d'arachides endommagées sont parfois utilisées lors du processus de production de beurre d'arachide.

Conclusion et Perspectives

Avec plus de 50% des échantillons contenant des niveaux d'aflatoxine supérieurs à 150 ppb, ce travail montre que le problème de présence de cette mycotoxine dans l'arachide et le beurre d'arachide est réel. La contamination est possible à n'importe quel niveau de la chaine de production. En plus de l'arachide, d'autres produits, comme le maïs, le riz, le lait peuvent aussi être contaminé. Toutefois, le problème est remédiable moyennant des solutions adaptées. Cependant, elles doivent être abordées à plusieurs niveaux. En effet, les producteurs d'arachide doivent être formés sur les bonnes pratiques agricoles (rotation de cultures, gestion de l'irrigation, lutte contre les pestes, etc.) afin de réduire la contamination par les aflatoxines au niveau du sol (7). En plus, la promotion de bonnes conditions de séchage et de stockage contribuera à réduire la contamination immédiatement après la récolte.

Au niveau des usines de transformation, des mesures de contrôle de qualité basées sur la détermination de point critique de contamination (PCC) établis à partir d'une analyse de risque menée sur un diagramme de fabrication standardisé doivent être appliquées. En outre, il est recommandé aux ateliers de transformation d'arachide de procéder à un triage rigoureux de l'arachide pour enlever les graines contaminées.

Les réglementations relatives aux aflatoxines sont strictement établies dans de nombreux pays. Aux Etats-Unis, pas plus de 20 parties par milliard (ppb) d'aflatoxines ne sont autorisés dans les grains et pas plus de 0,5 ppb dans le lait (2). Dans la majorité des pays Européens, la teneur de 4 ppb est la limite supérieure autorisée dans les aliments (3,8). Au Kenya, une limite de 10 ppb a été établie par le Bureau des normes du Kenya (KEBS) (5). En Haïti, jusqu'à date, aucune norme d'innocuité alimentaire n'est encore en place. En conséquence, les instances régulatrices du pays, particulièrement les ministères concernés (commerce, agriculture et santé publique) ont l'obligation de penser rapidement à franchir les étapes nécessaires pour établir des normes et standards pour cette industrie.

Remerciements

Ce travail de recherche a été réalisé avec le précieux appui financier du projet CORDAH financé par le Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI) et exécuté par la Représentation de l'IICA en Haïti. Notre équipe tient à les remercier. Nous voulons aussi remercier le projet AKOSAA pour son appui technique dans la réalisation des analyses de laboratoire.

Références Bibliographiques

1. FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations). FAOSTAT: Production: Crops 2011. Available at: http://faostat.fao.org/ site/567/DesktopDefault.aspx?PageID – 567#ancor. Accessed on 6 September 2011.
2. Filbert M. E., Brown D. L. 2012. Aflatoxin Contamination in Haitian and Kenyan Peanut Butter and Two Solutions for Reducing Such Contamination. J. Hunger & Env. Nutr. 7: 321-332.
3. Henry S. H., Bosch F. X., Troxell T. C., Bolger P. M. 1999. Public health: reducing liver cancer global control of aflatoxin. Science. 286: 2453-2454.
4. Liu Y., Wu F. 2010. Global burden of aflatoxin-induced hepatocellular carcinoma: A risk assessment. Environ Health Perspect. 118: 818-824.
5. Mutegi C. K. The extent of aflatoxin and Aspergillus section flavi, Penicillium spp. and Rhizopus spp. Contamination of peanuts from households in western Kenya and the causative factors of contamination [PhD thesis]. Pietermaritzburg, South Africa: University of KwaZulu–Natal; 2010. Accessed October 1, 2010.Available at: http://hdl.handle.net/10413/1080.
6. Neogen Corporation. 2012. Aflatoxine Hanbook, 620 Lesher Place, Lansing, MI 48912, 800/234-5333 (USA/Canada) or 517/372-9200,P.15.
7. Ntare B. R., Diallo A. T., Ndjeunga J. and Waliyar F. Manuel sur les techniques de production de semences d'arachide. Télecharger le 14 Juin 2014, à partir du site web: http://www.icrisat.org/tropicallegumesII/groundnut_manuals/Groundnut_Seed_French.pdf.
8. Schwartzbord, J. R. Emmanuel E., Brown D. L. 2013. Haiti's Food and Drinking Water: A Review of Toxicological Health Risks. Informa Healthcare: 51: 1556-9519.
9. Williams J. H., Phillips T. D., Jolly P. E., Stiles J. K., Jolly C. M., Aggarwal D. 2004. Human aflatoxicosis in developing countries: a review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions. Am J Clin Nutr. 80:1106-1122.

Variation de la prévalence de l'hypertension artérielle dans les zones de Place Cazeau et de Delmas et analyse du mode d'expression utilisé

R. R. Jean-Charles[1], O. Diallo[2] et E. Pope[3]. [1]Faculté de Médecine et de Pharmacie (FMP), Faculté d'Odontologie (FO), Université d'Etat d'Haïti (UEH), [2]Rectorat de l'UEH, [3]Boston University School of Public Health

RESUME

Jean-Charles R. R. et Diallo O. 2016. Variation de la prévalence de l'hypertension artérielle dans les zones de Place Cazeau et de Delmas et analyse du mode d'expression utilisé. RED 7 (2): 15 - 18

Le présent article décrit une activité de recherche entamée par le Centre Haïtien d'Hypertension (CHH) et la Société Haïtienne d'Hypertension (SHH) en collaboration avec l'Université de Boston sur les variations de la tension artérielle au sein de la population haïtienne, son mode d'expression et ses conséquences. Les investigations ont porté sur un nombre de 102 patients âgés de 17 à 89 ans, répartis en 2 groupes; le groupe A pour lequel la tension artérielle (TA) a été mesurée en cm/Hg et le groupe B pour lequel les mesures ont été exprimées en mm/Hg. La réalisation des examens a été faite au cours de foires de santé, en utilisant des tensiomètres de type OMRON automatique digital. Les résultats montrent que seulement 3 sur 35 patients du groupe A sont définitivement hypertendus et 58 sur 65 patients du groupe B présentent une TA dépassant les valeurs admises.

Les variations en fonction de l'âge ont pu être signalées mais la méthode utilisée et le mode d'expression retenu n'ont pas permis d'avoir des précisions relatives au rapport entre le profil des patients et le stade d'hypertension quand la TA est rapportée en cm/Hg. L'utilisation de mm/Hg comme unité de mesure est fortement recommandée pour limiter les erreurs d'interprétation.

ABSTRACT

Jean-Charles R. R. et Diallo O. 2016. Variation of prevalence of heart blood pressure in Place Cazeau and Delmas and Analysis of expression mode used. RED 7 (2): 15 - 18

This article describes a research activity initiated by the HCH and HSH in collaboration with Boston University on variations in blood pressure measurement within the Haitian population, its mode of expression and consequences. The investigations covered a number of 102 patients between the ages of 17 to 89 years, divided into 2 groups, group A for which the blood pressure (BP) was measured in cm / Hg and group B for which the measures were in mm / Hg. The data obtained were collected during health fairs, using automatic digital blood pressure monitors the type of OMRON. The results show that only 3 of 35 patients in group A are definitely hypertensive and 58 of 65 patients in group B have a blood pressure exceeding the normal values.

The variations due to age have been reported but the method used and the mode of expression selected failed to establish the accuracy in terms of the relationship between the profile of patients and the staging of the hypertension. The use of mm / Hg as a unit of measurement is strongly recommended to minimize the errors of interpretation.

Introduction

Les enquêtes menées par le Ministère de la Santé Publique et de la Population (MSPP) montrent que l'hypertension artérielle (HTA.) représente la première cause de mortalité chez les adultes en Haïti (8). Cette affection se traduit par des symptômes fréquemment révélateurs tels que maux de tête, essoufflement, vertige, douleur précordiale et fatigue débouchant sur des complications cérébrales, cardiaques, rénales et oculaires graves (6). Selon Healthy Caribbean Coalition Initiatives (3), Haïti a la plus forte prévalence de l'HTA dans la Caraïbe. En vue d'étudier la prévalence de l'hypertension artérielle dans les zones où le niveau de pauvreté est élevé, il a été décidé de mener des investigations dans des établissements de santé ayant la réputation de collecter des données pertinentes sur ladite affection. Il a été observé que les tensiomètres utilisés sont de type OMRON très réputés pour leur exactitude. Alors que ces tensiomètres sont gradués en mm/Hg, le personnel médical rapporte les chiffres de tension en cm/Hg, omettant toujours les décimaux. Cette étude présente les résultats des investigations et met en évidence les problèmes d'interprétation que pourrait avoir ce mode de lecture.

Matériels et Méthode

Caractéristiques de la population étudiée

Il s'agit d'une population randomisée de 102 personnes âgées de 17 à 89 ans, réparties en 2 groupes A et B à partir de l'expression de la TA en cm/Hg ou en mm/Hg par le personnel médical. Le groupe A (< de 40 ans à > 60 ans) comporte 15 patients de sexe masculin et 20 patients de sexe féminin. La TA a été enregistrée en cm/Hg. Le groupe B (< de 40 ans a > 60 ans) comporte 22 patients de sexe masculin et 45 patients de sexe féminin. La TA a été enregistrée en mm/Hg.

Echantillonnage

Les données collectées proviennent de patients examinés au cours de foires de santé dans 2 églises situées à Place Cazeau et à Delmas. Les tensiomètres utilisés étaient de type OMRON automatique, gradués en mm d'Hg.

Lecture des tensiomètres

Elle a été faite en enregistrant les 2 paramètres chiffrés de la valeur systolique et de la valeur diastolique comme rapportés par le personnel médical. Dans le groupe A le personnel médical enregistre la pression artérielle en cm/Hg en adoptant seulement les 2 premiers chiffres pour valeur systolique et seul le premier chiffre comme valeur diastolique, omettant les décimaux. Ce qui est habituellement la pratique en Haïti. Dans le groupe B le personnel médical rapporte les chiffres tensionnels systolique et diastolique en mm/Hg, comme donnés ou lus dans le tensiomètre. Les tensiomètres sont toujours gradués en mm/Hg.

Traitement des données

Pour le traitement des données, nous avons fait appel à la classification de JNC7 (1) qui aide au diagnostic de l'hypertension artérielle selon 4 étapes :

- Pré-hypertension : 130-139/80-89
- hypertension stade 1 : 140-159/90-99
- hypertension stade 2 : 160-169/100-109

- hypertension accélérée : > de 180/110.

Résultats et Discussion

Prévalence de l'hypertension chez la population enquêtée:

A partir des données relevées du groupe A, il ressort que sur les patients examinés, les hypertendus représentent 34% et ceux qui ont une tension probablement normale représentent 66%. En relation avec les valeurs obtenues, 3 classes d'individus peuvent être signalées pour le groupe A : < de 40 ans, entre 40 et 60 ans, > de 60 ans.

Valeurs systoliques et diastoliques en fonction du tensiomètre utilisé

Si la tension artérielle moyenne est considérée normale à 10cm/Hg ou moins, les individus âgés de moins de 40 ans selon le tableau 1 peuvent être considérés tous comme ayant une tension artérielle normale.

Si la tension artérielle moyenne est considérée normale à 10cm/Hg ou moins, le tableau 2 montre que 5 sur 16 ou 31.25% des individus âgés de 40 à 60 ans sont considérés comme hypertendus.

En référence à la valeur considérée comme normale pour la tension artérielle moyenne (2), le tableau 3 montre que sur un total de 7 individus âgés de plus de 60 ans, 42.85% sont hypertendus.

Tableau 1. Répartition des valeurs systoliques (VS), diastoliques (VD) et de la tension artérielle moyenne (TAM) chez les individus âgés de moins de 40 ans du groupe A

Age	Sexe	VS	VD	TAM
17	F	12	8	9.60
25	F	12	8	9.60
31	M	12	8	9.60
25	M	13	7	9.40
36	F	12	8	9.60
25	M	12	8	9.60
34	M	12	8	9.60
33	M	12	7	9.00
18	M	12	7	9.00
30	M	13	8	10.00
31	F	12	7	9.00
23	M	12	7	9.00

Si la tension artérielle moyenne est considérée normale à 100mm/Hg ou moins, 8 sur 16 ou 50% des individus âgés de moins de 40 ans du groupe B sont hypertendus (Tableau 4).

Si la tension artérielle moyenne est considérée normale à 100mm/Hg ou moins, 26 sur 29 ou 90% des individus âgés de 40 à 60 ans du groupe B sont hypertendus (Tableau 5).

Si la tension artérielle moyenne est considérée normale à 100mm/Hg ou moins, 18 sur 22 ou 82% des individus âgés de plus 60 ans du groupe B sont hypertendus (Tableau 6). L'âge apparait donc comme un facteur

Tableau 2. Répartition des valeurs systoliques (VS), diastoliques (VD) et de la tension artérielle moyenne (TAM) chez les individus âgés de 40 à 60 ans du groupe A

Age	Sexe	VS	VD	TAM
55	M	13	9	10.60
45	F	13	8	10.00
55	F	13	10	11.60
41	F	13	10	11.60
58	F	13	9	10.60
50	F	12	8	9.60
43	F	12	8	9.60
50	F	12	8	9.60
60	F	13	8	10.00
51	F	12	7	9.00
40	F	12	8	9.60
48	F	12	8	9.60
54	M	12	7	9.00
41	M	12	8	9.60
51	F	12	8	9.60
57	F	13	7	9.40

Tableau 3. Répartition des valeurs systoliques (VS), diastoliques (VD) et de la tension artérielle moyenne (TAM) chez les individus âgés de plus de 60 ans du groupe A

Age	Sexe	VS	VD	TAM
67	M	20	11	14.6
44	M	20	11	14.6
82	M	19	8	12.4
73	F	12	8	9.6
63	F	13	8	10.0
77	F	13	8	10.0
63	F	12	8	9.60

Tableau 4. Répartition des valeurs systoliques (VS), diastoliques (VD) et de la tension artérielle moyenne (TAM) chez les individus âgés de moins de 40 ans du groupe B

Age	Sexe	VS	VD	TAM
37	F	120	80	96
27	M	120	80	96
30	M	120	80	96
29	M	130	80	100
37	F	120	80	96
27	M	120	80	96
30	M	120	80	96
29	M	130	80	100
36	F	140	100	116
37	F	140	100	116
27	F	140	100	116
35	F	160	110	130
34	M	161	101	125
38	F	160	100	124
35	F	116	100	106.4
35	M	160	100	120

Tableau 5. Répartition des valeurs systoliques (VS), diastoliques (VD) et de la tension artérielle moyenne (TAM) chez les individus âgés de 40 à 60 ans du groupe B

Age	Sexe	VS	VD	TAM
49	M	140	80	104
57	F	190	100	136
48	F	200	127	156,2
49	F	140	90	110
48	M	130	80	100
43	F	120	80	96
48	F	182	106	136.4
42	F	140	80	104
57	F	150	100	120
57	F	140	110	122
41	F	150	80	108
47	F	150	100	120
47	F	130	110	118
53	F	150	100	120
53	M	120	110	114
47	M	120	80	96
52	F	140	100	116
54	F	140	100	116
56	F	140	90	110
40	F	140	90	110
49	F	140	100	116
46	F	160	100	124
57	F	160	130	142
51	M	170	80	116
51	M	180	160	168
57	M	160	130	142
53	F	160	120	136
47	F	170	110	134
54	F	170	100	128

déterminant.

Variation de la prévalence selon l'âge et le sexe dans le groupe A

La pratique du report de la tension artérielle en cm/Hg utilisée en Haïti omettant les chiffres décimaux ne permet pas de classifier l'hypertension en différents stades pour le groupe A ni non plus de désigner un plan thérapeutique répondant au standard international. D'où la raison pour le consensus des sociétés savantes en hypertension Société Haïtienne d'hypertension, Collège Haïtien de Médecine Interne et Collège Haïtien de Cardiologie (SHH, CHAMI, CHC) d'obtenir l'adhérence d'Haïti au standard international.

Variation de la prévalence selon l'âge et le sexe dans le groupe B

Les données présentées dans le tableau 7 montrent que pour le sexe masculin, la plus forte prévalence s'observe au stade 1. Pour le sexe féminin, les plus fortes prévalences s'observent aux stades 2 et suivants

Tableau 6. Répartition des valeurs systoliques (VS), diastoliques (VD) et de la tension artérielle moyenne (TAM) chez les individus âgés de plus de 60 ans du groupe B

Age	Sexe	VS	VD	TAM
76	M	150	90	114
65	M	130	80	100
61	F	140	70	98
60	F	160	90	118
78	F	140	60	92
62	M	140	80	104
63	M	144	80	105.6
70	F	150	100	120
64	F	140	90	110
66	M	140	90	110
65	F	166	80	114.4
77	F	170	70	110
77	F	185	88	126.8
61	F	130	90	106
63	M	130	90	106
61	M	160	100	124
61	F	180	90	126
72	F	180	110	138
72	F	120	80	96
88	F	220	100	154
75	F	120	80	96
65	F	220	120	160

Tableau 7. Prévalence en pourcentage selon le sexe

Stade	Sexe masculin	Sexe féminin
Pré-hypertension	7.3	0
Stade 1	11	16.4
Stade 2	5.5	27.3
Hypertension accélérée	7.3	22.5

Tableau 8. Prévalence en pourcentage selon l'âge

Stade	Moins de 40 ans	40 à 60 ans	Plus de 40 ans
Pré-hypertension	4	2	2
Stade 1	0	11	16.5
Stade 2	13	13	5.5
Hypertension accélérée	0	22	13

contrairement à ce qu'on observe dans le sexe masculin. Ceci peut être dû à une particularité culturelle importante de femmes à participer plus que les hommes dans les foires de santé et visiter les centres de santé : notre échantillonnage a montré un plus grand pourcentage de femmes que d'hommes dans cette étude.

Le tableau 8 montre que l'hypertension accélérée n'a pas été observée chez les individus de moins de 40 ans, contrairement à ce qui est rapporté dans la littérature (6). La plus forte prévalence de 13% obtenue concerne le stade 2. Cependant, selon la Fondation Haïtienne du Diabète et des Maladies Cardio-Vasculaires (FHADIMAC), "la prévalence de l'Hypertension Artérielle en Haïti est de 49% entre les âges de 25 à 39 ans et 69% après 40 ans" (4).

L'analyse des données rapportées dans le tableau 8 montre que la plus forte prévalence chez les individus d'âge compris entre 40-60 ans s'observe pour l'hypertension accélérée. Toutefois, la valeur obtenue est 4 fois moindre que celle rapportée dans la littérature (5).

Les plus fortes prévalences chez les individus âgés de plus de 60 ans s'observent au stade 1 et à celui de l'hypertension accélérée (Tableau 8). Là encore, les valeurs obtenues sont de très loin inferieures par rapport à celles rapportées dans la littérature. Ceci pourrait s'expliquer par les imperfections des valeurs exprimées en cm/Hg.

Il est tout à fait évident que les foires de santé pour être plus bénéfiques, devront toujours être conduites avec un personnel qualifié pour prendre les tensions artérielles et les rapporter en mm/Hg et jamais en cm/Hg.

Les données recueillies dans la mesure de la tension artérielle exprimée en cm/Hg restent la coutume en Haïti et ne cadrent pas avec la médecine moderne dans la classification actuelle de l'hypertension artérielle.

L'omission des décimaux dans la lecture de la tension artérielle rend fausse les vraies valeurs et peuvent entrainer des erreurs dagnostiques et thérapeutiques. Rapporter une lecture de 13/8 cm/Hg entraine une erreur diagnostique estimant que le patient a une tension artérielle normale car ce chiffre (13/8) peut être interprété comme 130/80 mm/Hg, cependant, la vraie lecture de l'appareil indique 138/89 mm/Hg qui est une tension anormale nécessitant une intervention thérapeutique.

Conclusion

Les résultats de ces investigations partielles confirment l'importance épidémiologique de l'hypertension artérielle chez des patients haïtiens

et la faiblesse du mode d'expression des données relatives à cette affection par les techniciens.

Compte tenu de la gravité de cette affection, il n'y a donc pas d'alternative sinon que de ne plus rapporter la T.A. en cm/Hg et d'endosser ou d'accepter que la T.A. soit toujours exprimée en mm/Hg. La France dont nous avons hérité cette pratique en cm/Hg l'a congédiée depuis les années 1980.

Le «Concensus des sociétés savantes en Hypertension» est une étape dans l'identification du mal. Il n'est que diagnostique. La thérapeutique qui s'impose est l'implémentation du Consensus où les responsabilités doivent être assumées par le MSPP, ministère de tutelle, les écoles de médecine, les écoles d'infirmières, l'Association Médicale Haïtienne (AMH), l'Association Nationale des Infirmières Licenciées d'Haïti (ANILH), les directeurs d'hôpitaux et de Centres de Santé. De notre côté au niveau du consortium du Consensus (CHAMI, SHH et CHC), nous faisons cause commune pour établir des programmes de formation avec la coopération du MSPP, l'AMH, l'ANILH et des agences telles que Organisation Mondiale de la Santé/Organisation Panaméricaine de la Santé (OMS/OPS), Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), Agence Universitaire de la Francophonie (AUF), United States Agency for International Development (USAID), la Croix Rouge Haïtienne ou Croissant Rouge, etc.

Références bibliographiques

1. Chobanian A.V., Bakris G.L., Black HR *et al*. 2003. The seventh report of the Joint national Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure. JNC 7 report JAMA. 289. 2560-72
2. Guyton A.C. and Hall J.E. 2011. Textbook of Medical Physiology. Mean Arterial pressure
3. Healthy Caribbean Coalition 2015: United Nations Sustainable Development Summit 2015
4. Jean-Baptiste, E., *et al*. 2006. Diabetes and Metabolism. 32 (5pt) 443-51
5. Jean-Charles R. 2014. Challenges in Hypertension: The Haiti Experience Journal of Clinical Hypertension DOI: 10.111/jch. 12241
6. Jean-Charles R., Weber M., *et al*. 2013: Clinical Practice Guidelines for the Management of Hypertension in the Community. A Statement by the American Society of Hypertension. ASH Paper DOI 10.1111/jch12237
7. Johnston S.C., Mendis S., Mathers C.D. *et al*. 2009. Global variation in Stroke burden and mortality: estimates from monitoring, surveillance and modeling. Report from American
8. MSPP. 2012. Politique Nationale de santé, page 15, alinéa 3
9. Stroke Association International Stroke reference. 2009. Lancet, 6: 345-354

Depuis de longues années, la FAMV n'a cessé d'accompagner la communauté dans sa quête de l'excellence.

Aujourd'hui encore, le **Laboratoire de Chimie de la FAMV** est heureux d'apprendre au public en général, aux industries agro-alimentaires, pharmaceutiques, aux organismes publics, privés, nationaux et internationaux que le renforcement de ses capacités d'analyse le rend encore plus apte à les servir avec sérieux, célérité et précision.

Nos compétences :

- Analyse des propriétés physico-chimiques de l'eau
- Détermination de la valeur alimentaire de produits naturels et transformés (confiture, mamba, miel, farines de céréales et de tubercules, …)
- Contrôle de qualité des boissons alcoolisées : liqueur, rhum, clairin, …
- Composition chimique des aliments pour bétail
- Détermination du degré de pureté de l'éthanol importé
- Analyse des aflatoxines dans les aliments
- Analyse des huiles essentielles destinées à l'exportation
- Analyse des produits pharmaceutiques, (matières premières et produits finis), etc.

Notre engagement envers vous : des analyses de qualité, respectueuses des normes internationales à des prix défiant toute concurrence**. Nous sommes là pour vous !**

Contactez-nous au numéro **2227-2277**

Problématique de l'eau dans le sous bassin versant Ravine Diable (Saut du Baril), troisième section communale de l'Anse-à-Veau

P. Duvivier[1] et F. Orélien[2]. [1]Département de Phytotechnie , [2]Département des Ressources Naturelles et Environnement, Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), Université d'État d'Haïti (UEH)

RESUME

Duvivier P. et Orélien F. 2016. Problématique de l'eau dans le sous bassin versant Ravine Diable (Saut du Baril), troisième section communale de l'Anse-à-Veau. RED 7 (2): 19 - 25

Ce travail a été réalisé pour comprendre la situation des ressources en eau du point de vue quantitatif et qualitatif dans le sous bassin versant Ravine Diable. Les zones agro écologiques (ZAE) et les points d'eau du sous bassin versant ont été inventoriés et les débits des sources et rivières mesurés pour la quantification des disponibilités en eau. Les besoins totaux ont été estimés par extrapolation des besoins par personne à l'ensemble de la population. Des échantillons ont été prélevés et analysés au laboratoire pour la mesure des paramètres de qualité. Les résultats ont montré que le sous bassin versant comporte une zone de montagne humide de haute altitude sur substrat calcaire (MHHASC), une zone de montagne humide de moyenne altitude sur substrat calcaire (MHMASC) et une zone de montagne sèche de basse altitude sur substrat basaltique (MSBASB). Globalement, les disponibilités en eau de surface (sources et rivières) ont été estimées à 59 343 167 180 l/an et dépassent largement les besoins de la population qui ont été évalués à 34 310 000 litres d'eau par an. Cependant, toutes les eaux de surface disponibles se trouvent dans les zones de MHMASC et MSBASB où vit seulement 26.80% de la population. Dans la zone de MHHASC où vivent 73.20 % de la population, seulement 61 familles sur 344 (17.73%) disposent d'une citerne de 8 000 litres de capacité. Les qualités physico-chimiques de tous les échantillons analysés se sont révélées satisfaisantes pour le pH, la couleur et l'odeur ; la conductivité électrique et la dureté totale ; les teneurs en calcium, magnésium, chlore, nitrate, sulfate, sodium et matières solides en suspension. Des germes d'*Escherichia coli* et de coliformes totaux ont été retrouvés dans tous les échantillons d'eau de source et dans 20 % des échantillons d'eau de citernes. Des germes de coliformes fécaux ont été retrouvés dans tous les échantillons d'eau de sources et dans 40% des échantillons d'eau de citerne. Des germes de streptocoques fécaux ont été présents dans 75 % des échantillons d'eau de sources et 20 % des échantillons d'eau des citernes. La présence de salmonelle n'a pas été observée dans les échantillons d'eau analysés.

Mots clés : eau potable, zone agro-écologique, disponibilités, qualités physico-chimiques et bactériologiques

ABSTRACT

Duvivier P. and Orélien F. 2016. Water problematic in the sub watershed of Ravine Diable (Saut du Baril), third communal section of Anse-à-Veau. RED 7 (2): 19 - 25

This work has been realized to understand the situation of water resources from a quantitative and qualitative point of view in the sub watershed of Ravine Diable. The agro ecological zones (ZAE) and water bodies were inventoried and the flow rate of the rivers and sinks was measured for quantification of availability of water resources. Total needs were estimated by extrapoling per capita needs to total population. Samples were taken and analyzed in laboratory for quality parameters measurement. The results showed that the sub watershed comprises a zone of humid high mountains on calcareous substratum (MHHASC), a zone of humid medium altitude mountains on calcareous substratum (MHMASC) and a zone of dry low altitude mountains on basaltic substratum (MSBASB). Globally, the quantity of available water is in the watershed was estimated to 59 343 167 180 l/year and was from far higher than whereas the needs of the population evaluated to 34 310 000 l/year. However, all the surface water resources are located in the zones of MHMASC and MSBASB where only 26.80 % of the population lives. In the zone MHHASC where 73.20 % of the population live, only 61 families in 344 (17.73%) get a cistern of 8 000 liters of capacity. The physico-chemical qualities of all the samples were satisfactory for pH, color, and odor; electrical conductivity and. total hardness; contents of calcium, magnesium, chlorine, nitrate, sulfate, sodium, and solid suspended matters. Germs of *Escherichia coli* and total coliforms were found in all the springs' water samples and in 20 % of cistern water samples. All the spring's water samples and 40 % of cistern water samples contained fecal coliforms germs. Fecal streptococcus germs were found in 75% of the spring's water samples and 20% of the cistern water samples. No salmonella germs were found in the water samples.

Key words: potable water, agro-ecological zones, availability, physico-chemical and bacteriological qualities

Introduction

De toutes les ressources naturelles, l'eau est l'une des plus fondamentales pour l'existence de l'homme. Sa maitrise et sa gestion servent de base d'appréciation du niveau de civilisation d'un peuple (9). Bien de première nécessité, elle est indispensable à la survie de toute agglomération humaine (11). Cependant, malgré l'importance vitale de l'eau (7), une bonne partie de la population mondiale a jusqu'à nos jours un accès limité, voire inexistant à cette ressource (8). Plus de la moitié de la population de la planète est tributaire directement de l'eau des bassins versants (BV) pour la boisson, l'agriculture et la production de l'énergie. Les activités humaines et les modes d'utilisation du territoire ont des répercussions sur la quantité et la qualité de l'eau générée dans les BV (2).

En Haïti, le milieu naturel est surexploité et les mesures conversationnistes sont insuffisantes (4). Les BV sont sujets à des désastres écologiques et leurs niveaux de dégradation sont à la limite de l'irréversible (1). La destruction du couvert végétal et la pression démographique sur les terres exploitées contribuent à l'amplification du déséquilibre écologique, de l'érosion des sols et du ravinement des versants (10). Il en résulte une lenteur dans le processus de réalimentation de la nappe phréatique et une diminution du débit des sources et des rivières à la longue (9). La situation est pire en zone rurale où près de quatre millions d'individus vivent à 66.5% sans eau canalisée (6). Les eaux de surface (rivières et sources), souvent polluées, sont utilisées sans traitement préalable pour la boisson. Ce qui pose un problème pour la santé des consommateurs, en particulier des enfants, qui sont plus fragiles. La même eau de rivière qui est utilisée pour la boisson en amont l'est aussi en aval tant par des hommes que par des animaux (6).

Pour une amélioration des conditions d'existence de la population, il s'avère nécessaire d'étudier quantitativement et qualitativement la problématique de l'eau dans son mi-

lieu de vie en vue des actions préventives ou de correction appropriées. Ainsi, cette étude a été réalisée dans le sous bassin versant Ravine Diable, troisième section Saut-du-Baril, commune de l'Anse-à-Veau, pour y estimer les disponibilités des ressources en eau, analyser leurs disponibilités par rapport aux besoins de la population et analyser leurs qualités physico-chimiques et bactériologiques.

Matériels et méthodes

Matériels

Une carte du réseau hydrographique de la zone a été utilisée pour un repérage provisoire des points d'eau dans le sous BV avant d'aller sur le terrain. Un GPS de type Garmin a été utilisé pour la détermination des points qui définissent les limites du sous BV sur le terrain et pour la prise des coordonnées géographiques des points d'eau inventoriés. Une carte topographique a été utilisée pour la délimitation du sous BV et une ortho photo plan pour la digitalisation des points d'eau inventoriés dans le sous BV. Des récipients stériles en matière plastique ont été utilisés pour le prélèvement et le transport des échantillons d'eau à analyser au laboratoire. Une caméra numérique a été utilisée pour la prise de photos et un ruban métrique pour la mesure des distances lors de l'évaluation des débits des cours d'eau.

Prospection, délimitation et zonage agro-écologique du sous bassin versant

Après une visite de prospection, le sous BV a été délimité à l'aide d'un GPS Garmin etrex en suivant les lignes de crête. L'enregistrement des coordonnées géographiques prises sur les lignes de crête à l'aide du GPS a permis d'avoir les données caractérisant les limites. Le sous BV a été par la suite cartographié sur la carte topographique de la zone. Son aire et son périmètre ont été ensuite calculés. Un zonage agro-écologique a été réalisé en suivant un transect d'orientation sud-nord, d'amont en aval de manière à traverser le maximum d'hétérogénéité. Les différentes unités agro écologiques (UAG) ont été identifiées et décrites en fonction de l'altitude, de la végétation et de la nature du substrat (calcaire, basaltique).

Description des systèmes de production agricole

Étant donné que les pratiques agricoles appliquées dans les BV ont des impacts sur les processus de ruissellement et de l'infiltration de l'eau alimentant la nappe phréatique qui, par résurgence, va donner naissance aux sources (5) et sur les qualités physico-chimiques de l'eau, les systèmes de production agricoles ont été identifiés et décrits.

Description du mode de gestion des déchets humains

De même, le mode de gestion des déchets domestiques a été décrit en vue de comprendre les résultats d'analyse microbiologiques, car toute mauvaise gestion de ces déchets entraine des conséquences néfastes sur la qualité des ressources en eau.

Inventaire des ressources en eau

Les points d'eau dans le sous BV ont été inventoriés au cours de deux visites exploratoires. Leurs coordonnées géographiques ont été déterminées au GPS, puis ils ont été digitalisés sur un ortho photo plan. Les débits ont été déterminés par la méthode de flotteur pour les cours d'eau importants qui coulent sur la surface du sol. Ils ont été déterminés par la méthode volumétrique pour les petits cours d'eau qui coulent en cascade. Les disponibilités en eau en litres par an ont été calculées en additionnant les débits (l/s) des points d'eau de surface inventoriés et en multipliant le résultat obtenu par 31 536 000 secondes par an.

Estimation de la population vivant dans le sous BV et de ses besoins en eau

Un recensement du nombre d'habitats du sous BV a été réalisé, puis le nombre de personnes par habitat a été déterminé. La population a été estimée en multipliant le nombre d'habitats recensés par le nombre de personnes par habitat. Les besoins en eau de la population ont été estimés en multipliant le nombre de personnes par 14 600 litres qui est une estimation des besoins en eau par personne par jour dans les pays en développement (6).

Analyses physico-chimiques et microbiologiques des échantillons d'eau

Après une enquête auprès de la population en vue de déterminer les sources dans lesquelles elle a l'habitude de puiser l'eau pour les différents usages domestiques et un in-

Figure 1. Délimitation du sous bassin versant Ravine Diable

ventaire des citernes familiales, des échantillons ont été prélevés pour analyses de laboratoire. Le pH, la couleur, l'odeur, la dureté totale, la conductivité électrique et les teneurs en calcium, magnésium, chlore, nitrates, sulfates, sodium et matières en suspension ont été déterminés en trois répétitions au Laboratoire de Chimie de la FAMV. Les germes d'*Escherichia coli,* coliformes totaux, coliformes fécaux streptocoques fécaux et salmonelles ont été recherchés.

Analyse des données et interprétation des résultats

Les données physico-chimiques pour chaque point d'eau considéré ont été résumées à leur moyenne ± écart-type et le résultat obtenu comparé aux valeurs normales admises de l'OMS. Les valeurs des paramètres microbiologiques obtenues ont été interprétées en considérant que l'OMS recommande l'absence dans un échantillon de 100 ml.

Résultats

Limites et caractéristiques agro écologiques du sous BV

La Figure 1 montre la délimitation du sous BV étudié. Il a une superficie de 9.44 km² et un périmètre de 17.42 km. Dans le sous BV, trois zones agro écologiques (ZAE) ont été identifiées: 1) une zone de montagne humide de haute altitude sur substrat calcaire (MHHASC) ; 2) une zone de montagne humide de moyenne altitude sur substrat calcaire (MHMASC) ; 3) une zone de montagne sèche de basse altitude sur substrat basaltique (MSBASB) comme le montre la Figure 2. Leurs superficies respectives sont 6.64, 1.10 et 1.70 km².

La zone de MHHASC se trouve sur une altitude supérieure à 600 m et se caractérise par un relief peu accidenté, un sol rouge de type ferralitique sur substrat calcaire filtrant, peu érodé. Sa végétation dominante est représentée par les agrumes et l'avocatier. La zone de MHMASC se trouve entre 400 et 600 m d'altitude. Elle est caractérisée par un relief moyennement accidenté, un sol noir

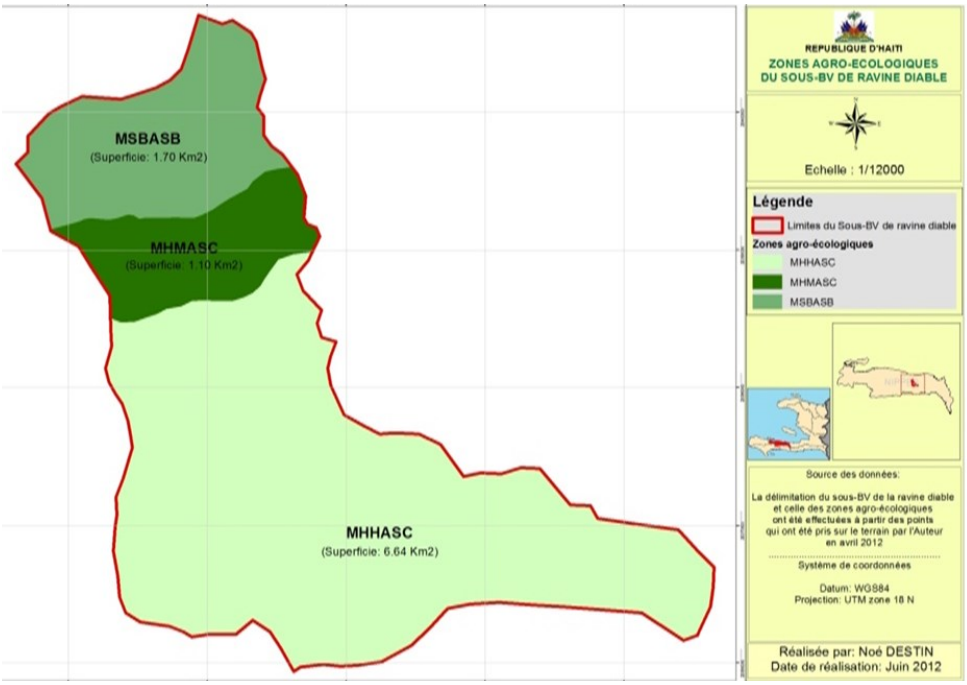


Figure 2. Délimitation des trois zones agro-écologiques identifiées dans le sous bassin versant Ravine Diable

de type calcimagnésien sur un substrat calcaire filtrant, peu érodé. La couverture arborée est diversifiée et relativement dense avec pour végétation dominante les espèces comme le manguier, l'avocatier, l'arbre véritable, l'acajou, le cèdre et le chêne. La zone de MSBASB se situe entre 100 et 400 m d'altitude. Elle présente un relief très accidenté avec des pentes raides, un sol érodé sur substrat basaltique friable. Les espèces dominantes sont le manguier et l'avocatier, mais des essences forestières telles que le cèdre, le frêne et l'acajou sont aussi observées.

Les systèmes de production des ZAE identifiées

Dans la zone de MHHASC, les principales cultures pratiquées sont le haricot, le maïs, les ignames, le manioc, le malanga, la banane et le maraîchage (chou et carotte). Ces cultures sarclées sont pratiquées dans toute l'étendue de l'unité agro-écologique, mais le maraichage se fait de façon plus intensive dans la partie la plus haute de l'unité. Les engrais chimiques sont très utilisés dans cette ZAE. Cependant, par rapport à l'urée, les engrais complets sont plus utilisés en raison des associations de culture qui sont très fréquentes dans cette zone. Les pesticides ne sont pas très utilisés, mais pour combattre la chenille du chou des applications d'insecticides se font parfois. Les bovins, les porcins, les équins (chevaux, mulets), les caprins et les volailles sont les principaux animaux d'élevage rencontrés. Ils sont élevés à la corde pendant toute l'année (sauf les volailles) parce que les terres sont en cultures toute l'année. Après chaque récolte, ces animaux sont amenés sur les parcelles pour valoriser les résidus de culture. Cependant, les porcins sont gardés aux jougs dans les jardins de case pour la valorisation des déchets de cuisine. Toutes les déjections de ces animaux sont restées sur le sol pour aider à renouveler la fertilité des terres.

Dans la zone de MHMASC, le maïs, le haricot, le pois congo, le manioc, le malanga, les ignames et la banane sont les principales cultures pratiquées. Ce sont des cultures de plein soleil qui requièrent un émondage des arbres pendant la préparation des sols. Elles se font toute l'année sans application d'engrais chimiques ni pesticides malgré la présence des pestes. Les animaux d'élevage rencontrés sont les bovins, les porcins, les équins (chevaux, mulets), les caprins et les volailles. Ces

Tableau 1. Liste des sources et rivière inventoriées dans le sous BV de Ravine Diable, leurs localisations et leurs débits

Zones	Sources / Rivière	Débits (l/s)	Débits (m^3/s)
Laporporte	Ravine diable	920	0.92
Ravine Diable	Ravine Diable 2	75	0.075
Ravine Diable	Ravine Diable 3	724	0.724
St-Yves	K- Zarou	31	0.031
Ravine Diable	Ravine Diable 1	127	0.127
Ladorlette	K- Charlemagne	1.37	0.00137
La paix	La source	1.10	0.0011
Ladorlette	K- Klednor	0.93	0.00093
La paix	Nan Ti dlo	0.27	0.00027
St-Yves	K- Jozon	0.252	0.000252
Kabon	Mérismé	0.237	0.000237
Kabon	Nan lakou	0.226	0.000226
Kabon	Zarou	0.200	0.0002
La paix	Nan Ti sous	0.074	0.000074
Kabon	Nan mapou	0.063	0.000063
Ladoise	Nan ferme	0.047	0.000047
Total		1881.769	1.881769

animaux sont gardés à la corde toute l'année (sauf les volailles) et déplacés sur les parcelles après récolte, excepté les porcins qui sont gardés aux jougs. Comme dans la zone de MHHASC, les déjections animales sont laissées sur le sol pour le renouvellement de la fertilité.

Dans la zone de MSBASB, les principales cultures pratiquées dans les parties encore cultivables sont l'arachide, le sorgho, le maïs, le manioc et le pois congo. Ces cultures sarclées se font sans application d'engrais chimiques ni de pesticides en dépit de la présence des pestes qui les attaquent. Les bovins, les porcins, les équins (chevaux, mulets, ânes), les caprins et les volailles sont les principaux animaux d'élevage rencontrés. Le système d'élevage est similaire à celui rencontré dans les zones de MHHASC et MHMASC.

Modes de gestion des déchets humains dans les zones agro-écologiques du sous BV

La gestion des déchets humains est encore un épineux problème dans ce milieu rural. Dans la zone de MHHASC, seulement deux localités (Javel et Périgny) ont des toilettes publiques. Sur un échantillon de 43 exploitations enquêtées dans cette ZAE, 36 % seulement ont des latrines familiales. La grande majorité de la population qui habite cet étage agro-écologique fait ses besoins physiologiques à même le sol. Même ceux qui possèdent leurs propres latrines familiales utilisent parfois la nature pour satisfaire ce besoin quand ils sont en voyage, vu les déficiences de la zone. Ce qui explique des cas de contaminations fécales des ressources en eau du sous BV. Les vêtements usagés sont gardés sous les lits dans la majorité des cas. Ils sont parfois brûlés. Les cadavres des animaux, quand ils sont proches des maisons d'habitation, sont enterrés à cause de leurs odeurs désagréables. Quand ils sont éloignés des maisons d'habitation, ils sont laissés aux carnivores (chiens et vautours) dans les pâturages. Dans la zone MHMASC, la situation est plus grave en dépit de la pléthore de sources qu'elle renferme. Il n'y a pas de toilettes publiques. Seulement 29.35 % des exploitations possèdent des latrines familiales. Les gens font leurs besoins majoritairement en pleine nature. Les vêtements usagés sont le plus souvent gardés sous les lits. Ils sont aussi parfois soit brûlés, soit jetés dans la rivière Ravine Diable. Les cadavres des animaux sont majoritairement enterrés. Dans la zone de MSBASB, il n'y a pas de toilettes publiques et seulement 27.8% des exploitations possèdent des latrines familiales.

Les ressources en eau du sous BV

Un total de 16 points d'eau (sources et rivière) a été inventorié dans le sous BV. Leur débit varie de 0.047 à 920 l/s pour un total de 1881.769 l/s (Tableau 1). Considérant qu'il y a

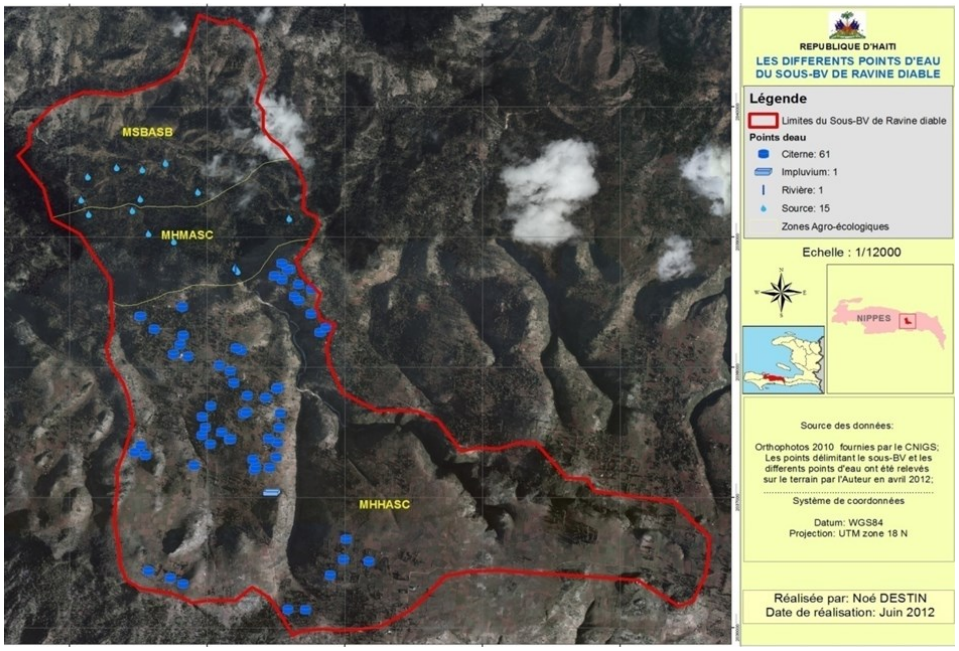


Figure 3. Répartition des points d'eau dans les UAE du sous bassin versant Ravine Diable

Tableau 2. Volume mensuel d'eau capté dans les citernes familiales de 8 000 litres et adéquation avec les besoins familiaux de 200 litres par jour pour 5 personnes

Mois	Nombre de jours	Pluviométrie (mm)*	Volume d'eau capté (l)	Besoins en eau (l)	Variation entre volume capté et besoins (l) **
Janvier	31	89.39	3575.6	6200	-2624.4
Février	28	105.18	4207.2	5600	-1392.8
Mars	31	135.31	5412.4	6200	-787.6
Avril	30	219.25	8770	6000	2770
Mai	31	236.97	9478.8	6200	3278.8
Juin	30	152.72	6108.8	6000	108.8
Juillet	31	158.63	6345.2	6200	145.2
Août	31	255.22	10208.8	6200	4008.8
Septembre	30	186.69	7467.6	6000	1467.6
Octobre	31	242.18	9687.2	6200	3487.2
Novembre	30	132.18	5287.2	6000	-712.8
Décembre	31	66.42	2656.8	6200	-3543.2
Total	**365.00**	**1,980.14**	**79,205.60**	**73,000.00**	**6,205.60**

* Source : Centre de Salagnac, données de 1998 à 2012 non publiées

Tableau 3. Répartition de la population du sous BV Ravine Diable par localité et par ZAE

ZAE	Localités	Nombre d'unités de résidence	Population	Pourcentage
	Javel	186	930	39.58 %
	Fraicheur	35	175	7.45%
MHHASC	Périgny de Lacrabière	63	315	13.40 %
	Platon Jovin	49	245	10.42 %
	Salagnac	11	55	2.35 %
Sous total 1	5	344	1720	73.20 %
	St-Yves	48	240	10.22 %
MHMASC	Ladorlette	12	60	2.55 %
	Ladoise	20	100	4.25 %
Sous total 2	3	80	400	17.02%
	Kabon	21	105	4.46 %
MSBASB	La Paix	25	125	5.32 %
Sous total 3	2	46	230	9.78 %
Total	**10**	**470**	**2350**	**100 %**

31536000 secondes par an, les disponibilités totales d'eau de surface (sources et rivière) ont été estimées à 59343167180 l/an. Cependant, les débits ne sont pas constants. Par exemple, le débit de la rivière Ravine Diable était passé de 490 l/s en juin 2006 (3) à 920 l/s en décembre 2012, un mois et demi après le passage de l'ouragan Sandy en Haïti. Ce qui montre une variation interannuelle très marquée du débit de la rivière et évidemment des sources qui la forment. La variation mensuelle intra-annuelle des débits n'a pas été mesurée dans le cadre de cette étude, mais il ne fait pas de doute qu'elle suit la variation de la pluviométrie. De plus, les 16 points d'eau de surface se trouvent dans les zones de MHMASC et MSBASB (Figure 3).

Un total de 61 familles sur un effectif de 344 possède des citernes de 8000 litres de capacité alimentées chacune en saisons de pluie par un toit de 40 m². Les 61 citernes familiales se trouvent dans la zone de MHHASC (Figure 3). Considérant qu'un mm de pluie correspond à 1 litre d'eau par m², chacune de ces familles comprenant en moyenne cinq personnes est en mesure de collecter un volume d'eau allant de 2656.8 litres en décembre à 10208.8 litres en aout pour un total annuel de 79205.60 litres (Tableau 2). L'eau stockée dans ces citernes est utilisée pour l'abreuvement des animaux, l'arrosage de pépinière, la lessive, la boisson, la toilette et autres usages domestiques.

Les besoins en eau de la population du sous BV

La population du sous BV est repartie dans trois ZAE et 10 localités et 170 unités de résidence comportant cinq personnes en moyenne. Elle comprend 2350 personnes dont 1720 (73.20%) dans la zone de MHHASC, 400 (17.02%) dans la zone de MHMASC et 230 (9.78%) dans la zone de MSBASB (Tableau 3). Les besoins en eau de la population sont estimés à 34310000 l/an.

Comparé aux 59343167180 litres disponibles par an, les besoins de 34310000 litres sont très faibles. Les disponibilités dépassent largement les besoins. Cependant, les 16 points d'eau de surface étant situés dans les zones de MHMASC et MSBASB alors que 73.20% de la population vivent dans la zone la zone de MHHASC. Il se pose un problème de temps d'approvisionnement. Une proportion de 73.20% de la population doit marcher entre 1 et 2 h pour s'approvisionner en eau. Les 61 familles qui possèdent des citernes ont l'eau de pluie pendant les mois pluvieux d'avril à octobre. Entre novembre et mars, les besoins sont supérieurs aux volumes collectés. Les besoins annuels d'une famille de 5 personnes sont estimés à 73000 litres. La capacité de captage sur les 40 m2 de toit est 79205.6 litres, mais vu le volume limité de 8000 litres des citernes, la capacité de stockage est moindre. Il y a moyen de faire des réserves à partir de la collecte du mois d'octobre seulement pour une partie du mois de novembre. Dans ce contexte, il

Tableau 4. Qualités physico-chimiques des échantillons d'eau analysés

Variable	Unité	Provenance de l'échantillon		Limites admises par OMS/OPS
		Sources (moyenne ± écart-type)	Citernes (moyenne ± écart-type)	
pH	-	7.62±0.45	7.83±0.1	6.5-8.5
Odeur	-	Inodore	Inodore	Seuil de perception
Couleur	UTN	Incolore	Incolore	15
Matières en suspension	mg/l	0.75±1.44	0.80±1.3	100-600
Conductivité électrique	dS/m	0.44±0.1	0.23±11.46	-
Ca	mg/l	80.18±23.4	24.62±5.22	>100
Mg	mg/l	5.06±5.3	3.71±3.58	0-100
Dureté totale	mg/l	85.61±19.3	28.13±3.5	100-300
Na	mg/l	32.65±24.9	35.80±69.6	-
Cl	mg/l	11.02±3.77	22.31±39.1	0-200
NO_3	mg/l	3.00±3.56	1.60±3.58	10
SO_3	mg/l	11.52±1.82	11.82±2.71	0-200

Tableau 5. Qualités microbiologiques (nombre d'unités formant de colonies/ml) des échantillons d'eau analysés

Provenance échantillon	*E. coli*	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Streptocoques fécaux	Salmonelles
Source Ravine Diable # 1	$7.32x10^2$	$5.45x10^2$	$4.15x10^2$	$7.13x10^2$	0
Source K-Jozon	$5x10^1$	$1.6x10^2$	$5x10^1$	0	0
Source Nan Lakou	$2.5x10^2$	$4x10^2$	$1.3x10^2$	$4.25x10^2$	0
Source Nan Ti dlo	$5.4 x10^4$	$>3 x10^4$	$5.7 x10^4$	$14x10^4$	0
Citerne # 1	$8x10^1$	$1.8x10^2$	$9x10^1$	0	0
Citerne # 2	0	0	$0.2x10^1$	$1.4x10^2$	0
Citerne # 3	0	0	0	0	0
Citerne # 4	0	0	0	0	0
Citerne # 5	0	0	0	0	0

N.B. Limites admises : absence dans 100 ml

s'avère nécessaire d'envisager un projet de construction de citernes familiales pour permettre à plus de familles d'avoir accès à l'eau. Les citernes à construire doivent aussi avoir une capacité minimum de 18000 litres pour permettre aux familles de stocker un peu plus d'eau pour la saison sèche.

Qualités physico-chimiques et microbiologiques des eaux du sous BV

Les échantillons d'eau de source et de citerne analysés ont présenté des caractéristiques conformes aux normes de qualité admises par l'OMS pour le pH, le Mg, le Cl, les NO_3 et les SO_3 (Tableau 4). Aucune odeur, ni couleur n'a été perçue. Les valeurs de conductivité électrique, dureté totale, les teneurs en matières en suspension, Ca et Na ont été faibles.

Les germes de salmonelles n'ont été retrouvés dans aucun échantillon analysé. Par contre, des germes d'*Escherichia coli,* coliformes totaux et coliformes fécaux ont été retrouvés dans tous les échantillons d'eau de source analysés, tandis que des germes de streptocoques fécaux ont été retrouvés dans 75% des cas (Tableau 5). Dans une citerne sur cinq, des germes d'*Escherichia coli,* coliformes totaux, et coliformes fécaux ont été retrouvés, tandis que des germes de coliformes fécaux et de streptocoques fécaux ont été retrouvés dans une autre. Ce qui dénote que les points d'eau (sources et citernes) ont été objet de contaminations fécales. Cet état de fait pourrait s'expliquer par la mauvaise gestion des déchets humains au niveau du sous bassin versant, les résultats des enquêtes ayant montré une utilisation abusive de la nature pour la satisfaction des besoins physiologiques à cause de la précarité des conditions socio-économiques de la population. En outre, les déjections animales, sous l'effet du ruissellement de l'eau, peuvent enrichir les cours d'eaux et les nappes en dérivés azotés et constituer une source de pollution bactériologique. Dans le cas des citernes, la contamination provient probablement des récipients utilisés pour puiser de l'eau. Ces cas de contaminations fécales des points d'eau dans le pays sont courants (11) et posent un problème de santé publique parce que la population rurale utilise ces eaux pour la boisson sans traitement préalable.

Etant donné que la qualité d'une eau de boisson prend en compte ses qualités physico-chimiques et microbiologiques, l'eau disponible dans ce sous bassin versant n'est pas adéquate qualitativement pour répondre aux besoins de la population. Certes, il existe beaucoup d'eau dans la partie aval du sous bassin versant, en particulier dans les zones de MHMASC et MSBASB, mais non seulement que ces eaux sont souillées par des pollutions fécales, elles sont aussi mal distribuées au regard de la répartition de la population. De plus, pendant les périodes de sécheresse où il n'y a plus d'eau dans les citernes, déjà insuffisantes, la majorité de la population doit consentir environ deux

heures de marche pour s'approvisionner dans ces sources contaminées.

Conclusion

La problématique de l'eau se présente différemment dans les 3 ZAE identifiées dans le sous bassin versant Ravine Diable. Globalement, les disponibilités dépassent largement les besoins. Cependant, malgré le surplus de disponibilité observée par comparaison aux besoins, la zone de MHHASC où vivent 73.20 % de la population sans source ni rivière ni nappe phréatique proche de la surface souffre d'une rareté d'eau. Les 61 citernes domestiques sont insuffisantes non seulement en termes de nombre, mais aussi en termes de capacité. Les 16 points d'eau de surface (sources et rivières inventoriés) se trouvent dans les zones de MHMASC et de MSBASB où ne vit que 26.80% de la population.

Les germes d'*Escherichia coli,* coliformes totaux et coliformes fécaux (dans 100% des échantillons d'eau de source et 20% des échantillons d'eau de citerne) et de streptocoques fécaux (dans 75% des échantillons d'eau de source et 20% des échantillons d'eau de citerne) ont dénoté une contamination d'origine fécale qui risque de poser de sérieux problèmes de santé publique, surtout avec la présence du choléra dans le pays. Dans ce contexte, trois axes d'action sont recommandées :

- la sensibilisation de la population dans les 3 ZAE sur les risques encourus en buvant une eau contaminée ; sa formation sur l'hygiène collective, domestique et personnelle et son entrainement au traitement de l'eau de boisson pour diminuer les risques de contamination individuelle dans un milieu pollué.
- Le captage et la protection des sources les plus importantes et la construction de latrines publiques et familiales dans les 3 ZAE pour assainir le milieu.
- l'augmentation du nombre et de la capacité des citernes familiales pour satisfaire les besoins en termes de quantité dans la zone de MHHASC.

Références bibliographiques

1. André J. A. 2007. Diagnostic de la dégradation du bassin versant de la Ravine Delay à Fond Verrette en vue de son aménagement. Mémoire de Fin d'Études, FAMV/ UEH, Damien, Haïti. 52p.
2. Duclona M. 1994. Efficacité des activités de défense et de restauration des sols dans le bassin versant de la Ravine du Sud. Mémoire de Fin d'Études, FAMV/UEH, Damien, Haïti. 85p.
3. Duvivier P. 2006. Profil biophysique des communes de Paillant et de l'Anse-à-Veau. Programme d'Appui au Développement Local et Agroforesterie Nippes (PADELAN).
4. Fontulmé B. 2003. Diagnostic de la dégradation du bassin versant de la ravine Picmy en vue de son aménagement. Mémoire de Fin d'Études, FAMV/UEH, Damien, Haïti. 69p.
5. Gangbazo G. 2004. La gestion intégrée de l'eau par bassin versant, Concept et Application, Ministère de l'Environnement du Québec. 46p.
6. Magny E. 1991. Haïti, Ressources Naturelles, Environnements : une nouvelle approche, édition Henri Deschamps. 252p.
7. Michel B. 2009. Etude de la potabilité de l'eau distribuée par le Service National d'Eau Potable (SNEP) dans la ville de Hinche. Mémoire de Fin d'Études, FAMV/ UEH, Damien, Haïti. 49p.
8. Organisation Mondiale de la Santé (OMS). 1998. Directives de qualité pour l'eau de boisson. Deuxième édition (volume 2).Critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève.
9. Phanord C. 1997. Évaluation des ressources et des besoins en eau potable de Désarmes et propositions d'un plan directeur d'approvisionnement. Mémoire de Fin d'Études, FAMV/UEH, Damien, Haïti. 85p.
10. Ricot J. M. 2008. Diagnostic de la dégradation du bassin versant de la rivière Caïman (commune de Petit-Goâve) en vue d'élaborer son plan d'aménagement. Mémoire de Fin d'Études, FAMV/UEH. Haïti. 55p.
11. Sival W. 2007. Étude de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau de boisson aux Sources-Chaudes (2ème section communale d'Anse-Rouge). Mémoire de Fin d'Études, FAMV/ UEH, Damien, Haïti. 50p.

Les droits de propriété intellectuelle dans l'agriculture haïtienne: Cas de la patate douce (*Ipomoea batatas*)

J. A. Victor

RESUME

Victor J.A. 2016. Les droits de propriété intellectuelle dans l'agriculture haïtienne: Cas de la patate douce (*Ipomoea batatas*). RED 7 (2): 26 - 35

Les savoirs et les savoir-faire paysans sont rarement considérés dans la prise en compte des facteurs qui pourraient améliorer la productivité des terres, la durabilité de la production et la résilience de l'agriculture haïtienne aux changements climatiques. Le cas d'espèce de la patate douce a donc été utilisé pour montrer les enjeux associés aux droits de propriété intellectuelle (DPI) des agriculteurs et l'intérêt que la reconnaissance de ces droits pourrait avoir sur le développent agricole en particulier et le développement rural en général. Les enquêtes effectuées dans les dix départements géographiques du pays ont révélé l'existence de plus de 200 clones différents de patate douce, cultivés dans divers agrosystèmes: montagnes humides, montagnes sèches, plaines irriguées et plaines sèches. Ces clones semblent avoir été sélectionnés pour des caractères tels la longueur du cycle végétatif, la productivité, la qualité des tubercules, la résistance à la sécheresse, le photopériodisme, etc. Il existe un fonds de savoir important en ce qui concerne la culture de la patate douce pratiquée en Haïti, bien avant l'arrivée de Christophe Colomb. Les 1ère et 2ème sections communales de Petite Rivière de l'Artibonite et la 3ème section communale de Dessalines ont été proposées comme centre de l'agro-biodiversité de la patate douce, étant donné qu'on y a rencontré des techniques spécifiques de culture de l'espèce quant aux méthodes d'amélioration des plantes cultivées (sélection, mutation, hybridation, sélection culturelle). Le clone Ti Savien est le seul à offrir une couverture nationale, les autres étant bien moins distribués. Il a été recommandé de construire un atelier de transformation de la patate douce dans la Vallée de l"Artibonite, d'appliquer la loi Lescot relative au besoin de mélanger la farine de blé et la farine de patate dans la fabrication du pain, d'octroyer 1% du PIB à la conservation de l'agro-biodiversité et de mettre en vigueur des lois sui generis en ce qui concerne notamment la production et la vente de semences, le système de certification, la standardisation des poids et mesures, les contrats de conservation de l'agro-biodiversité et la reconnaissance des droits de propriété intellectuelle dans l'agriculture.

ABSTRACT

Victor J.A. 2016. Intellectual property rights in the Haitian agriculture: Case of sweet potato (*Ipomoea batatas*). RED 7 (2): 26 - 35

The peasants' knowledge and know-how are rarely valued in considering factors that could enhance land productivity, production sustainability and resilience of Haitian agriculture to climate change. The case of the sweet potato has been used to show the significance of the intellectual property rights (IPR) issues and the interest that the recognition of such rights might have on agricultural development in particular and rural development in general. Surveys carried out in ten geographical departments of the country have revealed the existence of more than 200 different sweet potato clones, grown in diverse agro-systems: wet or dry mountains, irrigated lowlands or even dry plains. These clones seem to have been selected for features such as length of the vegetative cycle, plant productivity, tuber quality, resistance to drought or photoperiodicity, etc. Haitian farmers have a very great know-how, regarding the culture of sweet potato that was grown in Haiti, well before the arrival of Christophe Colomb. The 1st and 2nd communal sections of Petite Rivière de l'Artibonite and the 3nd communal section of Dessalines have been proposed as Center of the agrobiodiversity of the sweet potato, given that it has met specific techniques for culture of sweet potato with respect to methods of improvement of cultivated plants (selection, mutation, hybridization, cultural selection). The Ti Savien clone is the only one that offers national coverage, unlike the others that accuse an area of influence of lesser scope. It was recommended to build a plant for processing sweet potato in the Artibonite Valley, to enforce the Lescot Law regarding the need to mix wheat and sweet potato flours to manufacture bread, to give 1% of GDP to the agrobiodiversity conservation and to implement laws sui generis regarding seeds production, certification system, weights and measures standardization, and the contracts of recognition of intellectual property rights in the agricultural sector.

Introduction

La reconnaissance des droits de propriété intellectuelle (DPI) dans l'agriculture constitue l'une des conditions nécessaires, bien que non suffisante, du développement rural. Elle encourage la recherche agricole et l'investissement privé dans l'agriculture en faisant progresser les technologies qui supportent la modernisation de cette branche du secteur primaire. A qui appartiennent les espèces de plantes ou d'animaux, les plantes sauvages et les variétés cultivées, les organismes génétiquement modifiés et les nouvelles races animales, les ressources phyto ou zoo-génétiques qui se retrouvent au centre de la production et du développement agricoles ? A qui profite le marché de l'agro-biodiversité, le commerce des semences améliorées et l'exploitation des ressources génétiques associées à l'agriculture ? Pourquoi, certains pays ont-ils des lois, des normes et des règlements sur la bio-prospection, le biocommerce et la biosécurité, voire la bioéthique, alors que d'autres n'en ont pas ? La République d'Haïti est-elle dotée de lois *sui generis* en la matière ou a-t-elle signé et/ou ratifié des conventions internationales qui régissent les créations de l'esprit dans l'agriculture ? Les limites et les insuffisances du droit haïtien de l'agro-biodiversité ne représentent-elles pas un obstacle de taille au développement agricole en Haïti ?

Des réponses générales à certaines de ces questions fondamentales ont été déjà apportées dans les publications effectuées pour mieux faire connaitre l'importance des DPI dans l'agriculture haïtienne (21, 22). Le présent texte s'intéresse à un cas particulier et traite, en l'occurrence, de la problématique des DPI dans le cas de la culture de la patate douce (*Ipomoea batatas*). Il vise l'amélioration de la gouvernance agricole au bénéfice de la sécurité alimentaire et du développement durable axé sur une meilleure résilience de l'agriculture haïtienne aux changements climatiques. Etant donné qu'un tel objectif ne peut pas être atteint sans la participation, la motivation et la mobilisation de l'homme rural, il convient de questionner la pertinence des modes de collaboration et des choix technologiques proposés traditionnellement aux agriculteurs. On se demande alors si l'absence de valorisation des savoir paysans n'est pas un frein majeur au progrès économique et social, contrairement à l'opinion qui

veut faire croire que le retard technologique de l'agriculture haïtienne réside, avant tout, dans l'ignorance totale des masses rurales. La reconnaissance des DPI dans l'agriculture peut-elle encourager le développement de la culture de la patate douce et l'avancement technologique de cette filière de production ? Pour répondre à une telle question, il sera mis en exergue, ne serait-ce que brièvement, la dimension ethnobotanique et agro-économique de la culture de la patate douce (Section 1), établi la richesse de l'agro-biodiversité spécifique de la patate douce en Haïti (Section 2), mis en évidence l'importance des savoirs et savoir-faire paysans dans le domaine (Section 3), avant d'envisager les possibilités de faire bénéficier les détenteurs des savoirs et savoir-faire locaux, du partage des bénéfices découlant de l'exploitation des ressources de la biodiversité, selon le vœu de la Convention Internationale des Nations Unies sur la Biodiversité (Section 4).

Section 1. Aspects Ethnobotaniques et agronomiques de la culture de la patate douce en Haïti

Afin de bien cerner les enjeux associés à la culture de la patate douce en Haïti, Il convient de faire ressortir l'évolution ethnobotanique et agro-économique de cette espèce. Ceci peut se faire en mettant l'accent sur la dimension historique, agronomique, social, économique, alimentaire et culturel de la culture de cette plante amylacée, classée dans le groupe des racines et tubercules.

La dimension historique

La patate douce était cultivée en Amérique, avant l'arrivée de Christophe Colomb, en 1492 (10). On la trouve dans la liste des plantes originaires de l'Amérique de Jorge de Leon (8) et dans la liste des centres d'origine des plantes économiques du monde tropical (17). Selon Moreau de St Mery dans la description de la partie française de l'île de Saint-Domingue parue en 1797, la patate douce était cultivée et consommée à l'époque coloniale. Il n'est donc pas exagéré de penser que cette plante de la famille des *Convolvulacées* ait joué un rôle important dans les "places à vivres" des captifs africains d'abord et dans le développement de l'agriculture haïtienne, ensuite. Ce qui a permis aux créoles haïtiens d'amasser un capital intellectuel de plus de 500 ans dans la maitrise de la culture de la patate douce. On verra, plus loin, comment ce capital intellectuel a été exploité, valorisé et conservé notamment par les paysans, et cela sans aucune contrepartie en ce qui concerne la reconnaissance de leurs droits de propriété intellectuelle (2).

La dimension agronomique

La patate douce connait périodiquement des mutations spontanées liées à sa grande variabilité génétique (patat la tounen). De telles mutations peuvent entrainer la dégénérescence du clone en question lors des multiplications végétatives enregistrées sur diverses générations (10.). La vigueur actuelle des variétés et cultivars rencontrés en Haïti dérive, comme partout ailleurs, de la combinaison des quatre forces qui déterminent les variations dans les plantes cultivées : mutation, hybridation, sélection naturelle et sélection culturelle (1,16). Chez nous, les rendements moyens demeurent très bas et restent de l'ordre de 7 TM/Ha. Dans le cadre du programme national de la sécurité alimentaire, le MARNDR, assisté de la FAO, a fourni, il y a une dizaine d'années, une assistance technique aux agriculteurs, dans sept communes relevant des départements de l'Artibonite et du Sud, notamment dans la lutte contre le charançon de la patate (*Cylas formicarius*, appelé Kanson fè ou Ti Yogann, en créole). Les rendements seraient passés dans ces zones à une moyenne de 15 TM/Ha (MARNDR, 2003). Seulement, deux mémoires d'étudiant ont été recensés sur une période de plus de vingt ans (16). La recherche agronomique est pauvre et se borne à l'introduction de variétés dites améliorées. Ces cas d'introduction effectués par les pouvoirs publics, les ONG ou les particuliers sont réalisés, le plus souvent, sans précaution de quarantaine ni essai d'adaptation, sans suivi-évaluation ni objectifs de sélection. Ce qui complique la situation au lieu de contribuer à la solution des problèmes rencontrés.

La dimension alimentaire

La valeur alimentaire de la patate douce, bien connue des spécialistes l'est bien moins des consommateurs. Elle est deux fois plus riche en bêta-carotènes que la carotte et accuse un niveau nutritionnel plus élevé que le blé, en termes de calories, de protéines et de glucides. Elle est riche en vitamine A, en vitamine B6, en cuivre et en manganèse. Les tubercules contiennent de l'amidon et du saccharose de l'ordre de 6% (pouvant donc entrer dans la production d'alcool et de bière). Les feuilles sont plus riches en protéines, en Vit C, en calcium, en fer et en phosphore que l'épinard. Riche en fibre, la patate aide à prévenir certains types de cancer. En Afrique de l'Ouest et à Madagascar, les jeunes feuilles sont pilées, blanchies et servies avec du riz, de la viande ou du poisson. La patate serait à l'origine de la longévité des habitants d'Okinawa, une île japonaise dont la diète alimentaire repose sur cette amylacée. C'est en outre, un excellent fourrage, que ce soit à l'état frais ou après dessication (5). La gastronomie haïtienne offre un éventail impressionnant de préparations à base de patate (pain de patate, patate au lait, patate au sirop, patate bouillie, patate frite, patate sautée, patate cuite sous la cendre, patate pelée ou en robe des champs, confiture de patate, etc.). Loin de valoriser une telle richesse culturelle, les élites haïtiennes semblent vouloir modifier les habitudes alimentaires dans le sens d'une consommation accrue de céréales importées au détriment du grand groupe des racines et tubercules dont la patate fait partie.

La dimension sociale

La patate douce est consommée beaucoup plus dans les familles à faible revenu tout comme les racines

et tubercules en général. Toute amélioration des revenus se traduit, pour une famille donnée, par une augmentation de la consommation des céréales au détriment de celle des racines et tubercules. Or, le pays a un avantage préférentiel pour la production de racines et tubercules, compte tenu de ses caractéristiques éco-climatiques, édaphiques et physiographiques (8,6) Les Haïtiens devraient donc consommer en priorité des racines et tubercules et non des céréales. Les habitudes alimentaires de la population devraient s'aligner sur la vocation naturelle des sols et non sur l'adoption de patrons de consommation importés. Etant donné que la consommation des céréales tend à augmenter avec l'accroissement du taux d'urbanisation, il est donc indiqué de questionner les habitudes alimentaires de la population afin d'orienter dans le bon sens la politique alimentaire du moment. Le slogan *Consommer Local* devrait faire place progressivement à une vraie campagne d'éducation alimentaire pouvant limiter les dégâts de la déculturation aveugle et de l'acculturation sauvage.

La dimension économique

Les racines et tubercules occupent annuellement en Haïti, une superficie de 244 000 Ha dont 27% sont consacrés à la culture de la patate (MARNDR, 2012). Avec un rendement moyen de 7 TM/Ha, la population haïtienne consomme environ 462 000 TM de patate douce par an. Ce qui fait une moyenne de 46 Kg/ tête pour une population de 10 millions d'habitants. Sans la patate, la facture céréalière serait encore plus élevée. Etant donné qu'un agriculteur manipule un total de 50 000 boutures / Ha, à raison d'une moyenne de 50 boutures/10 m², le paysan haïtien est donc obligé de produire un total de 3 milliards de boutures /an pour conserver l'agrobiodiversité de cette espèce. Dit autrement, les semences de patate douce représentent une valeur d'usage presque nulle parce que tous les agriculteurs produisent leurs propres semences et une valeur d'option équivalant à la somme de 3 milliards de Gourdes (un paquet de 100 boutures comptant pour 100 Gourdes environ), puisque le pays devrait dépenser la susdite somme au cas où elle souhaiterait acheter les semences susmentionnées (22). Mais, le paysan ne trouve point de compensation proportionnelle pour les 3 milliards de Gourdes susmentionnés. Un tel exemple suffit pour donner une idée du mode de fonctionnement du système d'exclusion mis en place, consciemment ou pas, pour écarter les agriculteurs de la richesse nationale.

La dimension culturelle

Les racines et tubercules jouent un rôle essentiel dans la culture populaire. Le repas blanc, l'un des plus prestigieux du menu vodou est à base d'igname tandis que la pelure de patate est considérée comme la dernière ressource du pauvre qui va mourir de famine. Les racines et tubercules rentrent dans la préparation des "*manje loa"* et dans celle du "*migan"*, un repas spécial qui accuse une ressemblance frappante avec un plat traditionnel de l'Afrique noire. Ce qui laisserait entendre que la cuisine du vodou haïtien pourrait avoir essentiellement pour origine les plats traditionnels de l'Afrique. Ce qui n'est pas sans intérêt dans le cadre d'une stratégie de développement fondée sur le tourisme culturel où la gastronomie locale pourrait apporter une contribution significative. En langue Baoulé, le mot Duo signifie Igname *;* tandis qu'il existe 37 mots différents pour désigner les variétés d'igname dans le pays baoulé de la Côte d'Ivoire. En Baoulé, le mot *Alenda* veut dire *Patate* alors que *Klenba* signifie *Petit Tambour* (18). Ce qui met en lumière l'importance des racines et tubercules dans la gastronomie des *calendas (*danses et fêtes des esclaves à Saint-Domingue) et les similitudes phonétiques des mots Alenda, Klenba et Calenda. Dans les pays pauvres, la patate représente l'aliment de sécurité par excellence en période de conflit et de sécheresse (5). Glaner dans les champs de patate déjà récoltés est connu de tous les crève-la faim en milieu rural. Otez la patate de la diète des pauvres et vous provoquerez une crise alimentaire dont l'onde de choc finira par ébranler le *poto mitan* de la souveraineté alimentaire tant désirée mais si peu recherchée.

Section 2. L'agro-biodiversité spécifique de la patate douce en Haïti

On considère généralement une variété de plante cultivée comme un ensemble végétal d'un taxon botanique du rang le plus bas, lequel présente des caractères résultant d'un certain génotype, distinct de tout autre ensemble végétal et pouvant se reproduire de manière uniforme. Faute d'informations suffisantes, le thème variété a été écarté afin de tenir compte de la diversité génétique du matériel de reproduction actuellement disponible.

Pour éviter la confusion, le terme *clone* a été retenu pour désigner exclusivement l'unité taxonomique de reproduction utilisée par les paysans, *un clone étant un ensemble de descendants semblables issus par, reproduction végétative, d'un parent unique.*

La liste des clones de patate douce cultivés en Haïti a été dressée à partir des enquêtes menées sur tout le territoire national à raison de 5 communes par département. Elle permet de quantifier le nombre de clones par département, de connaitre les noms vernaculaires de chaque clone, d'établir leur aire d'influence et leur fréquence de distribution. Si elle est mise à jour périodiquement, elle pourra constituer un outil important dans la dynamique de l'amélioration des plantes cultivées.

Le nombre de clones disponibles sur le territoire national

Il est utile, à plus d'un titre, de connaitre le nombre de clones disponibles sur le territoire national. Bien que l'information présentée repose exclusivement sur les déclarations des agriculteurs, elle est loin d'être fantaisiste puisqu'elle a été

contrôlée plusieurs fois pour un même site, à partir d'informateurs différents. Un minimum de trois informateurs par commune a été utilisé afin de couvrir le plus grand nombre de sections communales en se basant sur l'hypothèse qu'un planteur de patate connait le nom des clones cultivés dans sa région.

Néanmoins, la susdite enquête, pour n'avoir pas été exhaustive, doit être interprétée avec prudence s'il s'agit de l'extrapoler à tout le territoire national. Dans dix départements enquêtés, 275 clones ont été dénombrés (Tableau 1).

Cependant, ce chiffre ne correspond pas au nombre de clones différents localisés dans l'espace agricole en question puisque les mêmes noms se retrouvent dans diverses communes dans plusieurs des cas considérés. En outre, le même clone peut être dénommé différemment selon les localités, voire selon la période. Il y a tout de même des clones tels Ti Savien, Mizè Malere, Banbou Salnave, Dòmi kole, qui ne changent de nom ni en fonction du temps ni du lieu. Dans ce dernier cas, ne peut-on pas parler de clones prometteurs en ce qui concerne la recherche agronomique ?

L'inventaire susmentionné permet toutefois d'avoir un ordre de grandeur quant à la richesse de l'agrobiodiversité associée à la patate douce et de son impact positif sur la sécurité alimentaire des gens les plus pauvres.

Le nombre de clones par 1 000 Ha est, par exemple, de 2 pour le Nord et le Nord-Ouest, de 3 pour l'Artibonite et le Sud, de 7 pour le Centre et le Nord-Est et de 21 pour les Nippes. Etant donné que les critères de sélection des clones varient avec les conditions de culture, un nombre élevé de clones par millier d'hectares serait un signe de la grande hétérogénéité des zones de production dans un département géographique déterminé.

Il est donc recommandé de caractériser les clones prometteurs selon les caractères distinctifs retenus par le CIP (Centro Internacional de Papas) détenteur d'une banque de gènes de plusieurs milliers de populations naturelles, de plantes améliorées et de matériels de reproduction (19). En Haïti, il sera possible d'avoir un catalogue de variétés et des fiches techniques pour chacune d'entre elles. C'est le premier vers la valorisation de la banque de gènes *in situ* que représente le territoire national

Tableau 1. Nombre de clones rencontrés dans les départements géographiques

Départements	Communes concernées	Superficie cultivée (Ha)	Nombre de clones déclarés
Nord Ouest	Jean Rabel – Bombardopolis – St Louis – Port de Paix – Chansolme	14 200	28
Ouest	Petit-Gôave – Grand Gôave –Gressier – Montrouis – Croix des Bouquets	11 600	57
Sud	St Louis – Chantal – Cavaillon – Torbeck – Camp Perrin	9 000	28
Nord	Limbe – Plaine du Nord – L'Acul – St Raphaël–Ranquitte – Pignon	6 500	17
Artibonite	Petite Rivière – Verrettes – La Chapelle – St Marc – Marchand Dessalines	6 500	23
Grand'Anse	Pestel – Beaumont – Dame Marie – Moron – Chambellan	6 500	44
Nord Est	Carice – Mont Organisé – Ouanaminthe – Les Perches – Mombin Crochu	3 900	22
Centre	Mirebalais – Saut d'eau – Boucan Carré – Lascahobas–Thomonde	3 900	26
Sud Est	Jacmel – Belle Anse – Marigot – Bainet – Côtes de Fer	2 600	9
Nippes	Fond d Nègres – Paillant – l'Asile – Petit Trou – Plaisance du Sud	1 300	21
Total		66 000	275

Source : Rapport sur le recensement général de l'agriculture (12)

La taxonomie paysanne

Les noms vernaculaires donnés par les paysans aux différents clones cultivés, apparaissent, à première vue, étranges et bizarres Pourtant, il semble que le mode d'identification adopté par les agriculteurs cache une certaine logique et n'est nullement dépourvu de rationalité, comme cela se passe, d'ailleurs, dans presque toutes les manifestions de la vie rurale.

Un essai de catégorisation des appellations rencontrées permet de classer ces dernières en 4 groupes différents fondés sur les noms de personne, les noms de lieu, des critères agronomiques et autres appellations non étudiées. Il reste encore beaucoup à faire, du point de vue linguistique, pour s'approprier la pierre de rosette qui permettra de mieux comprendre la logique paysanne.

Les appellations fondées sur les noms de personne ou de lieu commencent toujours par un "Ti". Ex Ti Michel, Ti Janèt, Ti Wòz, Ti Madlèn, Ti Jeròm, Ti Jesnè, Ti Kadè, Ti Kawòl, Ti Okap, Ti Miami, Ti Pòtoprens, Ti Miklon, Ti Pestel. Le Ti indique ainsi la provenance, dans ce cas précis. Mais, le Ti peut indiquer également un sentiment d'affection Ti Nwa, Ti Sourit, Ti Blanch.

Dans le cas des appellations fondés sur des caractéristiques agronomiques, le message est passé sous forme de symbole ou d'analogie, compréhensibles uniquement pour ceux-là qui connaissent la culture paysanne. L'identification choisie

Tableau 2. Aire d'influence des principaux clones recensés

Principaux clones	Départements	Communes
Ti Savien	9	22
Mizè Malere	7	10
Salnave ou Banbou Salnave ou Blan Salnave	5	6
Ti Wòz	3	4
Dòmi kole	2	2
Autres	1	Ind.

indique alors une caractéristique agronomique bien déterminée. Cela peut se référer, par exemple :

- A la productivité du clone
  Bon Dye bay – Mizè Malere – Chay Milèt – Fann Tè – Manman Vin Wè
- Au cycle végétatif du clone
  Galope Cheval – Prese Plante – San Dat – Sove Nouris
- Au comportement en plein champ du clone
  Janbe ravin – Fanm fouye – Fanm pa Fouye – Mal Chen – Pa desann bit
- Aux qualités organoleptiquesde la tubercule
  Pa tout dyòl – Ti Sik – Ponm nan men – Ti fi pi dous – Lèt an poud – Bon Bòbòt – Ti fenfen
- Au mode de tubérisation, à la forme ou à la grosseur des tubercules
  Zago Milèt – Pat Chwal – Plentwou – Jen Nan Makout – Ti Sourit – Bout Kanson – Manmèl a Bèf – Mega Bèf
- A la forme et la couleur des tubercules
  Bouda Bouryk – Ouvri lekò – Bwa Bourik – Blanch – Nwa – Nèg Nwè – Bouda Zanyen – Bwa yoyo
- Au comportement à la cuisson ou à la valeur alimentaire
  Fanm pa bouyi – Twonpe Nouris– Ti Lèt – Ti Jòmou

L'ensemble des critères agronomiques fait supposer que les divers clones sont nécessaires et répondent chacun à un besoin des agriculteurs ou des consommateurs. Ce qui suggère que les objectifs de sélection peuvent être très différents selon le modèle d'agriculture, la taille de l'exploitation, la nature des sols, le statut de l'agriculteur et les exigences du marché (productivité, richesse en amidon, en sucre ou en carotène, cycle végétatif, résistance aux pestes et aux maladies, photopériodisme, aire d'adaptation, etc.). Photographier, dessiner, classer et interpréter les données de base associées aux différentes parties des clones observés pourraient déboucher sur une espèce de tableau de Mendeleev, capable de révéler les secrets de la logique paysanne.

Quant aux autres appellations non contrôlées, il s'agit d'un casier fourre-tout qui comprend des noms difficiles à décoder ou à préciser. Par exemple, certaines appellations comme Mawonbe, Yagonde, Dawonme, Abouda, Mondong, rappellent une origine africaine mais, il est difficile de dire s'il s'agit de provenance, de symbolisme, ou de fantaisie. D'autres comme Tenda, Gwondifis, Ti Frenn, Sove Kata ou Lòk semblent être d'interprétation plus complexe. La linguistique appliquée a beaucoup de pain sur la planche, en ce qui concerne la taxonomie paysanne.

Sans vouloir trop caricaturer, il est utile d'illustrer, par des exemples, comment le paysan arrive, à l'aide d'une simple appellation, à identifier les clones selon les critères de sélection choisis. Le clone Ti Sik laisse entendre que le taux de sucre du tubercule est plus élevé que la normale. Le clone Fann pa Bouyi fait référence au taux d'amidon, car il ne résiste pas à la cuisson prolongée; le clone Bwa bourik voudrait dire que le tubercule est démesurément long ; le clone Zago Milèt compare la forme du tubercule à celle d'un sabot de mule ; enfin le clone Mizè Malere est venu résoudre un problème de disponibilité alimentaire pour les classes les plus pauvres en raison de son cycle végétatif très court de 2 mois et 1/2. Le folklore agricole ouvre donc de larges perspectives aux sciences de la communication.

L'aire d'influence des clones et leur fréquence de distribution

Il a été dit que certains clones se rencontrent à la fois dans plusieurs communes d'un même département et même dans plusieurs départements géographiques. L'aire d'influence d'un clone est alors déterminée par l'espace géographique qu'il occupe en plaine et/ou en montagne. A partir de 1 600 m d'altitude, la patate douce se fait remplacer généralement par la pomme de terre (10). Ainsi, certains des clones recensés, tels Ti Savien et Mizè Malere se retrouvent respectivement dans neuf et sept des dix départements, tandis que d'autres tels Ti Woz et Dòmi kole ne se rencontrent que dans deux (Tableau 2). Les clones, Ti Okap, Koupe Klouwe et Ti Miami, non représentés dans le tableau couvrent respectivement deux départements.

Ainsi, le clone Ti Savien est largement distribué sur toute l'étendue du territoire national. Ce qui suggère que ce clone pourrait être une variété à part entière. Les trois clones Ti Savien, Mizè Malere et Banbou Salnave peuvent être considérés comme des clones prometteurs, du point de vue agronomique, en raison de leur capacité d'adaptation à des conditions très variées.

Le clone Dòmi Kole date de plus de 60 ans et se retrouve dans deux départements géographiquement éloignés l'un de l'autre (le Nord-Ouest et la Grand'Anse) si l'on excepte la communication par voie maritime. S'agirait-il du même génotype ? De même, il faut approfondir l'enquête pour savoir si Ti Miami est un clone importé de Miami ; sachant que Ti Matinik provient de la Martinique et est cultivé exclusivement à l'île de la Gonâve, jusqu'à date.

Le fait que Ti Okap ne se retrouve pas dans le Nord tout comme Ti Pestel ne se rencontre pas à Pestel serait une preuve que ces clones proviennent vraiment du lieudit, puisque pour les noms de lieu, c'est celui qui accueille un clone qui le

baptise et non l'inverse. Selon ce dernier constat, il serait logique de penser qu'un nom de lieu peut cacher une appellation d'origine différente.

Section 3. Importance des savoirs et savoir-faire paysans

Le clone Ti Savien qui couvre une large aire d'influence semble être un cas particulier. Etant donné qu'il existe, dans l'Artibonite, une localité de la première section communale de Petite Rivière de l'Artibonite du nom de Savien où des ventes de bouture de patate douce ont été constatées périodiquement, il est permis de supposer que cette localité pourrait avoir une certaine connexion avec le clone Ti Savien. Une enquête approfondie a donc été réalisée dans la Vallée de l'Artibonite. Voyons, tour à tour, l'historique de Ti Savien, le concept de centre de conservation de la l'agro-biodiversité, l'organisation de la production de Ti Savien dans et autour de la localité Savien et l'impact de la culture de la patate sur le développement durable.

L'Historique de Ti Savien

L'origine de Ti Savien n'est pas bien connue. Les paysans de la localité Savien racontent que ce clone avait dégénéré à un moment donné et il était considéré comme étant en voie d'extinction dans les années 1960. Une souche a été conservée par un agriculteur, du nom de Belot Dorméus, d'où le nom de Ti Belot donné au nouveau clone régénéré par ce dernier, chez qui tous les planteurs allaient s'approvisionner en semences. Par la suite, le nom de Ti Savien a repris le dessus.

La version qui veut faire croire que le nom de Ti Belot viendrait de la dame Chritiana Belot, Chef de la milice locale de François Duvalier dans les années 60, ne tient pas la route. Madame Belot aurait exigé que son nom soit associé au nouveau clone mais cette hypothèse ne résiste pas à l'épreuve des faits. D'après l'agriculteur Daniel Heurtelou, la famille de Belot (y compris sa femme) vit encore et ses membres sont des témoins à charge en ce qui concerne la version de Belot Dorméus. La thèse fondée sur l'autorité de Chritiana Belot suppose que le clone avait déjà été régénéré avant que le Chef de la milice l'eût découvert à la 5ème section communale de St Marc, comme on l'a prétendu. Or, la régénérescence de Ti Savien ne pouvait être faite que par un sélectionneur, qualité qu'on reconnait à Belot Dorméus et non à Chritiana. En outre, les clones cultivés, de façon préférentielle, à la 5ème section se nomment *Fanm pa Bouyi* et *Banbou Salnave.*

Le nouveau concept de centre de conservation de l'agro-biodiversité

Le modèle de Vavilov relatif au centre d'origine (*région indépendante où certaines plantes différentes pour chaque région étaient cultivées pour la première fois*) a été élargi par Harlan avec le concept d'endémisme et de centrisme (centre et non-centre), le tout étant présenté par Quérol qui a publié la liste des 50 principales plantes cultivées dans le monde, avec la patate douce en 9èmeposition par ordre d'importance (17).

Un centre de conservation de l'agro-biodiversité est défini ici *comme un espace agricole collectivement géré de manière indépendante, où du matériel végétal sélectionné est utilisé commercialement et conservé en permanence à des fins de reproduction.* En s'inspirant de la méthode phytogéographique différentielle de Vavilov, il est proposé, pour les raisons ci-après définies, que la 3ème section communale de Dessalines et les 1ère et 2ème sections communales de Petite Rivière de l'Artibonite soient considérées comme un centre de conservation de l'agro-biodiversité de la patate douce en Haïti.

En effet, on trouve, dans cet espace, une concentration contrôlée du clone Ti Savien, la présence des trois clones les plus cultivés sur toute l'étendue du territoire (Ti Savien, Mizè Malere, Salnave) et l'existence de règles locales qui régissent la pureté du clone Ti Savien. Il est bon de noter que dans la littérature haïtienne, Maurice Sixto a immortalisé le plat fétiche de sorgho et de Ti Savien ; tandis que dans la chanson créole le plat traditionnel des gens pauvres (Ti Savien, Pois inconnu, Calalou Gombo) est célébré à titre symbolique. Ti Savien est devenu, de fait, synonyme de patate douce dans la culture populaire. Serait-ce alors un gain de la sélection culturelle ?

Contrairement à beaucoup d'autres terroirs à patate, l'espace proposé comme le centre de conservation de l'agro-biodiversité de la patate douce en Haïti jouit d'un ensemble de conditions favorables à sa vocation : un régime foncier stable, des sols libres de sel, une certaine maitrise de l'eau d'irrigation et un capital social doté d'un savoir et d'un savoir-faire exceptionnels en la matière. Autant de conditions qui favorisent l'émergence de la *couvée*, décrite plus loin, sans laquelle il est impossible, sur le terrain, de garder en vie une banque de gènes, sous forme végétative, de manière permanente. Pour conserver les clones en tant que semences, le paysan n'utilise alors ni chambre froide, ni pots en terre ni culture *in vitro*, comme dans la recherche conventionnelle. Sans le savoir-faire paysan, il aurait fallu importer, sans cesse, de nouveaux clones de patate douce, avec le risque d'instabilité de la production agricole.

La gestion du clone Ti Savien par les paysans

Dans les limites de la 3ème section communale de Dessalines et des 1èreet 2ème sections de Petite Rivière de l'Artibonite, les planteurs de patate cultivent essentiellement le clone Ti Savien. Il semble exister une règle non écrite, respectée de tout le monde, consciemment ou pas, à savoir qu'il faut se garder de cultiver d'autres types de clone dans cet espace. D'un autre coté, les *Madan Sara*, commerçantes agricoles qui achètent directement des producteurs pour revendre aux détaillants et/ou aux consommateurs, exigent que la pureté du clone soit garantie et la "traçabilité" du produit reconnue, notamment pour le clone

Ti Savien. De plus, il existe une technique particulière pour conserver la pureté du clone, c'est la *couvée*.

En effet, dans la vallée de l'Artibonite, le semis pour Ti Savien se fait en Octobre, la récolte a lieu en Février et peut s'échelonner jusqu'au mois de Mai. De Mai à Octobre, on organise la *couvée* en repiquant des boutures présélectionnées (semences de fondation) pour les multiplier deux ou trois fois (boutures de multiplication) avant d'avoir suffisamment de semences (boutures de plantation) pour emblaver une grande superficie. La dernière transplantation de boutures se fait en Septembre afin d'avoir le nombre de boutures nécessaires pour la grande culture en Octobre. La *couvée* s'assimile à une forme de "culture de tissus" en plein champ. Dit autrement, le photopériodisme de Ti Savien (floraison en jours courts), loin d'être un inconvénient, devient un avantage et pour la *couvée* et pour la rotation Patate – Riz – Patate. Une fiche technique du clone Ti Savien est actuellement en préparation.

L'action des grands planteurs de patate douce dans l'Artibonite

Il est difficile de trouver, dans le reste du pays, à part dans la zone dite de conservation de l'agro-biodiversité de la patate, des parcelles de plus d'un hectare, cultivées exclusivement en patate. Ce qui laisse supposer qu'il y a une relation obligée entre la couvée et la superficie des grandes parcelles rencontrées dans le haut de la vallée de l'Artibonite.

Sans la couvée, il eût été impossible d'emblaver, avec des moyens rudimentaires, des superficies aussi grandes en une saison et d'un seul tenant. Dit autrement, il faut de plus en plus de savoir pour gérer des parcelles relativement grandes avec la houe et la machette et sans équipement stratégique en ce qui concerne les biotechnologies.

Le tableau 3 met en lumière la distribution géographique des grandes exploitations de production de patate douce dans la haute vallée de l'Artibonite, là où se trouve localisé le centre de conservation de l'agro-biodiversité de Ti Savien.

Tableau 3. Distribution géographique des grandes parcelles de production de patate douce dans la haute Vallée de l'Artibonite

Zones de production	Nombre d'exploitations	Superficie moyenne (Ha)	Clones dominants
La Chapelle	10	4.0	*MizèMalere*
Verrettes	7	3.0	*Polerès*
Petite Rivière	18	2.0	*Ti Savien*
Dessalines	16	1.0	*Ti Savien*
Total	51	2.5	

Selon ces données, des parcelles de relativement grandes dimensions sont cultivées en patate douce dans le haut de la Vallée de l'Artibonite, allant d'un maximum de 5 Ha à la Chapelle à un minimum de 1 Ha à Dessalines, en tenant en compte des 51 parcelles recensées. A ce sujet, il convient de rappeler qu'au niveau national, sur les 1,3 millions d'exploitations agricoles existantes, 73% accusent une superficie inférieure à un carreau ou 1, 29 Ha (11).

La gestion technique de ces parcelles exige en particulier une maitrise totale de la *couvée*, ce qui témoigne d'un savoir-faire exceptionnel. Quelqu'un qui fait 5 Ha de patate douce doit manipuler pas moins de 250 000 boutures.

Les données actuellement disponibles sont insuffisantes pour expliquer la forte présence du clone *Polerès* aux Verrettes. Certains agriculteurs l'expliquent en argumentant que le clone en question s'adapte très bien aux sols lourds de la commune considérée. Par contre, La présence prépondérante de Ti Savien a été confirmée à Petite Rivière et à Dessalines où les conditions pour la couvée paraissent être les meilleures.

L'impact de la culture de la patate sur le développement durable

La culture de la patate douce a un impact positif sur le développement durable, à travers la conservation de l'agro-biodiversité, le développement agricole, la sécurité alimentaire et la résilience aux changements climatiques.

Le nombre élevé de clones en usage, les savoirs et savoir-faire mis en oeuvre pour assurer la longévité des clones et les superficies consacrées à cette culture autorisent à penser que la valorisation et la conservation de l'agro-biodiversité ne sont pas des faits aléatoires. Bien exploité, le fonds de savoir paysan pourrait être un puissant stimulant pour sauvegarder les intérêts des générations futures.

Le rôle joué par la patate dans les rotations et les assolements agricoles, le maintien de l'équilibre interspécifique entre la patate et les racines et tubercules (RT) d'une part, et entre les RT et les céréales (C) d'autre part, suggèrent un rôle important pour la culture de la patate dans les stratégies de développement agricole. En effet, la patate (P) est cultivée dans tous les départements avec des rapports P/RT variant de 0, 17 pour le Centre à 0, 46 pour le Sud.

On pourrait aussi classer les départements en trois catégories sur le plan des superficies cultivées en racines et tubercules et en céréales:

- Ceux qui accusent un rapport RT/C allant de 0,12 à 0,30. Ce sont les grands consommateurs de céréales (l'Artibonite, le Centre, les Nippes. le Sud-Est, le Sud)
- Ceux qui présentent un rapport RT/C compris entre 0,31 et 1,0. Ce sont les départements à diète plus ou moins équilibrée, au regard du rapport susmentionné (l'Ouest, le Nord-Est)
- Ceux qui ont un rapport RT/C variant de 1,1 à 1, 7. Ce sont les

grands consommateurs de racines et tubercules (Le Nord-Ouest, la Grande Anse, le Nord)

Si on admet *que la souveraineté alimentaire peut se définir comme le droit des peuples à une alimentation saine, culturellement acceptable, produite avec des méthodes écologiquement durables selon leur propre système alimentaire,* force est d'admettre que pour y arriver, la voie la plus sure en Haïti est de consommer moins de céréales et plus de racines et tubercules.

Qui planifie l'importance des superficies emblavées en patate, le rapport P/RT et le calendrier des semailles ? Qui collecte, valorise et conserve les clones cultivés ? Qui identifie les mutants et fait la sélection des clones prometteurs? Qui assure la bonne conservation de l'agro-biodiversité ? Dans ce domaine, la "*main invisible"* d'Adam Smith est bien celle du paysan ; mais les élites urbaines continuent d'ignorer les élites paysannes. Il est temps de reconnaitre et de faire reconnaitre les droits de propriété intellectuelle des paysans dans l'agriculture (Victor, comm. Pers).

Toutefois, c'est au niveau de la sécurité alimentaire que les savoirs paysans sont les plus éloquents. L'échelonnement des plantations de patate dans le temps et l'espace et le stockage en plein champ assurent les disponibilités nécessaires durant toute l'année. Ce n'est donc pas un hasard si le Nord-Ouest qui souffre périodiquement de pénuries alimentaires a choisi de cultiver 14 000 Ha de patate (soient 2 fois plus que l'Artibonite et 11 fois plus que les Nippes). Ce n'est point un hasard, non plus, si la Chine, avec une population de 1,4 milliard d'habitants a choisi de fournir 75 % de la production mondiale de patate douce.

Grâce à sa richesse exceptionnelle en matière d'agro-biodiversité, la patate douce se cultive dans les agroécosystèmes les plus variés, tels que ces derniers sont distribués dans les plaines irriguées, les plaines sèches, les montagnes humides et les montagnes sèches. Il y a donc un clone de patate douce adapté à chaque agro-écosystème. Cette plante à tubercule exprime, de ce fait, un niveau élevé de résilience aux changements climatiques, contrairement à beaucoup d'autres cultures.

Section 4. Le partage des bénéfices issus des savoirs et savoir-faire locaux

La République d'Haïti ne dispose pas comme l'Inde ou le Costa Rica, de lois *sui generis* de protection des variétés végétales et des droits des agriculteurs (6, 24). Ce vide juridique alimente l'exclusion des paysans du système socio-économique et finit par bloquer le développement de l'agriculture lui-même. Certes, le pays a signé et/ou ratifié des traités internationaux relatifs à la collecte, la valorisation et la conservation des ressources phytogénétiques mais la mise en œuvre nationale des conventions internationales n'a jamais été une préoccupation nationale. L'activité législative de l'Etat Haïtien étant très limitée à cause de l'instabilité politique, il est suggéré de mettre à profit les sources règlementaires, que ces dernières relèvent du Gouvernement ou des Collectivités Territoriales.

Dans l'état actuel des choses, qu'est-ce qui peut être fait dans l'immédiat, pour que les communautés rurales, voire le centre de conservation de l'agro-biodiversité de la patate douce dans l'Artibonite, puissent bénéficier de *compensations équitables et justes*, en matière de DPI dans l'agriculture ? Comment protéger, exploiter et innover dans ce domaine tout en préservant les acquis en matière de partage traditionnel des savoirs et de la libre circulation des connaissances (9) ?

Certaines démarches seraient actuellement en cours, à l'initiative du Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR), assisté de la FAO, pour faire rédiger un avant-projet de loi sur les semences. Dans l'hypothèse où tout irait bien dans le meilleur des mondes, il faudrait compter, au minimum deux à trois ans, pour avoir une loi *sui generis*, si l'on choisit de régler, une fois pour toutes, la question de l'accès aux ressources génétiques, celle de la distribution des bénéfices associés à l'exploitation de ces ressources (17), celle de la protection des savoirs paysans (10), celle du bio-commerce et celle du paiement pour services environnementaux (26, 25, 3, 13). Sans une approche holistique, en ce qui concerne les droits des paysans, la démarche MARNDR/FAO pourrait ne favoriser que les grandes multinationales de production de semences. Ce danger est d'autant plus grand que l'on évolue dans un cadre où aucun modèle d'agriculture n'est prioritaire (traditionnelle, semi-productiviste, productiviste, biologique ou permaculture).

En attendant, il faudra, par voie règlementaire, reconnaitre aux 1ère et 2ème sections communales de Petite Rivière de l'Artibonite et à la 3ème section communale de Dessalines, le statut de zone de conservation de l'agro-biodiversité de la patate douce, organiser la défense de la culture de la patate sur une base permanente, appliquer la loi Lescot qui fait obligation de mélanger la farine de blé et la farine de patate dans la fabrication du pain, d'installer dans la zone sus-indiquée une unité de transformation et de commercialisation de la patate, avec un atelier de conditionnement approprié (lavage, pesage, empaquetage, labelling et valeur ajoutée), tout ceci dans la perspective de mettre en route un projet d'envergure sur la promotion des racines et tubercules d'abord et sur la modernisation de l'agriculture ensuite.

La mise en œuvre des mesures susmentionnées réclame un investissement de moins de cent millions de gourdes et permettra à la république de sauver des centaines de millions de dollars, sans compter l'effet stimulant de la démarche sur le développement rural. La reconnaissance des DPI du planteur viendra couronner le processus en permettant à ce dernier de bénéficier de *compensations équitables et*

justes dans le cadre de la valorisation des savoirs et savoir-faire locaux (6). Des contrats de conservation de l'agro-biodiversité pourraient être conclus avec les planteurs identifiés, catalogués et réhabilités. Cela permettra de dissiper la confusion entre les semences de ferme et les obtentions végétales (matériel végétal issu formellement d'une création de l'esprit).

Il est aussi recommandé de mettre en place un système de financement du crédit et d'assurances agricoles afin de développer les possibilités de faire carrière dans la culture de la patate en particulier et dans l'agriculture en général. La rotation Riz – Patate – Riz sera alors au centre des transactions agricoles tandis que les exploitations concernées participeront dans le programme de développement des entreprises intelligentes, fondées sur l'addition de valeur ajoutée aux diverses filières de production (unités de transformation et agritourisme).

Dans le cadre de cette recherche participative, l'AHDEN (Association Haïtienne de Droit de l'Environnement) a aidé les paysans de l'Artibonite à faire les premiers pas dans le domaine de l'accroissement de la productivité, de l'amélioration de la qualité, de la conservation de l'agro-biodiversité et de la reconnaissance des DPI associés à la culture de la patate douce. La restitution des travaux de recherche ayant été faite aux planteurs concernés, un groupe d'initiative a été créée pour assurer le suivi des recommandations et mettre en place une unité de valorisation de la patate douce.

Les organisations concernées sont conscientes qu'elles doivent lutter pour la défense des droits paysans, conformément à la Déclaration des droits de l'Homme de 1948, la Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples indigènes et la résolution 15/63 de la 12ème session de la conférence de la FAO de 1963. Tout semble indiquer que le renouveau de l'agriculture haïtienne doit passer immanquablement par une approche basée sur le respect des droits des paysans. Il faudra faire vite, car la revanche sociale est incontournable dans une nation fondée sur l'exclusion et les inégalités sociales

Après deux siècles d'exclusion, afin de permettre aux paysans de jouir, aujourd'hui, de l'égalité des chances, il faut avoir recours aux inégalités compensatrices (affirmative action) et à un régime de discrimination positive en octroyant 1% du produit national brut à la conservation de l'agro-biodiversité. On pourrait ainsi concilier la politique semencière et la politique environnementale (7).

Beaucoup de questions agronomiques, anthropologiques, sociologiques, linguistiques et juridiques resteront, malgré tout, sans réponse, en ce qui concerne les savoirs et savoir-faire locaux (4). Puisse la patate douce constituer le sésame des DPI dans l'agriculture haïtienne !

Remerciements
L'auteur remercie vivement l'Avocate Générale, Jennifer Gleason, de Environmental Law Worldwide (ELAW), les agronomes Serge Manéuset Zidor Jackner, l'agriculteur Dantès Heurtelou et tous les autres bénévoles qui ont collaboré activement dans cette activité de recherche participative, réalisée dans le cadre du programme de l'Université d'Etat d'Haïti (UEH) sur les savoirs locaux.

Références bibliographiques

1. Allard R. W. 1967. Principios de la mejoragenetica de las plantas. Traduit de l'anglais par Jose L. Montoya. Ed Omega. Barcelona. 498 p.
2. Bouchoux D. E. 2007. La propriété intellectuelle, le droit des marques, le droit d'auteur, le droit des brevets d'invention et des secrets commerciaux. Nouveaux Horizons. Paris. 426 p.
3. Dawkins K. et Suppan S. 1996. Sterile Fields: The impact of intellectual property rights & trade on biodiversity & food security. Gaïa Foundation. Mexico. 36 p.
4. Dupré G. Ed. 1991. Savoirs paysans et développement. Karthala – Orstom. Paris. 524 p.
5. Food Agricultural Organization (FAO). 2010. La patate douce. Fiche Nº 13. http://www.fao.org/wairdocs.
6. Hardy F. 1970. Edafologia tropical. Herrero Hermanos Sucesores. Mexico. 416 p.
7. Helfer L. R. 2004. Intellectual property rights in plant varieties. FAO. Rome. 104 p.
8. Holdridge L. R. 1978. Ecologia basada en zonas de vida. IICA. San José. 216 p.
9. Hunter D., Salzman J. et Zaelke D. 2001. International environmental law and policy. Foundation Press, New York. 1567 p.
10. INDECOPI *et al*. 1999. Propuesta de regimen de proteccion de los conocimientos de los pueblos indigenas y acceso a los recursos geneticos. El Peruano. Lima. Pp 17492 - 179522
11. Leon J. 1968. Fundamentos botanicos de los cultivos tropicales. IICA. San Jose. 485 p.
12. Marino L. 2013. Droit de la propriété intellectuelle. PUF. Paris. 425 p.
13. Messiaen C. M. 2012. Le potager tropical. 3. Cultures spéciales. PUF. Paris. 567 p.
14. MARNDR. 2008. Programme national de la sécurité alimentaire. Projet GTFS/HAI/018/ITA. Port-au-Prince. Miméo. S.p.
15. MARNDR. 2012. Recensement général de l'agriculture. MARNDR. Port-au-Prince. 10 tomes.
16. Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Ed. 2010. Pago por servicios ambientales. Un mecanismo de financiamento ambiental. USAID y otros. Santo Domingo. S.p..

17.Mugabe J. *et al.* 1996. El manejo del acesso a los recursos geneticos. Biopolitica Internacional. Kenya. 36 p.

18.Oriol M., d'Orfeuil H. R., et Chamayou A. 2014. Innovations locales et développement durable en Haïti. Eds de l'UEH. Port-au -Prince. 422 p.

19.Plaisir A. N. 2014. Caractérisation de 16 cultivars locaux de patate douce (Ipomoeabatatas L.) sur la ferme expérimentale de Damien (Plaine du Cul de Sac). FAAG/UNEPH. Port-au-Prince. Sp.

20.Puytorac P. 2014. L'homme coauteur de l'évolution. QUAE. Paris. 107 p.

21.Quérol D. 1992. Genetic resources. Our forgotten treasure. Third World Network. Penang. 252 p.

22.Tietenberg T. et Lewis L. Economie de l'environnement et développement durable 6ème ed. Nouveaux Horizons. Paris. 390 p.

23.Tymian J.; N'Guessan J. K. et Loukou J.-N. 2003. Dictionnaire Baoulé Français. NEI. Abidjan. 610 p.

24.Université d'Etat d'Haïti (UEH). 2015. Sur la piste des savoirs locaux haïtiens. Chantiers. Port -au-Prince. Vol 1. Nº 2.

25.Victor J. A. 2000. Les droits de propriété intellectuelle dans l'agriculture et l'environnement. Port-au-Prince. S.p. Miméo.

26.Victor J. A. 2009. Considérations éco-juridiques sur l'étude ethnobotanique de Jacques Roumain. Le cas du maïs (Zeamays. L). In Michel Acacia. Révolte, subversion et développement chez Jacques Roumain. Actes du colloque internatiional des 28, 29, et 30 novembre 2007. Ed, UEH. Port-au-Prince. pp 281 – 291

27.Victor J. A. 2015. Les droits de propriété intellectuelle et les savoirs traditionnels en Haïti. Chantiers. Port-au-Prince. Vol (1) 2 : 191 – 204.

28.Victor J. A. 2015. Diagnostic de la situation des droits de l'homme en milieu paysan. GADRU. Port-au-Prince. 3 vol. Miméo.

29.Winter L. 2010. Cultivating farmers rights: reconciling food security, indigenous agriculture and TRIPS. Vanderbilt Journal of Transnational Law. 43(23): 223 – 254

30.World Worldlife Found (WWF). 1998. Des mesures pour maitriser l'accès aux ressources, et assurer le partage des bénéfices qui en découlent. WWF (Fonds Mondial pour la Nature). Gland, Suisse. 82 p.

31.Zazzali J. C. et Muller M. R. eds. 1998. Acceso a recursosgeneticos. Propuestas e instrumentos juridicos. SPDA. Lima. 168 p.

Le Système de Riziculture Intensive (SRI) : Atouts, contraintes et perspectives d'utilisation en Haïti

O. N. Carvil[1], R. P. Tescar[1], P. Duvivier[1]. et N. Jean-Baptiste[2]. [1]Département de Phytotechnie, [2]Département des Ressources Naturelles et Environnement, Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire, Université d'Etat d'Haïti

RESUME

Carvil, O. N., Tescar, R. P., Duvivier P. et Jean-Baptiste N. 2016. Le Système de Riziculture Intensive (SRI) : Atouts, contraintes et perspectives d'utilisation en Haïti. RED 7 (2): 36 - 46

Le riz, depuis un peu plus d'une vingtaine d'années, occupe une place importante dans la diète alimentaire des haïtiens. Les besoins annuels en cette denrée se chiffrent à 450 000 TM contre une production estimée à moins d'un tiers de la demande nationale, soit 130 000 TM/ an. La Vallée de l'Artibonite, principale zone de production de la culture, avec 28 000 hectares de terres irriguées, fournit 75% de la production ; d'autres régions du pays situées dans 7 autres départements géographiques du pays contribuent pour les 25% restant. Dans l'Artibonite, la gestion de l'eau constitue l'une des contraintes majeures auxquelles fait face la culture pratiquée sous régime de parcelles inondées. Dans l'objectif de trouver un régime alternatif, moins gourmand en eau et susceptible de produire de meilleurs rendement, le Système de Riziculture Intensive (SRI) a été introduit, d'abord dans le Nord et le Sud, puis timidement dans l'Artibonite à titre d'essai. Cet article présente le système, ses avantages, ses inconvénients et les controverses y relatives. Il analyse les premiers essais dans le pays, particulièrement dans l'Artibonite où il est l'objet d'activités de recherche collaborative entre la FAMV, l'UC Davis et l'OXFAM-America et définit ce que devrait être le rôle de la recherche dans ce processus d'innovation.

ABSTRACT

Carvil, O. N., Tescar, R. P., Duvivier P. and Jean-Baptiste N. 2016. The Intensive Rice Faming System (SRI) : Assets, constraints and prospects for use in Haiti. RED 7 (2): 36 - 46

Since the last twenty years or so, rice has become a key item in people alimentation in Haiti. The needs for that product are estimated at 450 000 TM annually, compared to a production of 130 000 TM corresponding to less than one third of the total national demand. The Artibonite Valley, main rice cropping area, with 28 000 ha of irrigated lands, provide 75% of the national production while the remaining 25% is filled by seven other geographic departments of the country. Water management is one of the major constraints faced by that crop in the Artibonite Valley. The Intensive Rice Farming System (SRI) was tentatively introduced first in Ferrier (North-East), the Cayes (South) and shyly in the Artibonite Valley in order to find an alternative system, less water demanding than the traditional one. This article presents the system its advantages, disadvantages and controversies. It analyses the first trials conducted in the country, mainly in the Artibonite Valley where it is the object of collaborative research activities between the Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), the University of California-Davis, and the NGO OXFAM America. It defines the role of research in this innovation process.

Introduction

Le riz (*Oryza sativa L.*) entre dans l'alimentation de plus de 2.7 milliards de personnes et constitue, après le Blé (*Triticuum aestivum L subsps aestivum*), la deuxième céréale la plus cultivée dans le monde (19). La Chine et l'Inde contribuent pour plus de 50% de la production mondiale estimée par l'USDA à 474.8 millions TM entre 2013 et 2014 pour une superficie de 160.6 millions d'hectares (31). La culture est particulièrement répandue dans les pays asiatiques, dont l'Inde (plus de 44 millions d'hectares), la Chine, le Bangladesh, le Vietnam et le Sri Lanka (18). Le rendement moyen mondial se situe autour de 4.4 t/ha. Le riz est aussi cultivé dans de nombreux pays du continent américain incluant cinq états des Etats Unis d'Amérique (Arkansas, Louisiane, Californie, Texas, Mississipi), le Brésil, l'Argentine, le Chili, Cuba, la République Dominicaine, Haïti, etc. La Chine constitue le plus grand producteur mondial de cette denrée avec un rendement moyen équivalant à près du double de celui de l'Inde, soit 6.5 t/ha contre 3.4 t/ha pour cette dernière (17). Le riz peut fournir un peu plus de 21% de l'énergie et 15% des protéines per capita dont l'homme a besoin. Il occupe conséquemment, une place importante dans la sécurité alimentaire et constitue la principale source de calories, de Fe, de Ca, de thiamine, de riboflavine et de niacine dans le régime alimentaire de 32 pays dont 17 en Asie et dans le Pacifique, neuf en Amérique Latine et huit en Afrique (10).

En Haïti, le riz s'est progressivement substitué aux autres céréales (maïs, sorgho) et aux racines, tubercules et plantain dans la diète alimentaire. Ce phénomène a commencé à la fin des années 1990, époque où le pays, en vertu de ses accords avec le Fonds Monétaire International en 1994, fut contraint d'adhérer aux principes de la libéralisation du commerce international. Cette libéralisation, condition expresse d'octroi de l'aide économique, s'est exprimée à travers la réduction, voire dans certains cas la suppression des tarifs douaniers. Appliquée sans aucune mesure d'accompagnement, elle eut pour effet pervers de contribuer à l'enrichissement d'une micro-élite commerciale, qui avec l'appui des banques, exerce sur le secteur un monopole indiscuté. Suite à cette politique d'ouverture des marchés, Haïti est aujourd'hui après le Mexique et le Japon, le troisième importateur du riz américain (9). Le faible tarif douanier appliqué à ce produit depuis 1995 (3% contre 35% en 1987) a provoqué le déséquilibre économique d'une production déjà chancelante, doublé de celui culturel lié au changement des habitudes alimentaires d'ailleurs exacerbé par l'aide alimentaire en situation d'urgence et les préjugés contre certains aliments dits traditionnels. Le riz est donc devenu, par la force des choses, le plat principal de l'haïtien. Les prix des principales marques importées sur le marché haïtien (Tchaco, Mega, Lucky) fluctuent au rythme du marché américain tout en maintenant généralement, le taux de change aidant, une tendance à la hausse. Une étude de la Coordination Nationale de la Sécurité Alimentaire a indiqué en 2010, une corrélation de 91% entre les prix des deux pays, de

sorte que toute variation des prix aux USA est transmise presqu'intégralement au marché haïtien (9). Du coup, l'urbanisation, l'aide alimentaire consécutive aux catastrophes naturelles, les préjugés nourris contre des produits comme le maïs (*Zea mays*), la patate douce (*Ipomoea batatas*), l'arbre véritable (*Artocarpus altilis*), considérés comme nourriture des pauvres, ont contribué à changer les habitudes de consommation. Aussi la demande en riz a-t-elle considérablement augmenté et en 2009, le pays a importé 363 905 TM dont un peu plus de 85% en provenance des Etats Unis (USA) et le reste de la Guyane française (2). Aujourd'hui, les besoins de la population se chiffrent à 450 000 TM contre une production locale estimée à 130 000 traduisant théoriquement un déficit de production de plus de 70%. Comme de fait, le riz représente, en cette deuxième décade du 21e siècle, plus de 34% des importations alimentaires totales du pays, contre moins de 20% avant 1987 (2). En réalité, au découragement des producteurs de riz dont les produits se sont trouvés confrontés à une compétition-prix insoutenable, se sont ajoutés d'autres problèmes inhérents aux activités productives dans le contexte agricole haïtien : la qualité incertaine des semences, la rareté de l'eau d'irrigation ou la gestion inefficiente de la ressource, le caractère aléatoire de l'offre des fertilisants. A tout cela viennent s'ajouter la précarité foncière, le manque d'encadrement technique et la pression d'une démographie galopante sur l'appareil de production, le taux de croissance de la population est estimée à 1.4% selon les donnés de la banque Mondiale (35).

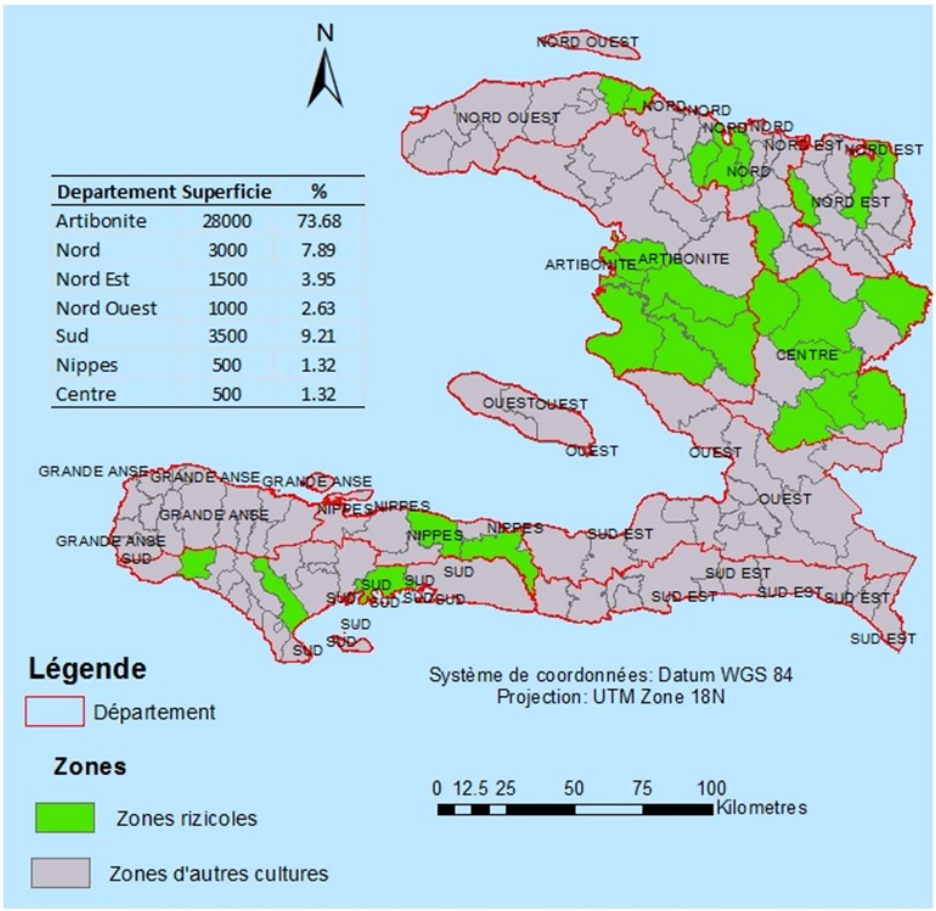


Figure 1. Carte de distribution des zones rizicoles en Haïti (Source Garry Paul. 2005)

Les zones de production du riz en Haïti

En Haïti, la culture du riz est pratiquée dans les plaines irriguées, les zones marécageuses et les montagnes humides. Il constitue la principale culture de la Vallée de l'Artibonite dont 62% des 45 000 ha disponibles sont annuellement emblavés en riz. Cette vallée assure 75% de la production rizicole du pays. La plaine de Maribaroux, dans le Nord-Est, représente la deuxième zone de production avec 19 000 ha irrigables. Outre l'Artibonite et le Nord-Est, Le riz est cultivé dans sept autres départements, le Nord, le Nord-Ouest, les Nippes, l'Ouest, le Sud, le Plateau Central, la Grand'Anse, sur des superficies variant de 500 à 4 000 ha (Figure 1).

Dans la Vallée de l'Artibonite, la filière riz représente la principale activité de plus de 90 000 familles dont 52 000 exploitations rizicoles (34). La culture y est pratiquée pendant une saison pluvieuse, connue aussi comme la grande saison qui débute en mars et une saison sèche qui commence entre novembre et décembre et correspond à la saison sèche. Le rendement moyen y est de 2.4 t/ha, soit à peu près la moitié de la moyenne mondiale. Toutefois, d'importants efforts ont été déployés par le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR) en vue d'intensifier l'encadrement des agriculteurs à travers la subvention des fertilisants chimiques et le renforcement du parc d'engins agricoles (tracteurs, motoculteurs) de l'Organisme de Développement de la Vallée de l'Artibonite (ODVA). Les travaux du Projet d'Intensification de l'Agriculture (PIA), conduits avec l'appui de la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire de l'Université d'Etat d'Haïti (FAMV/UEH) ont contribué d'une part à rationaliser l'usage des engrais chimiques dans la Vallée et à mieux saisir, d'autre part, l'importance du contrôle des maladies, des insectes et autres pestes dans la conduite de la culture.

Les contraintes liées à la culture du riz en Haïti

En dépit de son importance économique et nutritionnelle, la culture du riz fait face à un ensemble de

contraintes techniques, socio-économiques et agronomiques dont la combinaison explique les faibles performances observées. Dans l'Artibonite, principale zone de production, les riziculteurs sont confrontés aux problèmes de la gestion de l'eau au niveau aussi bien des parcelles que de la Vallée toute entière. La vallée de l'Artibonite est desservie par le fleuve du même nom qui, s'étirant sur une longueur de 320 km, de sa source en République Dominicaine à son embouchure dans le Golf de la Gonâve, est le plus long de l'île. Le réseau d'irrigation de l'Artibonite, a été construit en 1950 pour irriguer 38 000 hectares. Le manque d'entretien des ouvrages conduit souvent à des retards dans les livraisons d'eau aux parcelles en période d'étiage, alors qu'en période pluvieuse ces dernières peuvent être inondées. De plus, la vallée de l'Artibonite se situe dans ses points les plus élevées à environ 3 m au-dessus du niveau de la mer, d'où un sérieux problème de drainage pour certaines parties. Des travaux de réhabilitation de ce réseau ont été entrepris en 2012 à travers la réparation, la consolidation des canaux et la protection des berges. Ils devraient en plus conduire à une expansion des surfaces irriguées et ultérieurement, à une augmentation de la production rizicole dans la vallée.

Le matériel de plantation constitue également une contrainte de taille pour la culture. En effet, les « semences » proviennent généralement des réserves de l'agriculteur ou de ses voisins. Il n'existe en effet aucune structure officielle spécialisée dans la production de semences de riz dans le pays. Cette observation reste d'ailleurs valable pour d'autres cultures où les grains utilisés comme semences sont souvent achetés directement au marché. Les semences en question ne sont soumises à aucun contrôle de qualité quant à la pureté, la viabilité ou le statut sanitaire. Les variétés ou le matériel utilisé comme telles, sont parfois nommées par l'agriculteur qui les a sélectionnées. Il s'agit généralement de semences paysannes, de variétés dites locales, obtenues par sélection massale en fonction de caractères jugés intéressants comme la taille des panicules, la longueur des grains, le niveau de production. Il existe actuellement environ une dizaine de variétés dont TCS-10 introduite à partir de Taïwan, Prosequisa de la République dominicaine, puis viennent les variétés M8, Malaïka, Cica, la Crête un peu plus rare depuis l'épidémie de Pourriture de la gaine (*Sarocladium oryzae et Steneotarsonemus spinki*) en 1998, Prosequisa 4, Juma, Bogapote et 1861 (1).

Il faut noter tout de même que la Vallée de l'Artibonite a pendant un peu plus d'une décennie, à partir de 1972, bénéficié de travaux de recherche issus de la coopération entre l'ODVA et la Mission Technique Agricole Chinoise (MTAC). Ces derniers qui ont porté particulièrement sur l'amélioration végétale, l'amélioration des pratiques culturales et l'intensification des système de culture à base de riz, avaient permis la sélection de variétés sur la base de la productivité, la qualité (longueur de grains, teneur en amidon, goût à la cuisson), la résistance à la verse ou la réponse à la fertilisation azotée. Mais nombre de ces variétés, telles Chianung Sen 8 et 11, Tayshung Yu 184 et 190, avaient été refusées par les agriculteurs car ne répondant pas à leurs critères de préférence. La variété Dawn des USA, désignée sous le nom de Madan Gougousse (MGG) en raison de son introduction en Haïti par l'Ingénieur-Agronome Gustave Ménager dans les années 1970, et la MCI-65 sélectionnée en 1977, résultat des travaux de recherche de la coopération ODVA/ MTAC étaient parmi les plus prisées pour leur valeur commerciale (29). La Direction de la Recherche et de la Formation de l'ODVA a pris la relève sans disposer des ressources de la MTAC, sa contribution demeure modeste. L'établissement et la conservation de germoplasme, la création de nouvelles variétés, la production et la conservation des semences de base restent encore des lacunes à combler pour adresser le problème de l'indisponibilité de semences de qualité contrôlée.

La taille moyenne de la plupart des exploitations agricoles est d'un hectare selon les statistiques de la FAO en 2005. Il s'agit majoritairement de petits exploitants qui, très souvent ne parviennent à mettre en valeur qu'une partie de leurs terres. En effet, le coût élevé de la main d'œuvre salariée et des fertilisants chimiques (bien que très souvent subventionnés), l'absence de crédit, constituent autant de facteurs limitants. De plus, le riziculteur, comme la majorité des agriculteurs haïtiens, doit souvent affronter tout seul les problèmes, en raison de l'insuffisance de l'encadrement technique. Le secteur n'est pas non plus soutenu par un système de recherche et d'innovations efficace destiné à apporter et à expérimenter des solutions appropriées aux problèmes techniques. Les rendements faibles obtenus, généralement en dessous de la moyenne mondiale, devraient être adressés, l'introduction de semences de qualité adaptée aux conditions de cultures devrait être encouragée. La nécessité de fixer les variétés ou le matériel végétal utilisé ou considéré comme telle est d'une grande importance. Des structures spécialisées dans la recherche sur certaines cultures dites stratégiques, comme le riz, les bananes et plantains, le maïs et le haricot devraient être mis en place afin d'adresser les contraintes techniques, améliorer et maintenir les niveaux de production.

Les atouts de la culture du riz en Haïti

La culture présente également quelques atouts, toutefois. En effet, de part la place occupée dans l'alimentation de la population, le riz constitue aujourd'hui une filière stratégique que le gouvernement a le devoir de renforcer. Outre les 90 000 familles vivant de cette culture dans l'Artibonite, on dénombre 40 000 autres dans les autres départements du pays où la culture est

pratiquée. Si, la production actuelle ne couvre que 30 à 40% des besoins, les potentialités existent. En dépit des nombreuses contraintes énumérées, les riziculteurs de l'Artibonite ou d'autres zones irriguées dont les plaines de Maribaroux, de Torbeck ou d'Abraham n'ont pas déserté les rizières. Le gouvernement, via le MARNDR, a manifesté son intérêt à travers le projet d'intensification agricole (PIA) exécuté dans la vallée entre 2003 et 2010. Ce projet devait permettre la réhabilitation de certains petits périmètres irrigués dans la Vallée, renforcer les capacités des organisations ou communautés d'agriculteurs, contribuer à l'intensification de la culture et à la commercialisation des produits. Le riz est la seule culture du pays à pouvoir compter sur l'existence d'un organisme consacré, l'ODVA, doté de ce qui aurait pu ou dû être une station expérimentale active et productive, la Ferme de Maugé.

Un dilemme politique de taille

Le pays aujourd'hui a un défi à relever, augmenter la production de riz pour réduire les importations. Evidemment, tout cela peut paraitre bien candide sur du papier, la vérité, c'est que la situation actuelle, défavorable pour les producteurs de l'Artibonite ou des autres contrées rizicoles, constitue un véritable pactole pour le petit groupe d'importateurs sur le marché de Port-au-Prince. Les importations de riz ont constitué en fait un marché de plus de 200.000.000,00 USD pour l'exercice 2009-2010 (1). Elles représentent aussi un soulagement pour les petites bourses incapables de se payer le riz de l'Artibonite, bien plus cher que celui importé des Etats Unis. Aujourd'hui, en octobre 2016, la livre de riz Mega est de plus de 50% moins cher que celle du riz haïtien, soit 33 Gourdes pour Mega contre 65 Gourdes pour TCS-10 ou 90 Gourdes pour Shelda. D'un autre côté, ces importations contribuent à maintenir une certaine stabilité sociale, toute factice peut-être, qui retarde l'avènement de situations extrêmes, telles les émeutes de la faim d'Avril 2008, ayant entrainé la chute du gouvernement dirigé par l'Ingénieur-Agronome Jacques E. Alexis. Les enjeux sont donc de taille et le dilemme est grand. En effet, augmenter la production tout en gardant les tarifs douaniers actuels, revient à provoquer la décapitalisation des riziculteurs du pays. Augmenter les tarifs douaniers, et du coup assainir le marché concurrentiel, risque d'un coté d'être interprété comme du protectionnisme par l'OMC, et de répression fiscale commerciale par les importateurs locaux. Et c'est sans compter sur la pression des lobbyistes américains, Haïti étant parmi les premiers grands importateurs du riz des USA. Il s'agit hélas d'un combat inégal ou le plus faible demeure le secteur productif, car ne disposant ni de mécanisme de compensation, ni de force de pression suffisante pour faire pencher la balance du coté des intérêts nationaux. Ainsi, dans l'état actuel des choses, relever le niveau de production demeure un exercice bien plus intellectuel, un objectif de technicien, d'Ingénieur-Agronome, de chercheurs plutôt que l'expression d'une volonté politique réelle, profonde tant de la part des dirigeants que de celui des gouvernés, un véritable catch twenty-two.

Le devoir de produire davantage

Toutefois, rien ne peut relever les responsables du secteur, les autorités politiques en général, de leur obligation d'anticiper les lendemains plus sombres que laisse présager une telle situation. Selon les données du recensement de 2003 de l'IHSI, la population Haïtienne sera de 16 Millions en 2050. Le pays, nonobstant les considérations antérieures, devra envisager de produire davantage, car le choix de l'importation ne peut être durable. Le gouvernement a le devoir de prévoir ou de définir des stratégies permettant d'augmenter les productions, car susceptibles de réduire la dépendance vis-à-vis des importations, véritable menace pour la souveraineté alimentaire et source potentielle de déstabilisation sociale. Il importe de travailler à cette augmentation d'abord, tout en prévoyant des mesures politiques susceptibles de redonner sa chance à la production nationale, et envisager peut-être parallèlement un relèvement progressif, même non proportionnel des tarifs. Ceci impliquerait, soit une extension des superficies cultivées, (jusqu'à quelle limite ?), soit une augmentation de la productivité, ou les deux. Dans tous les cas, cela exige une amélioration des conditions de culture, de nouvelles variétés, un meilleur contrôle sur les intrants en termes de disponibilité, des moyens financiers suffisants, un renforcement des organisations d'agriculteurs, l'organisation de la production, la planification de la commercialisation, etc. Les travaux réalisés dans certains pays asiatiques ont montré que les rendements actuels, obtenus dans les systèmes de culture traditionnels, pouvaient être significativement augmentés dans un système alternatif, moins exigeant en eau et éventuellement plus apte à faire face aux changements climatiques annoncés. En effet, pour une culture aussi consommatrice en eau, dans le système traditionnel en tout cas, l'avènement de conditions climatiques extrêmes, principalement dans les phases critiques du développement de la plante, peut réduire significativement les rendements (22). Dans ces conditions la recherche d'un système alternatif, innovant, moins exigeant en ressources aussi limitées que l'eau est un impératif pour les pays confrontés à ces contraintes.

Libéralisation plus politisation de l'appareil de production ajoutées à la réduction de la fertilité des sols, la dégradation des ressources, l'urbanisation des zones de culture, la poussée démographique ; tout cela constitue un cocktail détonnant que l'ouverture des marchés a ralenti sans pour autant le désamorcer. Le spectre des émeutes de la faim est toujours à nos portes. Face au défi de nourrir une population sans cesse croissante, la République devra faire un certain nombre de choix. Ces derniers peuvent aller

dans le sens d'une satisfaction ponctuelle des besoins en augmentant l'offre, d'où qu'elle puisse provenir. La solution la plus simple demeure, bien sûr, les importations déjà facilitées par les bas tarifs douaniers. Mais ce choix, pour peu qu'il convienne à une minorité, a des conséquences négatives malheureusement trop profondes, pour être acceptables sur le long terme. Il implique en effet la dépendance accrue vis-à-vis des importations et de l'aide externe, le démantèlement du système local de production, et à termes une hypothèque « durable » sur la souveraineté alimentaire. D'un autre côté, elle peut aussi faire le choix plus conséquent d'agir sur les moyens de production en améliorant la productivité du travail, du capital et de la terre ; en promouvant des techniques plus efficaces ; en finançant une recherche finalisée orientée vers l'obtention ou l'adaptation de variétés plus productives, la gestion de la fertilité des sols, le contrôle des pestes et maladies, la résistance aux changements climatiques, etc. Un tel choix, bien que techniquement réalisable, n'est pas nécessairement souhaitable politiquement, compte tenu de la vision généralement de court terme des dirigeants.

Aujourd'hui, une double question se pose aux chercheurs et techniciens du riz en Haïti, mais aussi aux décideurs, aux importateurs et autres acteurs de la filière et même aux consommateurs : faut-il vraiment augmenter la production nationale de riz? Ou faut-il continuer à importer, tout en gardant à l'esprit que les moments d'euphorie de la fin des années 1980 ont définitivement vécu ? (baisse des prix du lait, du riz et autres produits alimentaires) dumping ?

Il n'y a malheureusement pas une réponse simple à cette dernière question, car elle est généralement mal posée. Car en fait, il ne s'agit pas de savoir si les importations doivent continuer, mais plutôt de se demander si l'Etat haïtien serait en mesure de relever les tarifs, entravant du coup les mécanismes du libre échange, mais aussi déséquilibrant un marché tout compte fait favorable aux petites bourses, pour le moment du moins.

Les systèmes de riziculture

En Inde, le riz occupant près de 45 millions d'hectares, consomme à lui-seul plus de 70% de l'eau utilisée en agriculture (19). La diminution progressive de cette ressource, due à une gestion irresponsable de l'Homme et aux changements climatiques annoncés, ne manquera pas d'affecter la croissance, le développement et les rendements de la culture. D'un autre côté, la culture de cette céréale, incontournable dans la poursuite de la sécurité alimentaire dans de nombreux pays du globe participe pour plus de 10% des émissions de gaz à effet de serre, particulièrement du méthane (13). Cette situation est liée à la respiration anaérobique des microorganismes se développant dans les rizières inondées. Aussi, la mise au point de pratiques moins exigeantes, permettant de maximiser l'efficience d'utilisation de la ressource eau, de manière à minimiser les impacts des changements climatiques, est-elle particulièrement importante.

Riziculture en sol saturé

Dans ce système, le sol est constamment maintenu humide, aussi proche possible du point de saturation, ce qui réduit la pression hydraulique de l'eau accumulée sur la parcelle et diminue l'infiltration et la percolation. Pour ce faire, une irrigation superficielle est pratiquée de manière à maintenir continuellement sur le sol, une lame d'eau d'environ un cm à la base des plantes (6).

En réduisant les pertes par percolation, ce système permet de réduire de plus de 20 % le volume d'eau appliquée à la parcelle par opposition au système de riz inondé plus couramment pratiqué. Le maintien de la lame d'eau de manière permanente permet également d'assurer le contrôle des mauvaises herbes. Il présente toutefois l'inconvénient de requérir de fréquents apports d'eau, d'où une augmentation de la main-d'œuvre. D'un autre côté, des pertes non significatives de rendement de l'ordre de 6%, par rapport au riz inondé ont été rapportées (5).

Riziculture à irrigation intermittente

Ce système a été mis au point par l'IRRI afin de réduire les émissions de méthane dans les rizières et aussi permettre aux agriculteurs de réaliser des économies d'eau (13). Comme son nom l'indique, il consiste à apporter de l'eau à la parcelle de manière alternée, seulement après qu'elle se soit asséchée, du moins en surface. Les quinze premiers centimètres en dessous de la surface doivent en effet être maintenus humides. L'apparition des premières craquelures à la surface du sol est alors considéré comme un bon indicateur pour ramener l'eau dans la parcelle sous forme d'une mince lame de 5 cm au plus aux pieds des plantes. Le nombre de jours où le sol restera non inondé varie de 1 à 10 en fonction du climat. La parcelle est maintenue inondée une semaine avant et après floraison pour être de nouveau soumise au régime d'alternance. Elle est par la suite totalement drainée environ 2 à 3 semaines avant la récolte (37).

Système de riziculture en aérobie

Certaines variétés développées pour ce système en Chine, en Inde, au Laos et aux Philippines, peuvent croitre en sol non inondé, bien drainé. Elles sont utilisées dans des situations de rareté d'eau et sont relativement résistantes à la sécheresse. Cultivées de manière appropriée, elles donnent des rendements pouvant aller jusqu'à 4 à 6 t/ha. Le système de culture en aérobie rappelle la culture du riz de montagne tout en étant plus productive (7). Il s'applique principalement aux zones de plateau, avec une pluviométrie suffisante pour maintenir l'humidité du sol proche de la capacité au champ et où les agriculteurs ont un accès relativement aisé aux intrants particulièrement, aux fertilisants.

Il peut également convenir aux

zones irriguées, mais où l'accès à l'eau est particulièrement limité par manque d'organisation, ou en raison de l'insuffisance ou l'inefficience des systèmes d'irrigation. Dans ces situations, la parcelle est irriguée pour amener le sol à sa capacité au champ. Il permet ainsi aux agriculteurs de faire face au problème de l'inconsistance ou de la rareté de l'eau d'irrigation. Il présente toutefois l'inconvénient de favoriser le développement des mauvaises herbes, la multiplication des nématodes et les infestations par *Rhopalosiphum rufiabdominalis* (Sasaki), aphide s'attaquant aux racines de la plante (7).

Le système de riziculture intensive

Le Système de Riziculture Intensive (SRI) a été mis au point à Madagascar, par Henry de Laulanié en 1983 (27). Il représente comme le souligne Uphoff, une innovation de la société civile. Le SRI n'est en effet né ni en laboratoire, ni dans des stations expérimentales. Les méthodes et pratiques mises en œuvre dans l'application de la technologie sont issues d'observations empiriques des systèmes traditionnels. Les scientifiques récupéreront plus tard la méthode pour expliquer, rationaliser, améliorer, et codifier le système. En fait, le SRI repose sur quatre principes simples: a) le riz n'est pas une espèce aquatique mais requiert de préférence des apports alternés d'eau ; b) le repiquage précoce augmente le tallage; c) la gestion de la fertilité du sol est essentielle à une bonne récolte ; d) la réduction de la densité favorise la croissance et le développement de la plante. Aujourd'hui, le SRI est présenté comme une méthode agro-écologique, climato-intelligent d'amélioration de la productivité du riz à travers une gestion plus rationnelle du végétal, du sol, de l'eau et des éléments nutritifs (8).

Ainsi, plus qu'une innovation technologique, le SRI représente un véritable changement de paradigme dans la culture du riz et peut être dans la pratique de l'agriculture en général. En effet, le concept "Système de Culture Intégré" est né quelques 10 à 15 ans plus tard, avec pratiquement les mêmes principes : la réduction des intrants extérieurs à l'exploitation, l'utilisation rationnelle de l'eau, la gestion de la fertilité des sols, la prise en compte des paramètres agronomiques des cultures (3).

Les avantages du SRI

La lutte contre la faim dans le monde en général et le défi posé par l'insécurité alimentaire dans certains pays du Sud en particulier imposent certainement aux gouvernements des choix de politiques orientés vers une augmentation des productions. Leur mise en œuvre impliquait, pour plus de trois décennies à compter des années 1960, l'expansion des surfaces cultivées à travers la mécanisation et l'intensification de l'irrigation, l'utilisation massive d'intrants et l'emploi de variétés à haut rendement. Mais, ces pratiques ont très vite montré leurs limites et les préoccupations environnementales actuelles les rendent de moins en moins attrayantes. La mise au point de technologies innovantes, capable à un moindre coût social, économique et environnemental, d'augmenter la productivité est un impératif qui s'impose tant aux chercheurs qu'aux praticiens du secteur agricole. L'adoption de système de culture reposant sur une gestion efficace et efficiente des ressources naturelles disponibles, tel le SRI pourrait être une alternative valable pour faire face aux problèmes de production.

Ce système repose fondamentalement sur trois piliers: le repiquage précoce de plantes saines, la réduction de la densité et la gestion parcimonieuse de l'eau d'irrigation (3). Adopté dans près d'une cinquantaine de pays, le SRI a été rapporté comme capable d'augmenter la productivité de 20 à 100% par rapport aux systèmes traditionnels. Des essais réalisés en Inde, ont montré que la consommation en eau y est 40% moindre que dans les systèmes traditionnels. Cette diminution assez significative s'expliquerait par la réduction de la fréquence d'irrigation, l'alternance des périodes d'entrée et de retrait de l'eau dans les parcelles (8, 23). D'un autre côté, le SRI serait plus rentable financièrement, il nécessiterait 10 à 15 fois moins de semence à l'unité de surface, permettrait de réduire les dépenses encourues à la pépinière en diminuant drastiquement le nombre de jours et éviterait les dépenses liées aux intrants chimiques (15). Sous les conditions de culture définies dans le SRI, il a été démontré que la plante a un plus grand développement racinaire, ce qui augmente ses capacités de mobiliser les éléments nutritifs du sol. Cela se traduit par un plus grand nombre de talles productifs et explique les augmentations substantielles de rendements rapportées. Ce développement racinaire augmenterait également la vigueur des plantes et expliquerait ainsi la résistance à la verse provoquée par le vent et les inondations (29). D'une manière générale, les plantes élevées dans le SRI seraient capables de résister à la plupart des causes biotiques et abiotiques de stress.

Ce système permettrait globalement de réduire de manière drastique les risques agronomiques et financiers auxquels les riziculteurs sont généralement confrontés (31, 18). Un autre avantage non négligeable du système se retrouve au niveau de son impact sur les sols. En effet, la pratique du SRI contribue à améliorer l'aération du sol tout en l'enrichissant en matière organique. La plupart des microorganismes du sol se développent mieux et sont plus efficients dans les conditions d'aérobie entretenues dans le SRI. Conséquemment, le rythme de décomposition et de minéralisation de la matière organique devient plus grand, rendant ainsi disponible pour la plante l'azote assimilable. De même, il a été rapporté que le riz croissant dans les conditions du SRI aurait exhibé une plus grande diversité au niveau des populations de mycorhizes arbusculaires (32). Enfin, la culture du riz contribue à l'augmentation des gaz à effet de serre, notamment par ses émissions

de CH_4. Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, les rizières contribueraient pour 20 à 40% des émissions totales de CH_4 soit 60 millions de tonnes. La pratique du SRI permettrait de réduire considérablement ces émissions (38). Selon des travaux réalisés au Népal, le volume de CH4 mesuré dans les parcelles conduites en SRI serait 4 fois moins important que dans les systèmes traditionnels (17).

Le SRI n'a toutefois pas que des avantages, le travail intensif requis tant dans la transplantation que dans les opérations de désherbage est une contrainte majeur à l'adoption de la technologie. De plus, l'invasion de la parcelle par les mauvaises herbes constitue une constante menace, le sol n'étant pas recouvert d'eau pour de longue période. Le système est aussi peu applicable dans des sols pauvres en matière organique ou dans les écosystèmes où la disponibilité de l'eau est particulièrement aléatoire (18). La nécessité de bien aplanir le sol pour éviter l'accumulation d'eau en des endroits de la parcelle, le repiquage brin par brin plutôt délicat de très jeunes plants, la gestion stricte de l'eau, sont autant de limitations à l'extension de la pratique du SRI.

SRI une controverse encore vive

L'adoption de la technologie reste encore faible en raison soit de la résistance naturelle au changement soit de la méfiance même des scientifiques peu enclins, pour des raisons compréhensibles, à valider une technologie non encore éprouvée par la recherche. Le système, comme dit antérieurement, est né non point des résultats de travaux scientifiques, mais plutôt des observations empiriques de praticiens. Pour certains chercheurs, il s'agit tout simplement de simples observations de terrain qui ont besoin d'être confirmées. Saint Clair et Cassman utilisent un jeu de mot (UFO) Unconfirmed Field Observations (en référence à Unidentified Flying Object) pour désigner ce qui à leurs yeux constituerait bien plus un mirage que la réalité. Très justement, ils plaident pour une approche scientifique et une évaluation critique qui ont manqué dans les travaux réalisés à date sur le SRI (26). De même Sheey *et al.* ont montré, à travers des essais réalisés dans trois différents sites en Chine, qu'aucune différence significative n'avait été relevée entre le SRI et les systèmes conventionnels testés (26). Ces auteurs rappellent que le rendement maximum d'une culture est en fait le résultat de la combinaison entre le milieu, le génome et le système de gestion ou pratiques culturales employées. Dans le cas du SRI, les rendements rapportés sont plus ou moins le double de ce qui est matériellement possible sur la base de l'énergie disponible pour supporter la croissance de la plante (25). Ainsi, bien que mis au point depuis plus de trente ans, les travaux scientifiques sur le système sont relativement récents, les résultats ont été présentés dans des conférences, mais ont rarement fait l'objet de publication dans des revues à comité de lecture. Il leur manque donc la légitimité scientifique conférée par la révision des pairs.

Le SRI en Haïti

Mis au point à Madagascar, le Système de Riziculture Intensive s'est assez vite répandu dans la plupart des pays d'Afrique et d'Asie grâce aux travaux de Uphoff, qui dès 1995 a cherché à en assurer la promotion (31). Aujourd'hui, des riziculteurs d'un peu plus de 30 pays utilisent cette technologie pour produire leurs récoltes. En Haïti, bien que le SRI soit connu depuis 2004, les premiers essais en champs n'ont été mis en place qu'en 2010. En effet, dès juin 2010, des sessions de formation sur la pratique du SRI ont été organisées aux Cayes (Sud), à Ferrier (Nord-Est) et à Verrettes (Artibonite). Elles avaient été réalisées au profit de groupes de fermiers et de techniciens, en vue de les initier à la technologie, de leur démontrer ses avantages et de parvenir à en favoriser l'adoption et plus tard l'extension dans les régions ciblées. Cette initiative supportée par la Better U Foundation avec l'appui technique de la SRI International Network and Resources Center (SRI-Rice) à Cornell University, avait en plus bénéficié de l'apport de plusieurs organisations dont le Centre de Formation Levèque, l'Oxfam Intermon, le Mennonite Central Committee, l'ODVA, etc. A la suite de ces formations, des parcelles conduites selon les principes du SRI ont été établies aux Cayes, à Ferrier, Verrettes, Désarmes, Acajou et Pandiassou.

La même année, le projet Watershed Initiative for National Natural Environmental Resources (WINNER), financé par l'USAID, s'était lancé dans une entreprise similaire dans la Plaine du Cul-de-Sac (Ouest), aux Gonaïves (Artibonite) et à Mirebalais (Centre). WINNER avait alors établi des parcelles de démonstration aussi bien en juin qu'en septembre 2010 avec l'objectif d'intervenir tout le long de la chaine des valeurs, de la sélection des semences à la commercialisation du produit. Le succès rapporté par ces premières tentatives portera le projet à promouvoir la technologie dans toutes ses aires d'intervention. Les années suivantes verront s'étendre les parcelles SRI de WINNER à d'autres régions du pays, notamment en certains points de la Plaine de l'Arcahaie et de la Côte des Arcadins.

Le premier colloque national sur le Système de Riziculture Intensif en Haïti a eu lieu en mars 2011 à l'initiative du projet WINNER et de la Better U Foundation sous l'égide du MARNDR. Une étude destinée à documenter et analyser l'impact du SRI sur les ménages dans le département de l'Artibonite, est en cours de réalisation. Financée par l'USAID, elle implique la collaboration de University of California - Davis, la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire de l'Université d'Etat d'Haïti (FAMV/UEH) et Oxfam America. Les résultats devraient permettre aux parties prenantes (organismes de développement, centre de recherche, universités, décideurs politiques) de définir les méthodes et stratégies les plus

aptes à assurer la promotion et à faciliter l'adoption du SRI particulièrement dans l'Artibonite.

D'autres acteurs du développement, IF Foundation, Oxfam avec l'appui de Buddhist Global Relief, World Hunger Relief se sont investis dans la promotion du SRI sur le territoire national. Les résultats à terme de ces louables efforts ont de beaucoup alimenté les grands titres de la presse locale et internationale ; toutefois, leurs effets sur les marchés tardent encore à se manifester. Un rapport de l'USDA sorti en novembre 2013 soulignait une relance de la production de riz dans le pays, qui en 2013/14 devait atteindre 142 000 TM de paddy pour une superficie de 85 000 hectares emblavés. Le rapport rappelle qu'Haïti a importé 415 000 TM de riz en 2012 dont près de 97% des USA (38).

Travaux réalisés et en cours

Depuis les premiers essais et parcelles de démonstration établis en 2010 à l'initiative de WINNER, Better U Foundation et ses partenaires, l'intérêt pour le SRI s'est régulièrement accru. Dès 2011, de nouveaux acteurs ont rejoint cet effort ; World Hunger Relief, en 2012 puis 2013, a conduit des essais pour démontrer la valeur du SRI et l'applicabilité de cette technologie à Ferrier (Nord-Est). Dans ces essais, l'une des principales contraintes semble être le poids de la main d'œuvre nécessaire dans le système. Les activités de formation et de promotion de la technique ont continué et des Organisations telles Oxfam America, IF Foundation, le projet Feed The Future de l'USAID auraient formé de nombreux riziculteurs dans divers départements du pays, notamment l'Artibonite, le Sud, le Nord, le Nord -Est et le Centre. Toujours selon les rapports, nombre de planteurs auraient adopté ce système et bénéficieraient d'améliorations significatives de leurs revenus liés à la culture.

Les travaux conduits selon des protocoles scientifiques rigoureux n'ont débuté que vers 2011. Ils se sont poursuivis en 2013 avec la recherche d'ailleurs en cours sur l'impact du SRI sur les ménages dans la Vallée de l'Artibonite. Cette étude qui participe d'un protocole d'accord entre la UC-Davis, la FAMV/UEH et Oxfam America avec un financement de l'USAID vise à analyser les changements susceptibles d'intervenir dans l'exploitation familiale suite à l'adoption du SRI. Un autre objectif non moins important de l'étude est d'analyser les questions de durabilité ou d'efficacité à terme du SRI.

Des travaux relatifs aux performances technique et financière du SRI, l'adoption du paquet et l'adaptabilité de certaines techniques du SRI aux conditions de riziculture de la Vallée ont été réalisés par la FAMV/UEH entre 2011 et 2012. Les résultats de ces travaux ont confirmé les augmentations de rendement par rapport au système de riziculture traditionnel (SRT). En effet, dans les essais comparatifs mis en place avec la variété TCS-10, des rendements de 6 T/ha ont été enregistrés dans les parcelles SRI contre 3,5 T/ha dans les parcelles SRT. Par contre, les charges de production ont été plus élevées en raison notamment du plus grand nombre de sarclages requis en SRI par rapport au SRT. Toutefois, la marge de profit reste meilleure, le taux de rentabilité calculé en SRI est de loin supérieur à celui trouvé en SRT. Un autre avantage du SRI mis en évidence par ces recherches est la diminution de la susceptibilité à la verse des plantes en raison d'un meilleur développement racinaire (Tescar *et al.*, Comm. Pers).

D'autres travaux sur l'adaptation du SRI aux conditions de la riziculture haïtienne sont en cours d'exécution. Il s'agit de voir comment limiter la croissance des mauvaises herbes et du coup ramener le nombre de sarclages réalisé à celui fait en SRT. Au moment de la rédaction de cet article deux séries d'essais multi locaux sont en cours de réalisation. L'une sur la détermination d'une densité de repiquage qui limiterait la croissance des mauvaises herbes ; donc le nombre de sarclages et l'autre sur la détermination de l'âge optimal au repiquage susceptible de favoriser une croissance vigoureuse et un tallage maximum. Une étude sur la détermination des facteurs pouvant influencer l'adoption des techniques du SRI dans la vallée de l'Artibonite est également en cours.

Le SRI dans la Vallée de l'Artibonite

En réalité, en dépit de toute la publicité faite autour de la question, le SRI reste relativement peu connu des agriculteurs de la principale zone rizicole du pays. Ce n'est en effet pas dans cette région du pays que les investissements les plus importants pour la promotion de ce système ont été consentis. Le projet WINNER qui disposait des moyens financiers les plus importants ne pouvait intervenir que dans la zone qui lui était dévolue, le corridor Matheux. Dans l'Artibonite, où les innovations en riziculture sont les plus attendues, la promotion du SRI est restée déficiente, sectorielle, assurée par des projets auprès d'organisations de planteurs collaborant avec eux. Ainsi, certains agriculteurs ont bénéficié de cette innovation soit parce qu'ils ont été invités à des séances de formation, soit parce qu'ils sont membres actifs d'associations ayant reçu un appui technique ou financier pour faire appliquer le système. Ces bénéficiaires restent par contre méfiants. Sur une année, ils emblaveront une partie de leurs terres selon la méthode SRI et la plus grande partie sera consacrée aux pratiques traditionnelles.

Bien que le MARNDR, apparemment acquis à cette nouvelle technologie, ait officiellement patronné le premier colloque national sur le SRI en 2011, peu d'effort a été fait du côté du secteur public pour en supporter l'introduction dans la vallée. A l'ouverture de cet évènement, le Directeur Général du MARNDR de l'heure avait déclaré : « l'ancienne méthode de production du riz n'a pas donné les résultats escomptés ». A la fermeture, le ministre de l'agriculture d'alors fit le vœu que "les discussions soulevées autour du SRI

contribuent à enrichir la démarche jusqu'ici utilisée par le gouvernement haïtien pour accroitre la production agricole, notamment au niveau de la filière rizicole, qui est une filière alimentaire stratégique pour le pays … (sic) ". Les actions n'ont toutefois pas suivi et le SRI, présenté comme une alternative prometteuse, est resté l'apanage d'un petit nombre au lieu d'être largement diffusé dans les zones rizicoles effectives. Il demeure entendu que cette diffusion ne pouvait se faire qu'après que le système ait vraiment fait ses preuves. En effet, le SRI a ses avantages certes, mais elle a également ses propres exigences. Il requiert des sols bien drainés, la fertilisation est surtout organique et le contrôle ou la maitrise de l'eau est un impératif incontournable. D'où la nécessité de tester un peu plus le modèle et d'en étudier l'adaptabilité aux conditions de culture de la vallée.

L'appropriation des techniques du SRI

Le paquet SRI a été introduit, essayé et vulgarisé tel qu'il a été défini au Madagascar sans évaluation des techniques ni une étude de leur adaptabilité aux conditions de culture de la Vallée de l'Artibonite. Les études en cours sur les facteurs pouvant influencer son adoption laissent entrevoir que les agriculteurs ont bien compris les différentes composantes du paquet sans être prêts pour autant à l'adopter dans son intégralité. Aussi, y introduisent-ils des modifications en rapport aux contraintes présentes dans leur milieu.

Les agriculteurs respectent tous les prescrits du SRI en pépinière. Ils procèdent au tri des semences, apportent du fumier et transplantent les plantules âgées de 8 à 12 jours. Pour la préparation de sol, ils font le labourage, le hersage, l'endiguement, le nivellement et le tracé. Par contre, ils apportent rarement du fumier, cette ressource n'étant pas disponible en quantité suffisante, et appliquent en contrepartie la moitié de la dose de fertilisant chimique utilisé généralement en SRT. Le repiquage est réalisé tel qu'indiqué dans le SRI. Toutefois, ayant compris que le cycle irrigation-drainage conseillé dans le SRI favorise l'enherbement, ils irriguent et drainent les parcelles selon leurs anciennes pratiques de manière à assurer un contrôle plus effectif des mauvaises herbes et par ainsi réduire le nombre de sarclages.

Contraintes à l'adoption du SRI dans l'Artibonite

Le SRI est assez attrayant pour les riziculteurs qui en ont connaissance. Cependant, il existe certaines contraintes à son adoption et expansion dans toute la Vallée de l'Artibonite. Ces contraintes sont liées à l'environnement des parcelles, à la planification de la campagne de production, à la disponibilité des intrants, à la longueur du cycle de production, à la qualité de la main d'œuvre agricole et au financement de la production.

L'environnement global des parcelles est très important pour leur conduite en SRI. Une bonne partie des terres rizicoles de la vallée ne sont pas drainées. Sur ces parcelles, il est impossible dans les conditions actuelles d'assurer une gestion effective de l'eau d'irrigation. Le positionnement des parcelles est tout aussi important. En effet, les parcelles situées en aval d'autres conduites en SRT peuvent difficilement être conduites en SRI en particulier en raison du cycle humidification-assèchement difficile à observer sur ces parcelles.

Après le repiquage, en cas d'inondation le risque de perdre des plantules repiquées en conditions de SRI est beaucoup plus élevé. Dans ces conditions, le bourgeon terminal d'une plantule dépasse à peine 3 à 5 centimètres du sol. La lame d'eau dépassant cette hauteur demeurant sur la parcelle pendant plusieurs jours recouvre systématiquement les plantules et peut en entrainer la mort.

L'un des problèmes auxquels l'adoption du SRI fait face est celui de la planification de la campagne agricole. En effet, il n'y a pas d'entité qui donne le signal du démarrage des campagnes de production. Dans la vallée, les machines nécessaires à faire le labourage sont en quantité limitée. Souvent les dates de repiquage sont liées à la disponibilité de ces machines. Il est à noter que les parcelles conduites en SRI doivent être bien drainées, le labour doit être profond en vue de faciliter la reprise des plantules, la croissance des racines et le contrôle des mauvaises herbes. Les sols des rizières doivent être préparés pour recevoir les plantules à temps et les intrants doivent être disponibles. Ces conditions sont difficilement réunies dans la vallée de l'Artibonite. La fertilisation organique prônée en SRI est difficile à observer en raison de la rareté du compost dans la vallée. Les agriculteurs compensent généralement avec les fertilisants chimiques qui, eux non plus, ne sont pas toujours disponibles à temps.

La planification est d'autant plus importante qu'elle doit permettre de faire le découpage de l'espace rizicole et déterminer dans quelle partie des terres seront établies les parcelles conduites en SRI. Car dans les parcelles en SRI, le cycle repiquage-récolte est plus long. En effet, la transplantation a lieu seulement 8 jours après semis en pépinière contre 30 dans le SRT, les plantules transplantées sont plus jeunes et mettent conséquemment plus de temps pour compléter leur cycle. De sorte qu'il se pose toujours un problème de synchronisation entre les parcelles SRT et celles conduites en SRI. Si les parcelles SRI sont mises en place avant les parcelles SRT, elles se font ravager par les animaux laissés en liberté dans la zone jusqu'à la période traditionnelle de repiquage. D'un autre côté, si les parcelles sont mises en place au même moment, celles en SRI resteront seules au champ après la récolte des SRT et constitueront de fait les seules ressources alimentaires pour les insectes et autres ravageurs.

La conduite des parcelles en SRI nécessite plus de rigueur que celle

conduites en SRT. En effet, les agriculteurs sont obligés de passer plus de temps dans la mise en place, le suivi et l'entretien de ces parcelles. Comme le repiquage est fait à la main, il est nécessaire de procéder au tracé de la parcelle pour pouvoir respecter les distances de repiquage ; opération qui d'habitude n'est pas réalisé en situation de riziculture traditionnelle. En SRI, les agriculteurs font plus de sarclages. Ils ont besoin d'amener l'eau d'irrigation sur la parcelle mais aussi de drainer plusieurs fois à l'opposé des parcelles conduites en SRT où l'eau stagne presqu'en permanence. Le surplus de temps passé sur les parcelles SRI peut, suivant le cas, entrer en conflit avec le temps nécessaire à l'agriculteur pour mener d'autres activités essentielles à la vie du ménage ou compromettre son temps de loisir à partager avec la famille. De plus, certaines opérations conduites en SRI nécessitent une main d'œuvre plus ou moins qualifiée par comparaison au SRT. Le repiquage en particulier requiert un niveau de précision, un sens de la mesure qui ne se retrouvent pas toujours chez les ouvriers agricoles de la vallée. Ceci vaut également pour le premier sarclage qui doit être très minutieux pour éviter d'arracher les plantules. Ces qualifications ne sont pas exigées en SRT puisque les plantules sont repiquées un peu partout et par touffe bien visible.

Sur les parcelles conduites en SRI, la multiplication et la croissance des mauvaises herbes est accélérée par rapport aux parcelles SRT car le drainage fait en SRI ne facilite pas seulement l'aération du sol pour favoriser le tallage, mais facilite aussi la croissance des adventices qui en SRT est inhibée par la lame d'eau stagnant sur la parcelle. Ainsi, contrairement au SRT, l'agriculteur qui pratique le SRI a besoin de plus de cash flow pour assurer l'entretien de sa parcelle.

Rôle de la recherche

Comme toute innovation, le SRI demeure une technologie à améliorer, sinon dans certaines circonstances à valider. En effet, l'enthousiasme des uns, face à une pratique prometteuse est légitimement balancé par la prudence et la parcimonie de ceux plus enclins à mettre les observations empiriques à l'épreuve de la méthode scientifique. En réalité, l'opposition entre partisans et détracteurs du SRI est emblématique de la différence entre une recherche pure ligne, tournée vers la publication dans les revues à comité de lecture et la recherche-développement plus encline à la mobilisation rapide des connaissances pour résoudre des problèmes ponctuels. Toutefois, c'est un fait, le SRI devra être mieux exploré et ses bases théoriques établies en accord avec la physiologie de l'espèce, les écosystèmes d'implantation, les pratiques de gestion appliquées et surtout applicables. Le rôle de la recherche, dans un pays confronté au cuisant problème de l'insécurité alimentaire, est justement de parvenir à établir ces bases ; à vérifier la durabilité du système et tester sa reproductibilité. Toutes les variétés sont-elles souhaitables pour le SRI ? Quel niveau minimum de fertilité des sols, convient-il au SRI et comment en assurer la gestion ? Quelles sont les limites du système ? Quelles sont les bonnes pratiques à mettre en œuvre pour garantir, sur une base durable, les rendements jusque là rapportés ? Comment adapter le système aux conditions de culture, les types de sol, la disponibilité de l'eau ? Quel est le comportement des variétés élevées dans ce système vis-à-vis des causes biotiques et abiotiques de stress chez le riz ? Comment réduire le nombre de sarclages dans les parcelles ou en faciliter la réalisation à un coût moindre ? Comment, le système une fois testé et codifié, en faciliter l'appropriation par les utilisateurs potentiels ? La recherche devra donc répondre à ces questions et bien d'autres encore, s'assurer et assurer qu'il ne s'agit pas d'un miroir aux alouettes, traiter avec objectivité les résultats et en promouvoir, si nécessaire, la diffusion.

Références bibliographiques

1. Anonyme. 2012. Etude de la filière Riz en Haïti. Rapport de consultation. CG Consulting, Bureau de l'IICA, Petion-Ville, Haïti. 47p.
2. Anonyme. 2013. Système de Riziculture Intensive (SRI), Adaptation au changement climatique et sécurité alimentaire, Editorial. AGRIDAPE 29(1) : 4 – 7
3. Binju A., Hailu A., Tareke B., Sue E., Biksham G., Ram B. K., Yang S. K., Debashish S., Asif S., Erika S., Norman U. and Anil V. 2014. The system of crop intensification: reports from the field on improving agricultural production, food security, and resilience to climate change for multiple crops. Agriculture & Food Security 2014, (3):4
4. Bony J. B. 2005. Libéralisation commerciale et production agricole en le cas du riz en Haïti. EADI Working Group. 25p.
5. Bouman B. and Tuong T. P. 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated rice. Agric. Water Manage. 49:11-30
6. Bouman B., Lompayan R. M., and Toung T. P. 2007. Coping with scarcity. In Water management in irrigated rice. IRRI, Los Baños , Philippines. 59p.
7. Bouman, B. et Aureus, M. 2009. Every drop counts. Rice Today 8 (3) :16-19
8. CIIFAD. 2012. SRI-Rice, Annual Report July, 2011-July, 2012. System of Rice Intensification International Network and Resource Centre, Cornell University, USA, pp 34.
9. CNSA. 2010. Etude de l'impact potentiel de l'instabilité des prix internationaux sur les marchés haïtiens. Coordination Nationale de la Sécurité, Port-au-Prince, Haïti. 12p.
10. FAO. 2004. Riz et alimentation humaine. FAO Food and Nutrition Division, Rome

11.Paul G. 2005. Identification de créneaux potentiels dans les filières haïtiennes. Filières céréales riz, maïs, Sorgho. Rapport.

12.Gilles D. 2006. Rapport sur l'état et les perspectives de l'agriculture et du monde rural en Haïti, in ETUDE DES FILIÈRES AGRICOLES HAITIENNES. Bureau de l'IICA en Haïti 38P.

13.IRRI. 2002. Potential of water saving technologies in Rice Production: An inventory and synthesis of options at the farm level. *www.iwmi.cgiar.org › Home › Research Projects*

14.IHSI Recensement de la population et de l'habitat 2003.

15.Jayapalreddy R. and Shenoy N. S. 2013. A Comparative Economic Analysis of Traditional and System of Rice Intensification (SRI) Rice Cultivation Practices in Mahabubnagar District of Andhra Pradesh. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3 (10): 1-3

16.Juliano B. 1994. Le riz dans la nutrition humaine – préparé en collaboration avec l'IRRI. Collection FAO : Alimentation et Nutrition No 26. FAO, Rome. 180p.

17.Karki S. 2010. System of Rice Intensification: An Analysis of Adoption and Potential Environmental Benefits, A Thesis submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in International Environmental Studies. Department of International Environment and Development Studies NORAGRIC Norwegian University of Life Sciences. Ås, Norway pp. 99

18.Kem Raj Dabal. 2014. System of Rice intensification (SRI): A Potential approach to enhance rice producivity and food security. Journal of Forest and Livelihood 12(1):75 – 81

19.Meena M., Patel M. V., DAS, T. and Verma H. P. 2014. Effect of organic and nitrogen levels on growth and yield of Kharif rice (*Oryza sativa* L.) under SRI technique. Agriculture and Sustainable development 2 (1): 39-42

20.Nolot J. M. 2002. Systèmes de grande culture intégrés, principes et outils de conception, conduite et évaluation. Courrier de l'environnement de l'INRA, No 47

21.Norvilus M. et Jean-Baptiste, M. A. M. 2008. Projet « Appui au renforcement de la capacité des caisses du réseau de l'ANACAPH dans la réduction de la pauvreté en Haïti » ANACAPH., 58p.

22.Peng S., Ingram H. T., Neue H. U., Ziska L. H. (Eds). 1996. Climate Change and Rice. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, IRRI Los Baños, Philippines. 373 P.

23.Ramzi A. M. and Kabir H. 2013. Rice Production under Water Management Constraints with SRI Methods in Northeastern Afghanistan. *Taiwan Water Conservancy*, 61(4) :76-85

24.Reddy R.J. and Shenoy N.S. 2013. Impact of SRI Technology on Rice Cultivation and the Cost of Cultivation in Mahabubnagar District of Andhrapradesh. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(8) : 20

25.Stoop W. A., Uphoff N., Kassam A. 2002. A Review of agricultural research issues raised by the System of Rice Intensification from Madagascar: opportunities for improving farming systems for resources poor farmers. Agricultural systems 71:249-274

26.Sheehy J. E., Peng S., Dobermann A., Mitchell P.L., Ferrer A., Yang J., Yingbin Z., Xuhua Z., and Huang J. 2014. Fantastic yields in the system of rice intensification: fact or fallacy? Field Crops Research 88(1): 1-8

27.Sinclair T. R. and Cassman K. G. 2004. Agronomic UFOs? Field Crops Research 88: 9–10.

28.Sushant. 2013. Impact of Climate Change in Eastern Madhya Pradesh, India. *Tropical Conservation Science, Special Issue*, 6 (3):338-364

29.Swaminathan M. S. and Kesavan, P. C. 2012. Agricultural Research in an Era of Climate Change. *Agriculture Research*, 1 (1):3–11

30.Thrin Ton That. 1975. Amelioration de la culture irriguée du riz des petits fermiers. Cas de la Vallée de l'Artibonite en Haïti. Division de la Production Végétale et de la Protection des Plantes, FAO. Rome. 41p.

31.Uphoff N. 2007. Reducing the vulnerability of rural households through agroecological practice: Considering the System of Rice Intensification (SRI). Mondes en Développement, 35:4.

32.Watanarojanaporn N., Boonkerd N., Tittabutr P., Longtonglang A., Young J. P. W. and Tteaumroong N. 2013. Effect of Rice Cultivation Systems on Indigenous Arbuscular Mycorrhizal Fungal Community Structure. *Microbes and Environments*. 28 (3): 316–324.

33.www.franceagrimer.fr /

34.www.knowledgebank.irri.org/ericeproduction/

35.http://donnees.banquemondiale.org//indicateurs/SP.PC

36.http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/hti/index.stm

37.http://www.knowledgebank.irri.org/training/fact-sheets/water-management/saving-water-alternate-wetting-drying-awd

38.http://www.ecoco2.com/blog/2143-produire-plus-de-riz-tout-en-reduisant-les-emissions-de-methane

Le coût économique et écologique de la pratique du brûlis dans l'agriculture haïtienne : Cas des pertes d'azote et de carbone dans les rizières de la Vallée de l'Artibonite

P. Duvivier, D. Joseph[2] et J. S. Antoine[2]. [1]Département de Phytotechnie, Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), Université d'Etat d'Haïti (UEH), [2]Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR)

RESUME

Duvivier P., Joseph D. et Antoine J. S. 2016. Le coût économique et écologique de la pratique du brûlis dans l'agriculture haïtienne : Cas des pertes d'azote et de carbone dans les rizières de la Vallée de l'Artibonite. RED 7 (2) : 47 - 50

Cet article est une révision de littérature analysant le coût économique et écologique de la pratique du brûlis dans l'agriculture haïtienne (cas de la riziculture dans la Vallée de l'Artibonite). Il met en évidence la production de résidus (tiges et feuilles) qui sont brulés et la quantité d'azote consommée pour les produire. Il présente une estimation de l'équivalent en urée et en sulfate d'ammonium de l'azote brûlé ainsi que son coût économique en gourdes. Le coût écologique a été évalué en estimant la quantité de carbone dégagée dans l'atmosphère. En effet, un total de 633 920 tonnes de biomasse de riz, dont 321 778 tonnes de tiges et feuilles, est produit chaque année dans la Vallée de l'Artibonite sur 28 000 ha. La quantité d'azote utilisée pour la production de ces résidus est 1 874 880 kg, soit 4 075 826.09 kg d'urée (90 573.09 sacs de 45 kg) ou 8 928 000.00 kg de sulfate d'ammonium (198 400.00 sacs de 45 kg). Suite à la subvention de 50% par le MARNDR, le prix du sac d'urée a été fixé à 900 gourdes à l'agriculteur et celui du sac de sulfate d'ammonium, à 550 gourdes. Ainsi, les pertes d'azote ont été estimées pour les riziculteurs à 81 516 521.74 gourdes par an si tout l'engrais utilisé était l'urée et à 109 120 000.00 gourdes par an si tout l'engrais utilisé était le sulfate d'ammonium, soit 95 318 260.87 gourdes en moyenne (si l'urée et le sulfate d'ammonium representaient chacun 50% de l'engrais azoté utilisé). En ajoutant le coût de la subvention, ces pertes monétaires s'élèvent à 190 636 521.74 gourdes par an pour le pays. Avec une teneur en carbone de 50%, les 321 778 tonnes de résidus brulés correspondent à 160 889 tonnes de carbone, dont 158 154 tonnes émises dans l'atmosphère. Il est recommandé l'arrêt urgent du brûlis des résidus de culture du riz, leur compostage et leur utilisation pour améliorer la fertilité et la qualité des sols et diminuer la facture des engrais chimiques.

Mots clés : brulis, changement climatique, pertes économiques, réchauffement global, résidus de culture du riz

ABSTRACT

Duvivier P., Joseph D. and Antoine J. S. 2016. The economic and ecological cost of the practice of burning in Haitian agriculture: Case of loss of nitrogen and carbon in Paddy fields of the Artibonite Valley. RED 7 (2) : 47 - 50

This paper is a literature review analyzing the economic and environmental costs of the practice of burning in agriculture in Haiti (case of rice in the Artibonite Valley). It highlights the production of residues (stems and leaves) that are burned and the amount of nitrogen consumed to produce them. It shows an estimate of burned nitrogen in urea and ammonium sulphate equivalent as well as its economic cost in gourdes. The ecological cost was evaluated by estimating the amount of carbon released into the atmosphere. Indeed, 633 920 tons of rice biomass including 321 778 tons of stalks and leaves, are produced each year in the Artibonite Valley on 28 000 ha of land. The amount of nitrogen used for the production of residues is 1 874 880 kg. This is 4 075 826.09 kg of urea (90 573.09 bags of 45 kg) or 8 928 000.00 kg of ammonium sulfate (198 400.00 bags of 45 kg). Following a 50% subsidy by the MARNDR, the price of urea bag was set at 900 gourdes to the farmer and the ammonium sulphate bag, to 550 gourdes. Thus, nitrogen losses were estimated for rice farmers to 81 516 521.74 gourdes per year if all the fertilizer used was urea and 109 120 000.00 gourdes per year if all the fertilizer used was ammonium sulphate, this is 95 318 260.87 gourdes in average (if urea and ammonium sulphate represented each one 50% of the fertilizer used). By adding the cost of the subsidy, these monetary losses amount to 190 636 521.74 gourdes per year for the country. With a carbon content of 50%, the 321 778 tons of burned residues correspond to 160 889 tons of carbone, of which 158 154 tons are emitted into the atmosphere. It is recommended to urgently stop burning the rice crop residues, to compost and use them to improve soil fertility and soil quality and reduce the bill for chemical fertilizers.

Keywords : slash and burn, climate change, economic losses, global warming, rice crop residues

Introduction

En sylviculture (exploitation forestière), le terme brûlis fait référence à une portion de forêt incendiée. Cet incendie survient souvent par accident, mais il est parfois provoquée de façon intéressée par des gens qui récupèrent par la suite l'espace pour la production agricole, d'où l'expression « culture sur brûlis » ou « agriculture sur brûlis ». L'agriculture itinérante, consistant à créer une zone éclaircie dans une forêt par abattage des arbres, à brûler la végétation existante et à ensemencer ensuite la parcelle ainsi défrichée, est une forme d'agriculture sur brûlis. Dans les zones de forêts déjà éclaircies et récupérées pour l'agriculture, le brûlis est une portion de champ dont les herbes ont été détruites par le feu (9).

En agriculture, le terme brûlis est aussi utilisé pour faire référence à l'action de brûler les résidus de culture lors de la préparation du sol avant de mettre en place une nouvelle plantation. Détruire les mauvaises herbes par le feu est un moyen rapide de préparer le sol pour la mise en place d'une culture. De plus, les minéraux (en particulier, le potassium) contenus dans les cendres contribuent à la fertilité. Cependant, le sol perd rapidement une partie de son activité microbienne et de sa matière organique, pourtant nécessaires à sa fertilité (5). L'analyse du coût économique et écologique présentée dans cet article concerne le cas de la riziculture dans la Vallée de l'Artibonite où 28 000 ha sont emblavés annuellement.

Le riz en Haïti

Le riz est une culture d'importance en Haïti, il est semé sur 45 000 ha dont plus de 60% dans la Vallée de l'Atibonite. Selon Famine Early Warning Systems Network, il représente 9% de la production alimentaire nationale en termes d'équivalent-céréales (7). Côte-à-côte avec le sorgho représentant 9% aussi, il vient en 5e position après le maïs (27%), le manioc (17%), les bananes (11%) et la patate douce (10%) (6).

La production rizicole haïtienne a été estimée à 142 000 tonnes de paddy en 2012 selon le service agricole étranger du département américain de l'agriculture (10), soit 85 200 tonnes de riz décortiqué (considérant un rendement au décorticage de 60%) représentant 0.02% de la production mondiale estimée à 465 million de tonnes de riz décortiqué sur une superficie totale estimée à 164 million d'hectares (8). Cependant, la consommation de riz en Haïti avoisine 400 000 tonnes par an (1, 6) et représente 0.09% de la production mondiale et 469% de la production nationale (Tableau 1).

Tableau 1. Quelques statistiques de production et de consommation du riz en Haïti

Variable	Riz paddy	Riz décortiqué
Production nationale annuelle (millier de tonnes)	142.00	85.2
Production mondiale annuelle (millier de tonnes)	-	465 000.00
Consommation nationale annuelle (millier de tonnes)	-	400.00
Rapport consommation nationale/production nationale (%)	-	469.00
Rapport consommation nationale/production mondiale (%)	-	0.09
Rapport production nationale/production mondiale (%)	-	0.02

Tableau 2. Production de biomasse (matière sèche) et séquestration de carbone dans les rizières de la Vallée de l'Artibonite*

Variable	Production/ ha/ saison	Production/ ha/ an	Production sur 28 000 ha/an
Biomasse (tonne)	11.32	22.64	633,920.00
Tige et feuilles (tonne) **	5.75	11.49	321,778.00
Carbone dans tiges et feuilles (tonne) ***	2.87	5.75	160,889

* : calculs effectués à partir de données expérimentales de Duvivier *et al.*, 2014 et Duvivier *et al.*, 2015 (comm. pers)
**Les feuilles et les tiges représentent 50.76% de la biomasse;
*** Teneur de la matière organique en carbone : 50%.

La pratique du brûlis dans la riziculture haïtienne

La pratique du brûlis est courante dans la riziculture haïtienne. Les résidus de culture, étant riche en silice, constituent un fourrage peu appétissant pour le bétail. Ils représentent aussi un matériau lent à décomposer, ce qui limite leur utilisation dans le compostage par les agriculteurs. L'agriculture haïtienne étant caractérisée par des exploitations agricoles de petite taille, 0.62 ha en moyenne selon la Coordination Nationale de Sécurité Alimentaire, (3), les superficies des parcelles dans les rizières sont petites. Dans ce contexte, les résidus de culture du riz deviennent un déchet encombrant et sont systématiquement brûlés.

La masse de matière organique brulée dans les rizières de la vallée de l'Artibonite

Au terme d'une étude réalisée sur trois phénotypes de riz (variété Crête-à-Pierrot (CAP), variété TCS-10 et Lignée L1)), des Agronomes de la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV) de l'Université d'Etat d'Haïti (UEH) et du Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR) ont rapporté une production de biomasse de 11.32 t/ha de matière sèche pour une saison (4) (Tableau 2). De ces 11.32 tonnes, les graines représentent 4.63 tonnes (41.53%) ; les feuilles, 2.97 tonnes (26.62%) ; les tiges, 2.67 tonnes (24.14%) ; les racines, 0.86 tonne (7.7%). Considérant que les agriculteurs font deux récoltes de riz par an sur une même parcelle, la production totale de biomasse par hectare par an peut être estimée à 22.64 tonnes. Extrapolée aux 28 000 hectares de la Vallée, la production totale de biomasse peut être estimée à 633 920 tonnes par an.

La méthode de récolte consiste à couper les tiges à 5-10 cm du sol, les prendre en gerbes et frapper les panicules contre un support (un bloc de bois ou un vieux pneu) placé sur un tapis en matière plastique ou fait de vieux sacs en nylon. Les graines sont amenées hors des parcelles et les racines sont incorporées au sol lors de la préparation du terrain pour la prochaine plantation. Les feuilles et les tiges représentent ensemble 50.76% de la biomasse totale, soit 11.4920715 tonnes de matière organique (poids sec) par hectare par an. Considérant que les feuilles et les tiges de riz sont généralement brulées dans la Vallée de l'Artibonite, il s'agit d'une perte de 11.49 tonnes de matière organique par hectare par an. Ramenées aux 28 000 hectares de rizières de la Vallée de l'Artibonite, ces 11.49 tonnes par hectare par an correspondent à 321 778 tonnes de matière organique par an qui sont brulées au lieu de servir à améliorer la fertilité et la qualité des sols.

Coût économique de la pratique du brûlis des résidus de culture du riz dans la Vallée de l'Artibonite

Pour une production moyenne de 11.57 tonnes de matière organique par hectare par saison, la consommation d'azote de la culture du riz est de 90.48 kg, dont 37% (soit 33.48 kg) pour la production de feuilles et de tiges (Duvivier *et al.* 2015 comm. pers.). Considérant que les agriculteurs font deux saisons de culture par an sur une même parcelle, la quantité d'azote utilisée pour la production de feuilles et de tiges de riz par hectare par an est estimée à 66.96 kg. Extrapolée aux 28 000 hectares de rizière de la Vallée de l'Artibonite, la quantité d'azote utili-

Tableau 3. Consommation d'azote par les feuilles et les tiges de riz produites dans les rizières de la Vallée de l'Artibonite *

Utilisation de l'azote consommé	Consommation (kg)		
	Par ha/ saison	Par ha/an	Sur 28 000 ha/ an
Production totale de matière sèche	90.48	180.96	5 066 880
Production de tiges et de feuilles **	33.48	66.96	1 874 880

* : Calculs effectués à partir de données expérimentales de Duvivier *et al.*, 2014 et Duvivier *et al.*, 2015 (comm. pers).
**Pourcentage d'azote dans les tiges et les feuilles de riz : 37% de l'azote total absorbé par la culture.

Tableau 4. Equivalents en urée 46% et sulfate d'ammonium 21% de 1 874 880 kg d'azote consommé annuellement par les feuilles et les tiges de riz produites dans les 28 000 ha de rizières de la Vallée de l'Artibonite et coût économique du brûlis de ces résidus

Engrais	Equivalent en sacs de 45 kg	Prix du sac avec 50% de subvention (gourdes)	Coût aux agriculteurs avec 50% subvention (gourdes)	Coût total (coût aux agriculteurs + subvention) en gourdes
Urée *	90 573.09	900	81 516 521.74	163 033 043.48
Sulfate**	198 400.00	550	109 120 000.00	218 240 000.00
Urée et sulfate***	-	-	95 318 260.87	190 636 521.74

* Scénario considérant que tout l'engrais azoté utilisé est de l'urée
** Scénario considérant que tout l'engrais azoté utilisé est du sulfate d'ammonium
*** Scénario considérant que l'engrais azoté utilisé comprend 50% d'urée et 50% de sulfate d'ammonium

sée pour la production de feuilles et de tiges de riz est de 1 874 880 kg (Tableau 3).

L'engrais azoté est vendu sur le marché haïtien principalement sous forme d'urée contenant 46% d'azote ou de sulfate d'ammonium contenant 21% d'azote dans des sacs de 45 kg de poids net. Les 1 874 880 kg d'azote correspondent à 4 075 826.09 kg d'urée (soit l'équivalent de 90 573.09 sacs de 45 kg) ou 8 928 000.00 kg de sulfate d'ammonium (soit l'équivalent de 198 400.00 sacs de 45 kg).

Le MARNDR subventionne les engrais à 40 à 60% (50% en moyenne) et fixe le prix de l'engrais subventionné à 900 gourdes/sac pour l'urée et à 550 gourdes/sac pour le sulfate d'ammonium. Ainsi, en supposant que les prix fixés sont respectés, les pertes d'azote pourraient être estimées pour les riziculteurs à 81 516 521.74 gourdes par an si tout l'engrais utilisé était l'urée et à 109 120 000.00 gourdes par an si tout l'engrais utilisé était le sulfate d'ammonium, soit 95 318 260.87 gourdes en moyenne (si l'urée et le sulfate d'ammonium représentaient chacun 50% de l'engrais azoté utilisé). En ajoutant le coût de la subvention supportée par l'état et les contribuables, ces pertes monétaires s'élèveraient à 190 636 521.74 gourdes par an pour le pays (Tableau 4).

Coût écologique de la pratique du brulis des résidus de culture du riz dans la Vallée de l'Artibonite

La matière organique contient approximativement 50% de carbone. Ainsi, les 321 778 tonnes de résidus de culture du riz brulées dans la Vallée, correspondent à 160 889 tonnes de carbone brulées. Quand la matière organique est brulée, seule une faible part du carbone qui y existait (1.7 % de la biomasse) est transférée au sol sous forme de charbon (5). Ainsi, dans le cas des rizières de la Vallée de l'Artibonite, il peut être considéré que 158 154 tonnes de carbone sont émises dans l'atmosphère pour y augmenter la concentration de gaz à effet de serre et accélérer les processus de réchauffement global et de changement climatique.

Cette perte peut sembler dérisoire au regard des 1,5 milliards de tonnes de carbone organique stockées dans les terres de la planète), mais il s'agit uniquement de la pratique du brûlis dans les rizières de la Vallée de l'Artibonite totalisant 28 000 ha (2). Transposées à l'échelle nationale et extrapolées à d'autres cultures comme la canne à sucre, par exemple, les émissions de carbone atmosphérique dues à la pratique du brûlis dans l'agriculture ne sont pas négligeables.

Conclusion

La pratique du brûlis des résidus de culture du riz est très répandue sur les 28 000 ha de la Vallée de l'Artibonite. Elle y est responsable de la disparition en fumée de 321 778 tonnes de matière organique, correspondant à la perte de 1 874 880 kg d'azote et à l'émission de 158 154 tonnes de carbone dans l'atmosphère. La quantité d'azote perdue équivaut à 4 075 826.09 kg d'urée 46%, soit 90 573.09 sacs de 45 kg coûtant aux agriculteurs 81 516 521.74 gourdes/an ou 8 928 000.00 kg de sulfate d'ammonium 21% correspondant à 198 400.00 sacs de 45 kg coûtant aux agriculteurs 109 120 000.00 gourdes/an.

Le coût économique de ces pertes est double (190 636 521.74 gourdes par an) en considérant la subvenstion fournie par le gouvernement. L'émission de 158 154 tonnes de carbone contribue certainement à augmenter la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et à accélérer les processus de réchauffement global et de changement climatique.

Recommandation

Considérant l'énormité du coût économique de ces pertes pour le pays, pour l'état, pour les contribuables et

pour les agriculteurs, et leur impact négatif sur le plan écologique, il est recommandé au MARNDR d'envisager urgemment des actions pour arrêter le brûlis des résidus de culture du riz. Il faut apprendre aux agriculteurs à les composter et les utiliser pour améliorer la fertilité et la qualité des sols.

Références bibliographiques

1. Canada Haiti Action Network. 2013. Rice production and consumption in Haiti. Consulté le 29 novembre 2015 à: http://canadahaitiaction.ca/content/rice-production-and-consumption-haiti
2. Chaplot V., Podwojewski P., Phachomphon K. et Valentin C. 2008. Spatial variability and controlling factors of soil organic carbon under steep slopes of the tropics, Soil Science Society of America Journal.
3. CNSA. 2011. Enquête nationale de la sécurité alimentaire. MARNDR. Port-au-Prince, Haïti. 182 p.
4. Duvivier P., Antoine J. S., Joseph D. et Alphonse M. E. 2014. Mesure du rendement et de la biomasse de trois phénotypes de riz (Oriza sativa L) en réponse à quatre doses d'azote sur la ferme de Mauger, Vallée de l'Artibonite. RED 6 (1): 10- 15.
5. Fearnside P. M., Lima P. M., Graça A. et Rodrigues F. J. A. 2001. Burning of Amazonian rainforest: burning efficiency and charcoal formation in forest cleared for cattle pasture near Manaus, Brazil. For Ecol Manage 146:115–128
6. FEWSNET. 2010. Haiti emergency market mapping/analysis-rice. Washington, DC. Consulté le 29 novembre 2015 à: http://v4.fews.net/Pages/countryarchive.as px?pid = 1100 & gb =ht.
7. FEWSNET. 2014. Haïti sécurité alimentaire en bref. 44 p.
8. France Agrimer. Mars 2012. Analyse économique de la filière riz. Note de conjoncture Riz.
9. Bahuchet S. et Betsch J. M. 2012. L'agriculture itinérante sur brûlis, une menace sur la forêt tropicale humide. Revue d'ethnoécologie [En ligne]. 768. Consulté le 26 octobre 2016. à : http://ethnoecologie.revues.org/768 ; DOI : 10.4000/ethnoecologie.768
10. USDA. 2013. Haiti Rice Production and Trade Update. Accédé le 29 novembre 2015 à: http://www.thefarmsite.com/reports/contents/HaitiRice14Nov2013.pdf

Les plantes dans le traitement des affections bucco-dentaires en Haïti

C. C. Noël, Faculté d'Odontologie, Université d'Etat d'Haïti (UEH)

Introduction

La lutte contre les maladies a commencé dès leur apparition sur la planète. L'être humain, alors confronté à ces anomalies délétères pour son organisme, a dans les premiers temps utilisé toutes les ressources, minérales, animales ou végétales à sa disposition. Les affections parasitaires, sanguines, osseuses ou de différents organes du corps ne sont pas les seules concernées, les maux bucco-dentaires ont eux-aussi été et sont encore sujets à de nombreux essais thérapeutiques.

Dans l'Antiquité, Aurelius Cornelius Celsus, plus connu sous le nom de Celse, Caelius Aureliamus et Scribonius Largus, attribuaient toute anomalie des dents à l'action de petits vers. Aussi, le principal traitement impliquait-il l'éradication de ces derniers. Ce n'est qu'au XVIII^{e} siècle que l'étiologie de la carie est connue et les fameux petits vers sont mis de côté. Peu à peu la médecine dentaire a évolué, s'enseigne à l'université. Aujourd'hui, toute une panoplie de médicaments industriels est à la disposition des chirurgiens-dentistes pour la prévention et le traitement des pathologies bucco-dentaires, reléguant ainsi aux oubliettes les recettes empiriques, notamment l'usage des plantes. Toutefois, dans certains pays dont Haïti, certaines régions, certaines communautés, la médecine traditionnelle a encore sa place dans la prestation des soins dentaires.

Une enquête a été conduite par la Faculté d'Odontologie afin de collecter des données primaires sur l'état des connaissances en termes d'utilisation des plantes dans les soins dentaires. De manière plus spécifique, cette étude visait à :

- répertorier les plantes utilisées dans le traitement des maladies bucco-dentaires,
- déterminer leur mode d'utilisation et leur niveau d'efficacité,
- mettre en perspective des études cliniques pouvant ultérieurement être entreprises pour une éventuelle reconnaissance scientifique des pratiques répertoriées en Haïti contre certaines affections bucco-dentaires.

Méthodologie

L'étude a été conduite par voie d'enquêtes réalisées dans neuf des dix départements du pays, par des étudiants. Le questionnaire élaboré à cet effet devait permettre de recueillir des informations sur ces symptômes de maladies : rage de dent, saignement gingival et inflammation de la mâchoire. Ces anomalies ne constituent pas en elles-mêmes des pathologies cliniquement diagnostiquées. Il s'agissait de trouver des termes et des définitions qui permettaient d'englober les symptômes de certaines pathologies, traduisant ainsi le vécu des personnes interrogées, et facilitant l'administration du questionnaire et son interprétation. Les questionnaires, au nombre de 700 ont été distribués à des étudiants des facultés d'Odontologie, d'Ethnologie et d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire. Ces étudiants étaient volontaires pour réaliser les enquêtes durant les vacances d'été dans leurs régions d'origine. Des 700 questionnaires distribués, 504 ont été retournés dûment remplis.

Résultats de l'enquête

Un résumé sommaire des résultats de cette étude est présenté dans cet article préliminaire. Ils révèlent dans l'ensemble une tendance générale des enquêtés à l'automédication, notamment à avoir recours à différentes parties de plantes (feuilles, fleurs, fruits, racines, etc.) pour soulager les problèmes bucco-dentaires.

Les symptômes les plus courants regroupent : la rage de dent rapportée par 70.72% des enquêtés, suivie du saignement gingival (16.53%), l'inflammation de la mâchoire (10.16%), et d'autres comme les maux de gorge, le chancre, l'halitose et l'abcès. Dans ces différents cas, pour savoir quelle médication employée, les personnes malades cherchent conseil majoritairement auprès des voisins (43,5%), puis sont consultés les membres de la famille (27,03%), les guérisseurs traditionnels ou "doktè fèy" de la région (23,85%) et 0,99% pour les autres non déterminés.

L'étude a également révélé que plus un symptôme est répandu, plus grande est la diversité de remèdes traditionnels recommandés pour le traiter. Ainsi, dans le cas de la rage de dents, 156 remèdes ont été rapportés ; contre le saignement gingival et l'inflammation de la mâchoire respectivement 62 et 41 remèdes différents seraient connus. De même, la même plante est utilisée dans plusieurs départements du pays pour soulager les mêmes maux bucco-dentaires.

Selon les résultats, dans certaines régions du pays, les habitants tendent à attribuer, à tort ou à raison, des vertus médicinales à la principale plante qui y est cultivée. Il en est ainsi du tabac dans la Grande Anse (Jérémie, Latibolière, Gatineau, Fort Rouge), dans l'Ouest (Thomazeau, Rivière Froide, Carrefour Marin), dans l'Artibonite (Lathan, Bon Repos) et dans le Sud (Fonfred). La même observation a été faite pour la tomate dans le département du Centre (Wasek, Palmary, Tamaren) et dans le département du Sud-Est pour le vétiver à Bainet et la tomate à Marigot.

Par contre, si dans la région l'élevage est dominant, le traitement a

des rapports directs avec les animaux. L'urine des bœufs, des cabris, des moutons, le lait fraîchement tiré de la mamelle (à Fonfred dans le Sud) sont employés contre la rage de dent.

Les plantes utilisées sont : tomat, jiwòf, medsiyen, pwa kongo, papay, sitwon, tabak, akasya, kalbas, malpouri ou ave, lay, seleri, lanman, chandèl, doukwiy, majolèn, lami, zoranj, bannann, koma, bwa lèt, ti kanson, langchat, amidon, ti blan, sowosi, lyann savon, rada, zebable, pèsi, gwo nèg, barachen, bwadan, lachòy, koupye, gwayav, gwo koton, fon baren, sitwonèl, palma christi, kanpèch, pwav, korosòl, mannyòk, pyant, vetivè, kreson, siwèl, malonnen, geri tout.

D'autres produits ont également été rapportés comme faisant partie de la thérapeutique des maux bucco-dentaires. Il s'agit de la cendre de charbon de bois, du clairin, du bicarbonate de soude, de l'eau salée, de l'huile de cuisine, du vinaigre, et de l'amidon employés dans les cas de rage de dents, d'inflammation de la mâchoire et du saignement gingival.

Conclusion

Ces résultats mettent en évidence qu'une tranche de la population haïtienne a recours aux plantes dans diverses régions du pays pour soigner une rage de dents, un saignement gingival ou une inflammation de la mâchoire. Ils ouvrent une porte sur la place occupée par la médecine traditionnelle dans le traitement des maux bucco-dentaires en Haïti, en ayant pour objectifs de soulager la douleur, d'arrêter le saignement au niveau des gencives ou de faire régresser une inflammation. Dans le cadre de cette étude, onze plantes ont été les plus fréquemment indiquées, il s'agit de : Gwo medsiyen (*Jatropha curcas* ou *Curcas* curcas), pwa kongo (*Cajanus cajan*), tomat (*Solanum lycopersicum*), tabak (*Nicotiana tabacum*), papay (*Carica papaya*), Klabas (*Crescentia cujete*), malpouri ou ave (*Petiveria alliacea*), sitwon (*Citrus aurantifolia*), lay (*Allium sativum*), jiwòf (*Syzygium aromaticum*), et akasya (*Acacia sp*). Des études ultérieures seront entreprises afin de recueillir davantage d'informations sur ces espèces et investiguer leur rôle effectif dans le traitement des cas étudiés.

Référence bibliographique

Vidal F. 2007. Regards sur l'histoire de l'art dentaire, de l'époque romaine à nos jours.

Les germes colonisent, altèrent et tuent

Le Laboratoire de Microbiologie des Denrées Alimentaires de la FAMV, une étape incontournable pour vos procédés de production, une garantie de sécurité pour votre consommation !

La sécurité des consommateurs, votre préoccupation permanente, repose sur la qualité de vos produits. Cette qualité ne peut être garantie que par des analyses microbiologiques fiables.

Au **Laboratoire de Microbiologie des Denrées Alimentaires de la FAMV**, nous contrôlons la qualité microbiologique:

de l'**Eau**,
des **Aliments naturels**
des **Produits transformés**,
des **Viandes**,
des **Laitages**,
des **Conserves**,
des **Aliments pour bétail**,
etc.

Nous faisons la détermination de nombreux germes dont : **salmonelles**, **coliformes totaux et fécaux**, **staphylocoques**, **streptocoques**, **champignons** …

Pour la sécurité de vos clients, la vôtre et celle de votre famille, confiez pour analyse vos matières premières, vos produits finis naturels et transformés, au Laboratoire de **Microbiologie des denrées Alimentaires de la FAMV**.

Contactez-nous :
Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV)

Recherche Etudes Développement (R E D) - UEH
Formulaire d'Abonnement

□ Je désire m'abonner à RED suivant le tarif régulier de 700,00 gdes/an

□ Je souscris à un abonnement institutionnel* au montant de 2.000,00 gdes/an

□ Je souscris à un abonnement de soutien et alloue à RED ………… gdes/an

Nom : ……………………………… Prénom: ……………………………………………………

Adresse : ……………………………………………………………………………………………

Téléphones : …………………………… / ………………………………… / ………………………………

Institution : ……………………………………………………………………………………………

Adresse : ……………………………………………………………………………………………

Téléphones : …………………………… / ………………………………… / ………………………………

Fax : ………………………………………………

Email : ………………………………………………

Pour vous abonner à RED, veuillez découper ce formulaire, le remplir et le faire parvenir à :

Maison de la Recherche
31, Babiole, Port-au-Prince, Haïti. Tél. 2817 - 1356.
Pour un plus prompt traitement de votre demande, ce formulaire peut vous être envoyé par courriel si vous en faites la requête à : revue.red@ueh.edu.ht ou recherchefamv@yahoo.com. Dès la réception de votre forme dûment remplie, un employé se fera un plaisir de prendre contact avec vous pour les suites nécessaires.

Un abonnement à RED est avant tout un acte de support à la publication, l'expression de la volonté de soutenir la recherche universitaire en Haïti.

***Le paiement de l'abonnement institutionnel donne droit à trois exemplaires de chaque numéro**.

Jacques BLAISE

MANUEL DE ZOOLOGIE

TOME II

FASCICULE 2: MAMMALOGIE ET ORNITHOLOGIE

OCTOBRE 2016

A Paraître Bientôt