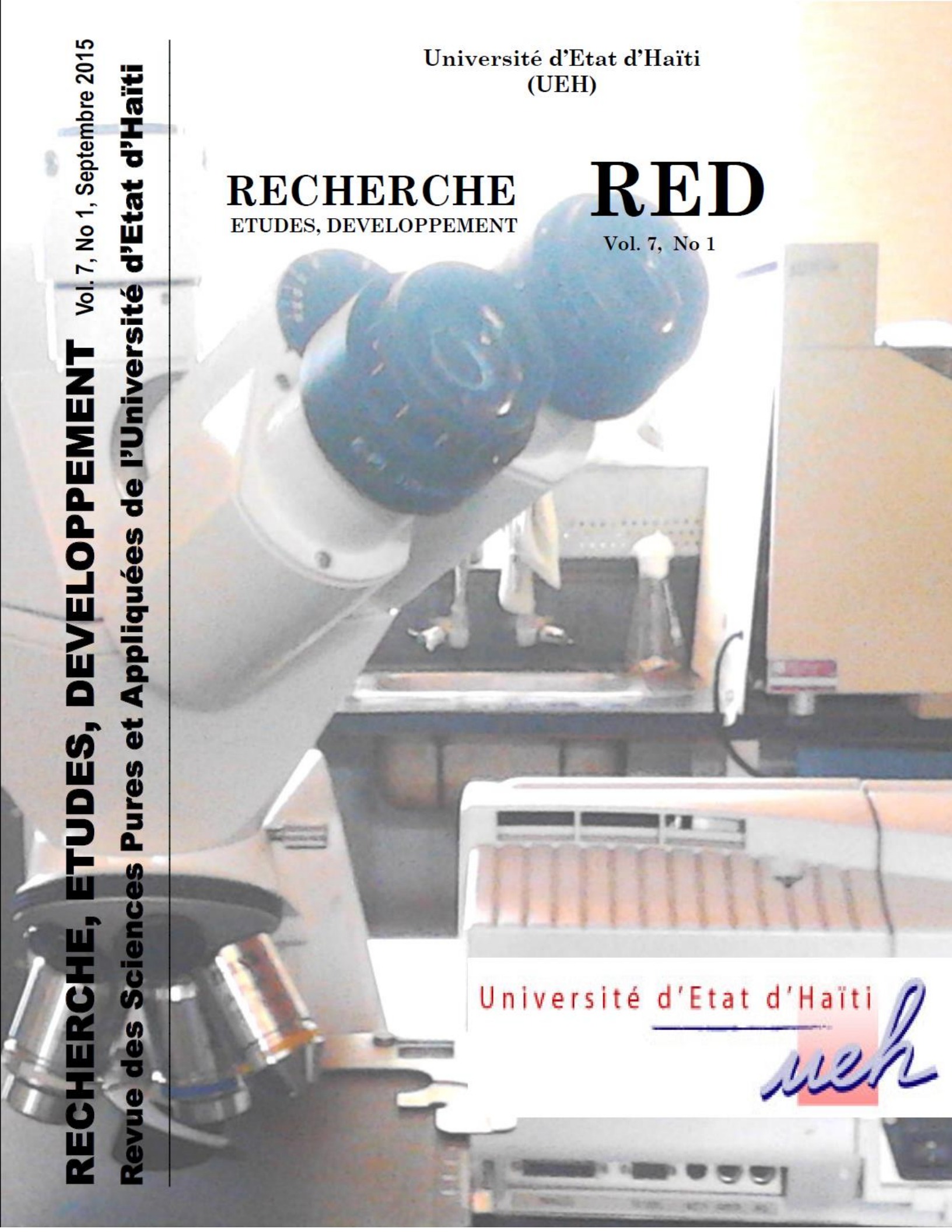
RECHERCHE, ETUDES, DEVELOPPEMENT Vol. 7, No 1, Septembre 2015
Revue des Sciences Pures et Appliquées de l'Université d'Etat d'Haïti

Université d'Etat d'Haïti
(UEH)

RECHERCHE ETUDES, DEVELOPPEMENT RED

Vol. 7, No 1



Université d'Etat d'Haïti
ueh

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 de l'aflatoxine 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**

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 !

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**.

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 8)

RED, *une revue pour vous instruire!*

Sommaire

Editorial 1

Instructions aux auteurs 2

Recherche

Influence du traitement à l'urée sur l'ingestion et la croissance de chevreaux recevant des feuilles ou des pseudo-troncs de bananier séchés. 3
A. Bien-Aimé *et al.*

Prévalence chez l'animal des zoonoses parasitaires paucisymptomatiques chez l'homme en Haïti. 9
J. Blaise

Etudes

Qualités physico-chimiques de l'eau dans le Bassin-Versant d'Ennery-Quinte, Artibonite..... 13
P. Duvivier et N. Gonomy

Les acides gras trans dans les aliments..... 24
L. Delva

Rouzier M. et Larco N.C., 2015. Alimentation préconisée contre le diabète en médecine traditionnelle familiale dans la région de Port-au-Prince..... 30
M. Rouzier et N.C. Larco

Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques de l'eau des réseaux d'adduction dans 5 villes d'Haïti : Plaisance, Saint-Marc, Hinche, Jacmel et Jérémie..... 37
M. A. C. J.-B. Blaise *et al.*

Communication courte

La production de l'acérola (cerise): une source potentielle de revenus pour les agriculteurs haïtiens… 41
L. Delva

RED - UEH

Recherche, Etudes Développement

Revue quadrimestrielle 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, Lemane Delva, Harold Corantin, Yvens Philizaire et Béatrice Félix 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.

Editorial (Par Fritz Deshommes, Vice-Recteur à la Recherche)

Ce nouveau numéro de **RED** parait dans un contexte particulier. Celui d'un changement de cap dans la publication de la revue. Le lecteur verra que la page de couverture a changé, le campus verdoyant de la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), habituellement en filigrane, a été remplacé par une représentation bien plus sobre des outils de la science. En réalité, RED, initialement publiée par la FAMV a pris une nouvelle tournure en devenant la principale **Revue des Sciences Pures et Appliquées** de l'Université d'Etat d'Haïti (UEH). Ainsi, si de largement éclectique, elle passe à une revue relativement spécialisée, elle gagne en profondeur en englobant les disciplines enseignées à l'UEH dans le monde incommensurable des sciences pures et appliquées.

Le Bureau du Vice Recteur de l'UEH accueille avec satisfaction cette transformation et prend plaisir à annoncer le premier numéro emblématique de cette évolution. La revue garde certes, le nom RED initialement donné par la FAMV où elle a pris naissance, mais est dorénavant le produit de collaborations d'auteurs, de chercheurs autant en Agronomie, en Biologie, en Médecine, en Mathématiques, qu'en Physique, ou en Chimie. RED est la deuxième revue de l'UEH après celle des Sciences Humaines et Sociales, "Chantiers", lancée le 31 mars 2015, au local de la Maitrise en Histoire et Patrimoine situé à Pacot. Sa création participe de la résolution de juin 1999 qui avait aussi motivé la mise en route de "Chantiers". Tout en devenant aujourd'hui la Revue des Sciences Pures et Appliquées de l'UEH, RED demeure un espace ouvert aux articles rapportant et analysant les résultats de Recherche et d'Etude ou décrivant les nouveaux Développements liés à ces sciences. Le comité de coordination formé à la suite d'une rencontre avec les décanats concernés, le 4 février 2015, intègre un représentant de chacune des entités suivantes : la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), la Faculté de Médecine et de Pharmacie (FMP), la Faculté d'Odontologie (FO), l'Ecole Normale Supérieure (ENS), la Faculté des Sciences (FDS) et un représentant du Vice -Rectorat à la Recherche (VRR). Les articles présentés dans ce numéro relèvent des disciplines suivantes : nutrition animale, parasitologie, nutrition humaine, physico-chimie, médecine traditionnelle et microbiologie.

Le Vice-Recteur à la Recherche souhaite bonne lecture aux lecteurs de RED et espère qu'ils y trouveront de lumineux articles, aptes à satisfaire leur curiosité intellectuelle ou à apporter des réponses scientifiques aux nombreuses questions qu'ils se posent. Il saisit l'occasion pour inviter les chercheurs, les auteurs à publier dans les colonnes de RED leurs travaux scientifiques.

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 sera séparé de l'identification et du texte par 2 lignes pleines horizontales. La référence complète de l'article doit apparaître entre le mot Résumé et le texte proprement dit du résumé.

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.

Influence du traitement à l'urée sur l'ingestion et la croissance de chevreaux recevant des feuilles ou des pseudo-troncs de bananier séchés

A. Bien-Aimé, M.L. Fontin et E. Jean-Pierre. Département de Production Animale, Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), Université d'état d'Haïti (UEH)

RESUME

Bien-Aimé A., Fontin M. L. et Jean-Pierre E. 2015. Influence du traitement à l'urée sur l'ingestion et la croissance de chevreaux recevant des feuilles ou des pseudo-troncs de bananier séchés. RED 7 (1) : 3 - 8

Des feuilles et des faux-tronc de bananier plantain, séchés et/ou traités avec 5% d'urée et ensilés, furent distribués suivant un carré latin 4X4 à quatre lots de quatre chevreaux de 11.8 kg de poids vif pendant quatre période de 21 jours chacune pour mesurer l'ingestion et la croissance. Les résultats trouvés ont montré que les rendements au séchage ont été de 21.2 % pour les feuilles et 5.1% pour les pseudo-troncs, que le bananier plantain entier (rhizome compris) après récolte est pauvre en matières azotées totales (6.3%) et en matière sèche (6.2%), et riche en cellulose brute (27.6%), en minéraux (20.4%) et en phosphore (1.08%). Les chevreaux ont ingéré en moyenne 28.6 ; 27.4 ; 20.9 et 22.5 g de MS par kg P/j et ont eu un gain moyen quotidien de 17.26±1.03; 10.71±3.97 ; 9.82±3.41 et 5.35±3.13 g de poids vif avec respectivement les régimes de feuilles séchées, feuilles séchées et traitées, pseudo-troncs séchés et pseudo-troncs séchés et traités. La production de crottes séchées a été de 182,4 g par tête et par jour, soit une estimation 66 kg par tête par an. L'utilisation de résidus de bananiers séchés et complémentés en azote dans l'alimentation des caprins en stabulation est sans doute potentiellement faisable, mais ne peut permettre qu'une croissance faible.

Mots clés : Bananier, feuilles, pseudo-tronc, alimentation, caprin.

ABSTRACT

Bien-Aimé A., Fontin M. L. et Jean-Pierre E. 2015. Effect of urea treatment on feed intake and growth of young goats receiving plantain dried leaves or dried pseudo stems. RED 7 (1) : 3 - 8

Dried leaves and pseudo stems of plantain and silage made using dried leaves and false stems + 5% urea were distributed to four groups of four young goats of 11.8 kg body weight during four 21-day periods according to a Latin square design 4X4 in order to measure feed intake and growth. The results showed that drying yields were 21.2% for the leaves and 5.1% for the false stems; the whole plantain (rhizome included) after harvest was poor in crude protein (6.3%) and dried matter (6.2%) and rich in crude fiber (27.6% DM), minerals (20.4%) and phosphorus (1.08%). The young goats ingested on average 28.6 ; 27.4 ; 20.9 and 22.5 g of DM/kg body weight/day and had an average daily gain weight of 17.26±1.03; 10.71±3.97 ; 9.82±3.41 and 5.35±3.13 g respectively with dried leaves, leaves silage, dried pseudo stems and pseudo stems silage diets. Excrements produced were 182.4 g per animal per day, an estimated of 66 kg per animal per year. The use of dried plantain residue complemented by nitrogen to feed goats living in stalls is probably possible but would only allow a slow growth.

Keywords: Plantain, leaves, pseudo stems, feeding, goat.

Introduction

En Haïti, la production caprine représente une importante source de revenu pour près de 65 % des 1 080 000 familles rurales. Elle constitue même souvent la principale denrée des paysans dans les zones semi-arides. La population caprine du pays s'élève à environ 2 millions de têtes et tend à augmenter (8, 18). Cependant, l'élevage libre et à la corde de cette espèce, en entraînant le surpâturage de ressources alimentaires déjà peu abondantes et la consommation inopportune de jeunes pousses d'arbres fruitiers et forestiers, a de forte chance de contribuer à l'aggravation de l'érosion de surface et au déboisement déjà très avancés des sols d'Haïti. Deux améliorations sont donc souhaitables : trouver des ressources alimentaires alternatives et élever ces petits ruminants de préférence en stabulation. Or, les ressources alimentaires alternatives pour caprins sont quantitativement limitées. Une opportunité à explorer consisterait à les nourrir au départ des résidus de la culture de la banane.

Cette plante cultivée est très répandue dans toute la zone tropicale et subtropicale. Après le maïs, le riz et la canne-à-sucre, elle est la quatrième culture d'Haïti, où elle constitue l'une des principales productions vivrières et fruitières et où on la retrouve en culture pure dans des plaines irriguées et des vallées humides et en culture associée à travers tout le pays. Sa récolte étant étalée, les principaux résidus consommables par les herbivores après la récolte du régime, les feuilles et le faux-tronc, sont disponibles toute l'année. Un hectare de bananeraie peut produire de 2.9 à 20 tonnes de matière sèche de résidus aériens par an (2, 3, 10, 21).

Plusieurs synthèses bibliographiques récentes (5, 6, 13, 17) ont été réalisées sur la composition chimique et la valeur nutritive des résidus aériens de la banane tigrée et du plantain après la récolte du régime. Les feuilles et le faux tronc du bananier sont de composition chimique parfois différente contenant dans leur matière sèche respectivement de 9.5 à 16.6 et de 3.5 à 5.1 % de matières azotées, 19.1 à 34.8 et 13.4 à 31.1de cellulose brute, 8.2 et 8.8 % de lignine. Les résidus du bananier sont particulièrement riches en eau (plus de 93 %) à l'exception du limbe des feuilles (20 à 24 %) et en potassium (26 à 86 g/kg de MS) et pauvres en matières grasses (1.5 %) d'après Bui Quang Tuan et Nguyen Van Hai, cités par Dao Thi My Tien *et al.* (7). De plus, le bananier contiendrait des polyphénols, des tanins (17) qui pourraient influencer négativement sa digestibilité.

La valeur alimentaire des feuilles se rapproche de celle de graminées fourragères tropicales moyennes ou pauvres, par contre, le faux tronc ne contient pratiquement que de l'eau, des fibres et des minéraux. La con-

sommation de matière sèche de feuilles a été de 2.15 kg par 100 kg de poids vif chez de jeunes bovins (9) et de 20-25 g /kg $P^{0.9}$ chez des petits ruminants (11, 17). Dans une révision de littérature, Heuzé *et al.* (13) ont noté que les feuilles sont ingérées en plus grande quantité (23.0 ; 13,6 et 20.0 g de MS par kg de P.V. par jour) par respectivement des zébus, des chèvres et des agneaux que le faux tronc (13 g pour les zébus et 6.6 pour les chèvres). La digestibilité chez les ruminants a été de : 74.0 et 70.4 % respectivement pour la matière organique et l'énergie, 54.7 pour les protéines de la partie aérienne (feuilles plus faux tronc de bananier) (13) et 65 % pour la matière sèche des feuilles de plantain (9). Il paraît que le faux tronc serait plus digestible que les feuilles. En effet, Kimambo et Muya (16) ont constaté une plus grande dégradation in sacco en 48 heures de la matière organique du pseudo-tronc (56.7 % pour la tige et 43.5 % pour les gaines) comparée à celle des feuilles (35.4% pour la nervure et 25.6% pour le limbe), ce qui fut en accord avec des résultats obtenus précédemment par Santana et Hovell cités par ces mêmes auteurs et par Amarnath et Balakrishnan (2, 3). La valeur énergétique a été estimée à 4230, 2960 et 2360 kcal/kg de MS respectivement pour l'énergie brute, digestible et métabolisable pour la partie aérienne de la banane (13).

De nombreux traitements (séchage, ensilage avec ou sans urée) ont été tentés soit pour la conservation, soit pour améliorer la valeur nutritive des résidus aériens du bananier. Selon Sheikh (22), les feuilles et le tronc du bananier paraissent trop riches en eau et trop pauvres en glucides solubles pour être ensilés seuls ou sans conservateur.

Enfin, plusieurs auteurs pensent que les résidus du bananier pourraient être utilisés comme aliments pour les ruminants, mais ils ont affirmé qu'il est difficile de les nourrir même à l'entretien avec de tels résidus sans une complémentation en azote et en énergie (12, 17).

Par ailleurs, dans un essai réalisé à Damien (15), il a été constaté que des chevreaux recevant des feuilles vertes de bananier n'en avait consommé que le limbe. D'un autre côté, le faux-tronc de bananier haché et distribué vert avec un concentré en complément avait été ingéré en quantité statistiquement beaucoup plus faible (60.6 ± 5.81 g /Tête/j) comparativement à 220 ± 2.66 pour les feuilles ($P<0.05$). De plus, durant une période pré-expérimentale de 109 jours décrite par Jean-Pierre (14), l'ingestion de différents régimes à base de résidus de bananiers complémentés avec un concentré par des chevreaux et chevrettes de 12.1 kg de poids vif en moyenne a été de 26 g par kg de PV et par jour. Les régimes à base de feuilles vertes seules (31.3 g/kgPV/j), ainsi que tous les autres contenant des feuilles vertes (28 à 31.9 g/kgP/j) ont été ingérés en plus grande quantité que ceux basés sur les feuilles ou les pseudo-troncs séchés ou ensilés (15 à 25 g/kgPV/j).

Ainsi, il a été jugé opportun d'étudier l'influence du séchage et du traitement à l'urée par ensilage sur le comportement alimentaire, l'ingestion et la croissance chez des chevreaux nourris au départ des résidus de bananier.

Matériel et méthodes

Localisation et durée

L'essai a été réalisé sur la ferme expérimentale de la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire à Damien, Haïti et s'est étendu sur une période de trois mois. Il a été précédé d'une longue période de 109 jours d'adaptation à la vie en stabulation et à la consommation de résidus de bananier, la phase expérimentale a débuté en mai pour se terminer en août 2014 et a compris quatre périodes, chacune de 21 jours, divisées en une semaine de transition et deux de mesure.

Les résidus de bananier

Les feuilles et les pseudo-troncs de bananier récoltés ont été hachés (2 à 7 cm) et séchés séparément au soleil sur des bâches en plastique. Le séchage au soleil a duré 8 à 9 jours en moyenne pour les feuilles et pseudo-troncs hachés. Pour faire l'ensilage, le mélange suivant a été utilisé : en base sèche 81.4% de résidus séchés, 13.9% de son de blé et 0.3% de calcaire, 0.3 % de sel de cuisine et traité avec 4.4% d'urée diluée dans la quantité d'eau nécessaire pour porter le mélange à 30% d'humidité. Ce mélange a été ensilé pendant un mois dans des sacs en plastique après tassement. Par ailleurs, six bananiers plantains ont été arrachés après récolte du régime pour mesurer les quantités respectives de limbe, de nervures, de pseudo-tronc et de rhizome. Un échantillon homogène de chacune de ces parties a été retenu pour analyse de laboratoire.

Les animaux et leur conduite

Des jeunes caprins créoles au nombre de 16 (8 mâles et 8 femelles), pesant en moyenne 11.8 kg au début de l'essai, ont été achetés au marché public. Ils ont été déparasités et traités à l'aide de sulfamides et de vitamines AD_3E, suite à une attaque quasi généralisée de coccidies attestée par des analyses de laboratoire. Ils ont été répartis en quatre lots 1, 2, 3 et 4 respectivement de poids moyen 11.4 ; 12.4 ; 11.6 et 11.8 et placés dans quatre cages juxtaposées avec parquet en ciment. Les animaux ont été abreuvés et nourris avec les résidus de bananier utilisés comme aliment de base à volonté. Ces fourrages ont été distribués deux fois par jour dans un râtelier. Des seaux ont été utilisés, les uns comme mangeoires pour la distribution du concentré et d'autres pour la distribution de l'eau. Les abreuvoirs et mangeoires ont été vidés et nettoyés chaque matin.

Schéma expérimental

Un carré latin 4 X 4 a été utilisé pour accommoder quatre traitements durant quatre périodes expérimentales. Les quatre traitements ont été des feuilles de bananier séchées (A) ; des feuilles séchées, traitées à l'urée et ensilées (B) ; des pseudo-troncs séchés (C) et des pseudo-troncs séchés, traités à l'urée et ensilés (D).

Les régimes expérimentaux

Pour complémenter en matières azo-

Tableau 1. Biomasse potentielle en résidus du plantain à raison de 1.5 récoltes par an mesurée sur des exploitations paysannes de Damien

	Rhizome	faux-tronc	Nervures	Limbes	Feuilles + faux-tronc	Plante
Matière fraiche (kg)	5.53	15.9	1.87	1.29	19.1	24.58
MS/plante (kg)	0.24	0.79	0.2	0.3	1.28	1.53
En % MS de la plante	15.7	51.6	13.1	19.6	84.3	100
Kg MS/ha de 1600 plantes	576	1896	480	720	3094	3672

Tableau 2. Composition chimique de différentes parties du bananier Plantain après la récolte du régime

Partie de la plante	MS %	En % de la matière sèche				
		PB	CB	MM	Ca	P
Limbe	24.22	13.25	20.32	13.5	1.46	1.43
Nervure	11.19	3.48	39.22	16.4	0.69	0.89
Pseudo-tronc	4.93	5.23	30.00	25.9	0.34	1.02
Rhizome	3.9	8.98	15.31	27.8	0.06	1.01
Feuilles + pseudo-tronc	10.0	6.1	30.4	19.4	0.70	1.10
Plante	6.20	6.31	27.56	20.4	0.56	1.08

tées les deux régimes à base de résidus non traités (A et C), un concentré (E) à base de maïs (34%), tourteau de soja (60%), phosphate de Ca (4%), carbonate de Ca (1.6%) et sel de cuisine (0.4%) a été préparé et distribué en quantité suffisante pour porter les régimes concerné à 16 % de protéine brute. La composition de ce concentré (E) a été de 31.9 % de P.B., 2.8 de C.B., 1.5 % de Ca et de 1.3 de P.

Les quatre régimes expérimentaux étaient iso-azotés (16 % de PB) et se sont présentés comme suit en base sèche :

- Feuilles séchées + concentré (E)
- Feuilles séchées et ensilées avec le mélange de son de blé, de sel et d'urée ci-dessus
- Pseudo-troncs séchés + E
- Pseudo-troncs séchés et ensilés avec le mélange de son de blé, de sel et de d'urée.

Collecte des données

Les aliments offerts à chaque repas et les refus tous les matins ont été quantitativement collectés et quantifiés. Les animaux ont été pesés au début et à la fin de chaque période expérimentale. Les matières fécales produites par les chevreaux ont été également collectées à la fin de chaque période et pesées.

Analyses chimiques

La matière sèche des aliments distribués et refusés a été déterminée une fois par semaine. Différentes parties (limbe, nervure principale, pseudo-tronc et rhizome d'un bananier plantain de la variété « miske bwa nwa ») ont été analysées selon la méthode AOAC (1990) pour la détermination de la matière sèche (MS), des protéines brutes (PB), de la cellulose brute (CB), des cendres (MM), du calcium et du phosphore.

Analyses statistiques

Les données collectées sur l'ingestion et le gain moyen quotidien ont été organisées sur le logiciel MS Excel pour des analyses statistiques subséquentes avec un modèle linéaire sur le logiciel ANOVA. Les sources de variation ont été les traitements, les périodes, les lots de chevreaux et l'erreur expérimentale. Les moyennes ont été comparées en utilisant la méthode du t de Student.

Résultats et Discussions

Biomasse et composition chimique du bananier plantain à Damien

Le poids moyen d'un bananier plantain des plantations paysannes de Damien a été de 24.8 kg de matière verte et de 1.5 kg de MS (Tableau 1). A raison de la densité courante en Haïti de 1600 plantes par ha et d'une récolte et demie par an, la production de biomasse après récolte du régime serait de : 3.1 et 3.7 tonnes de MS/ha/an respectivement pour la partie aérienne et la plante entière (rhizome compris), ce qui est nettement inférieur aux 7 à 20 tonnes généralement rapportés (10, 21).

L'analyse séparée du limbe, de la nervure, du pseudo-tronc et du rhizome du bananier plantain (miske bwa nwa) a révélé que cette plante est riche en eau (93.8%), riche fibre (27.6% de CB dans la MS), riche en minéraux (20.4% de la MS) et très pauvre en matières azotées (6.3% de la MS). Par ailleurs, une variation très grande des teneurs en constituants a été enregistrée entre les différentes parties du bananier : pour la MS de 3.9 à 24.2%, pour les PB de 3.4 à 13.2%, pour la cellulose brute de 9.3 à 39.2% (Tableau 2). La composition chimique du bananier plantain cultivé à Damien est assez proche des résultats cités ailleurs (5, 6, 13, 17). Par ailleurs, le rhizome qui représente 16% de la matière sèche de la plante a été révélé la partie la plus riche en matière azotées totales (9%) après le limbe (13.2%) (Tableau 2). Il semble que la récupération des résidus après la récolte du régime pourrait être très profitable pour l'élevage des herbivores.

Ingestion de feuilles et de pseudo-troncs de bananier séchés ou séchés, traités à l'urée et ensilés

Au cours de la période expérimentale, les chevreaux de 12.8 kg de PV en moyenne ont eu une ingestion de 341.6 g/tête/jour (g/T/j) ou 24.9 g de MS de ration par kg de poids vif (PV) par jour, soit 2.7 % du poids vif ou 50.5 g par kg$P^{0.75}$. Les animaux recevant le régime à base de feuilles séchés (370 g/T/j ou 28.6 g/kg P) et

Tableau 3. Influence de la nature du résidu (feuilles ou pseudo-troncs) sur l'ingestion des chevreaux en g de MS par tête ou en g/kgPV/j

Régimes	résidus seuls en g/T/j	Ration totale		
		g/T/j*	g/kgPV/j	Moyenne
Feuilles séchées	308.0	369.974 29a	28.6	28.0
Feuilles séchées, traitées à l'urée	289.7	355.41±23.51a	27.4	
Pseudo-troncs séchés	225.9	270.74±27.35b	20.9	21.7
Pseudo-troncs séchés et traités à l'urée	237.7	291.76±12.64b	22.5	
Moyenne	**272.8**	**341.6**	**24.9**	

*Les moyennes affectées d'indices semblables ne sont pas statistiquement différentes

Tableau 4. Influence de l'ensilage avec de l'Urée sur l'ingestion des chevreaux en g de MS par en g/kgPV/j

Régimes	Ration totale	
	g/kgPV/j	Moyenne
Feuilles séchées	28.6	**24.8**
Pseudo-troncs séchés	20.9	
Feuilles séchées, traitées à l'urée	27.4	**25.0**
Pseudo-troncs séchés et traités à l'urée	22.5	
Moyenne	**24.9**	

de feuilles séchées, traitées à l'urée et ensilées (355.4 g/T/j ou 27.4 g/kgPV) ont eu une ingestion statistiquement (P<0.05) plus élevée que ceux auxquels ont été distribués les régimes basés sur des pseudo-troncs séchés (270.4 g/T/j ou 20.9) g/kgPV ou des tipes séchés, traités à l'urée et ensilés (291.7 g/T/j ou 22.5 g/kgPV) (Tableau 3). Si les quantités de feuilles ingérées sont comparables à celles trouvées à l'étranger, celles de pseudo-troncs séchés obtenues ici sont nettement plus élevées que les données qui avaient été révélées pour les pseudo-troncs verts partout ailleurs (13).

Il a été intéressant de constater que, quand les feuilles avaient été séchées, une plus grande part de nervure a été ingérée et que les pseudo-troncs séchés ont été ingérés en quantité significative, alors que verts ils ont pratiquement été refusés par les chevreaux (14, 15). Par contre, dans cet essai, le traitement à l'urée par ensilage n'a pas amélioré l'ingestion des feuilles et pseudo-troncs de bananier séchés (24.8 versus 25 g/kgPV/j, Tableau 4). La durée d'ensilage d'un mois n'a peut-être pas été suffisante.

Tableau 5. Gain de poids des chevreaux suivant les régimes expérimentaux consommés en g/tête/jour

Régimes	Gain de poids
Feuilles Séchées	17.26±1.03a
Feuilles traitées	10.71±3.97ab
Pseudo-troncs séchés	9.821±3.41ab
Pseudo-troncs traités	5.35±3.13b
Moyenne feuilles séchés et pseudo-troncs séchés	13.54±2.02a
Moyenne feuilles traitées et pseudo-troncs traités	8.03±2.88a
Moyenne feuilles séchées et feuilles traitées	13.99
Moyenne pseudo-troncs séchés et pseudo-troncs traités	7.55

Croissance de chevreaux et de chevrettes recevant des feuilles et pseudo-troncs de bananier séchés ou traités à l'urée et ensilés

Pendant la période expérimentale, le gain moyen quotidien des chevreaux est resté très bas : 11 g par jour. Il n'a été enregistré de différences statistiquement significatives qu'entre les régimes feuilles séchées et pseudo-troncs traités (P<0.05). Toutefois, la vitesse de croissance a varié en général dans le même sens que l'ingestion des régimes soit 17.26 ; 10.71; 9.821 et 5.35 g par tête et par jour respectivement avec les régimes de feuilles séchées ; feuilles séchées, traités à l'urée et ensilées ; pseudo-troncs séchés et pseudo-troncs séchés, traités à l'urée et ensilés (Tableau 5). Le traitement à l'urée n'a pas contribué à augmenter la croissance.

Production de fumier

La production de crottes séchées a été de 182,4 g par tête et par jour, soit une estimation 66 kg par tête par an pouvant permettre de restituer du moins en partie les minéraux prélevés et de restaurer la matière organique de la bananeraie.

Comportement alimentaire

Il n'est pas inutile de souligner qu'il a été observé une ingestion significative des nervures des feuilles, lorsque celles-ci sont séchées. De même, les pseudo-troncs séchés ont été consommés en quantité suffisante pour assurer l'entretien des chevreaux, alors que verts, leur ingestion avait été constatée si peu élevée que le régime à base de pseudo-tronc vert avait dû être interrompu (15). Les chevreaux alimentés de résidus de bananier ont effectué un tri systématique, de sorte que la proportion de refus pouvait atteindre jusqu'à 50% pour que les animaux puissent consommer à volonté.

Conclusion

Cet essai a permis de confirmer et ou de préciser en Haïti des résultats obtenus à l'étranger. La teneur en eau du bananier 93.8 %, la rendant sans doute insipide, pourrait expliquer sa faible appétibilité chez les chevreaux, car seul le limbe à 24.2 % de MS est apprécié par ces animaux, la chèvre étant un animal qui généralement aime sélectionner ses aliments. Par ailleurs, il serait peut-être bon d'inclure le rhizome, 16 % de la matière du bananier d'une part et 9% de MAT et 15% de cellulose brute (CB) d'autre part, dans la ration des herbivores. En effet, un mélange de toutes les parties de la

plante offert aux animaux aurait l'avantage de valoriser un plus grand volume de résidus et peut-être un meilleur équilibre nutritionnel.

Le limbe du bananier complémenté en matières azotées peut probablement assurer l'entretien de chevreaux et, a fortiori de chèvres, alimentés à volonté, mais difficilement leur production. Les nervures et le faux-tronc de la plante, paraît-il, doivent être traités, du moins séchés, pour être ingérées par des chevreaux en quantité significative. En dehors de l'alimentation des animaux à l'entretien, il semble indispensable de complémenter ces résidus non seulement en MAT, mais en énergie pour pouvoir espérer toute croissance ou production de lait significative. Cela paraît conforme aux résultats publiés à l'étranger. Une explication claire n'a pas été trouvée pour montrer pourquoi l'ensilage à l'urée n'a pas eu d'influence ($P<0.05$) ni sur l'ingestion de MS, ni sur la croissance des chevreaux. Dans la perspective d'une valorisation des résidus de bananier par l'élevage de chèvres en stabulation, il sera indispensable de procéder à des amendements avec le fumier venant des déjections des animaux en vue de la reconstitution de la fertilité des sols de ces plantations.

Remerciements

Les auteurs remercient le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR), le Centre de Recherche pour le Développement International du Canada (CRDI) et l'Institut Interaméricain de Coopération Agricole (IICA) qui avaient mis en place le Consortium de Recherche pour le Développement Agricole en Haïti (CORDAH) qui a financé ce projet de recherche ainsi que le Rectorat de l'UEH qui l'a cofinancé.

Références bibliographiques

1. Abiliza E Kimambo and H M H Muya. 1991. Rumen degradation of dry matter and organic matter of different parts of the banana plant.
2. Amarnath R. and Balakrishnan V. 2007a. Assessment on the replacement value of the banana (Musa paradisiacal L) plant by-products for their fodder potential in complete diet of ruminants. International Journal of Agricultural Research, 2:696-703.
3. Amarnath R., Balakrishnan V. 2007b. Evaluation of banana (Musa paradiasiaca) plant by-product's fermentation characteristics to assess their fodder potential. International journal of dairy science 2 (3): 217-225.
4. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th edition. Association of the Official Analytical Chemists, Washington D.C.
5. Archimède H., Gourdine J.-L., Fanchone A., Alexandre G., Marie-Magdeleine C., Calif E., Fleury J., Anais C. et Renaudeau D. 2011. Le bananier et ses produits dans l'alimentation animale. Innovations Agronomiques, 16:181-192.
6. Bouafou K.G.M., Konan B.A., Kouame K.G. et Kati-Coulibally S. 2012. Les produits et sous-produits du bananier dans l'alimentation animale. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 6:1810-1818.
7. Dao Thi My Tien, Ngo Thuy Bao Tran, Bui Phan Thu Hang and Preston T. R., 2012: Effect of ensiled product made from banana pseudo-stem and taro foliage on the growth performance of common ducks. An Giang University AND TOSOLY, UTA-Colombia, AA#48, Socorro, Santander, Colombia.
8. FAO 2014. Live Animals in FAOSTAT. http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#ancor
9. Ffoulkes D and Preston T R. 1978. The banana plant as cattle feed: digestibility and voluntary intake of mixtures of sugar cane and banana forage Tropical Animal Production 3:125-127
10. 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
11. Geoffroy F. et Despois P. 1978. Value of Banana leaves and stems as forage. 2. Utilization by animals: level of intake. Nouvelles Agronomiques des Antilles et de la Guyane, 4, 80-85
12. Guadalupe R. and Rowe J. B. 1980. Intake and digestion of the different part of the banana plant. . Trop Anim Prod 1980 5:3; 253-256p
13. Heuzé V., Tran G., Archimède H., 2012. Banana leaves and pseudo-stems. Feedipedia.org. A program by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. http://www.feedipedia.org/node/686. Last updated on October 29, 2012, 15:59.
14. Jean-Pierre E., 2015. Influence du séchage et du traitement à l'urée sur l'ingestion et la croissance des chevreaux recevant des résidus de bananier. Mémoire de fin d'études, FAMV/UEH, Damien. 37p
15. Joseph, 2012. Essai d'un élevage de chèvres en stabulation à base de résidus agricoles afin de lutter contre la dégradation de l'environnement par les animaux. Mémoire de fin d'études, FAMV/UEH Damien. 64p
16. Kimambo A. E. and Muya H. M. H. 1991. Rumen degradation of dry matter and organic matter of different parts of the banana plant. Livest. Res.Rural Dev., 3 (3) 35-40.
17. Marie-Magdeleine C., Boval M., Philibert L., Borde A. and Archimède H. 2010. Effect of banana foliage (Musa paradisiaca) on nutrition, parasite infection and growth of lambs. Live stock Science, 131:234-239.
18. MARNDR. 2011. Plan national

d'investissement agricole : Production et développement des filières, 19p

19. MARNDR. 2012. Recensement Général de l'Agriculture (RGA): Synthèse nationale des résultats du RGA, 33p.
20. Meyreles L. and Preston T R. 1978. The banana plant as cattle feed: Effect of different levels of banana leaves on voluntary intake of chopped sugar cane stalk. Trop Anim Prod 1977 3:3. 229-233
21. Pound B. and Fernandez A. 1981. Yields of plantain grown for fruit and forage: The effects of defoliation and spacing. Trop Anim Prod 6:3 261-266.
22. Sheikh N. H. 1989. The preservation of banana crop residues through ensiling process. in African forage plant genetic resources, evaluation of forage

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.**

Prévalence chez l'animal des zoonoses parasitaires paucisymptomatiques chez l'homme en Haïti

J. Blaise, Département de Production Animale, Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), Université d'Etat d'Haïti (UEH)

RESUME

Blaise J. 2015. Prévalence chez l'animal des zoonoses parasitaires paucisymptomatiques chez l'homme en Haïti. RED 7 (1) : 9 - 13

A la suite de différentes enquêtes menées en Haïti chez des animaux considérés comme réservoirs potentiels de zoonoses parasitaires paucisymptomatiques ou asymptomatiques chez l'homme, quelques données partielles et utiles sur la prévalence de ces parasitoses ont pu être obtenues et compilées. Chez le chat, la prévalence coproscopique par ordre d'importance décroissante est de : 33.33% pour l'ancylostomose à *Ancylostoma caninum*, 32.9% pour la toxoplasmose à *Toxoplasma gondii*, 20.24% pour la toxocarose à *Toxocara cati*, 9.13% pour la balantidiose à *Balantidium coli* et 2.38% pour la giardiose à *Giardia cati*. Parmi ces parasites zoonosiques, la toxoplasmose a pu être étudiée chez l'homme par examen sérologique avec une prévalence de 49.46% et la giardiose par examen coproscopique avec une prévalence de 31%. Chez le chien, la plus forte prévalence a été celle de l'ancylostomose à *Ancylostoma caninum* (prévalence de 95%) suivie de la dipylidiose à *Dipylidium caninum* (35%), l'echinococcose à *Echinococcus granulosus* (21.25 à 25%), la toxocarose à *Toxocara canis* (5 à 8.75%). Chez des rats autopsiés, il a été observé une prévalence de 30.4% pour l'angiostrongylose à *Angiostrongylus cantonensis* et de 75% pour l'acanthocephalose à *Moniliformis sp.* Chez le porc, l'hydatidose hépatique à *Echinococcus granulosus* a été observée dans 5.2% des cas, la cysticercose pulmonaire dans 0.6% des cas et l'acanthocéphalose à *Macracanthorhynchus hirudinaceus* dans 100% des cas. Les observations chez les ruminants ont montré, pour la fasciolose hépatique à *Fasciola hepatica*, des taux de prévalence de 10.7 à 22.78% chez les bovins, 3.16% chez les ovins ; pour la dicrocoeliose hépatique ovine à *Dicrocoelium dendriticum*, un taux de prévalence de 1.9% ; pour la cysticercose pulmonaire, des taux de prévalence de : 3.16% chez les ovins, 2.97% chez les caprins et de 1.1% chez les bovins ; pour l'échinococcose hépatique, des taux de prévalence de 2.10% chez les ovins, 0.94% chez les caprins, 0. 37% chez les bovins. Dans le sud du pays, 9% des bovins étudiés à Torbeck sont porteurs de kystes de *B. coli*. Par ailleurs, les analyses portant sur l'eau de boisson ont permis de mettre en évidence la présence d'oocystes de cryptosporidies et de kystes de *Giardia*. Toutes ces données compilées peuvent permettre de mieux apprécier les risques sanitaires pour l'homme liés à la présence de ces parasitoses dans le pays chez des réservoirs animaux.

ABSTRACT

Blaise J. 2015. Prevalence in animals of mildly symptomatic parasitic zoonoses in human in Haiti. RED 7 (1) : 9 - 13

After various surveys conducted in Haiti in animals considered as potential reservoirs mildly symptomatic or asymptomatic parasitic zoonoses in humans, some partial and useful data on the prevalence of these infections have been obtained and compiled. In cats, the coproscopic prevalence by decreasing order of importance is: 33.33% for ancylostomose due to *Ancylostoma caninum*, 32.9% for toxoplasmosis due to *Toxoplasma gondii*, 20.24% for toxocariasis due to *Toxocara cati*, 9.13% for balantidiasis due to *Balantidium coli* and 2.38% for giardiasis due to *Giardia cati*. Among these zoonotic parasites, toxoplasmosis has been studied in humans serologically with a prevalence of 49.46% and giardiasis by fecal examination with a prevalence of 31%. In dogs, the highest prevalence was for ancylostomose due to *Ancylostoma caninum* (prevalence 95%) followed by dipylidiose due to Dipylidium caninum (35%), echinococcosis Echinococcus granulosus (21.25 to 25%), the toxocariasis to *Toxocara canis* (5 to 8.75%). In autopsied rats, it was observed a prevalence of 30.4% for Angiostrongylus due to *Angiostrongylus cantonensis* and 75% for acanthocephalose due to *Moniliformis sp*. In pigs, hepatic hydatid due to *Echinococcus granulosus* was observed in 5.2% of cases, pulmonary cysticercosis in 0.6% of cases and acanthocéphalosis due to *Macracanthorhynchus hirudinaceus* in 100% of cases. Observations in ruminants have shown, for hepatic fascioliasis due to *Fasciola hepatica*, prevalence rates of 10.7 to 22.78% in cattle, and 3.16% in sheep; for ovine hepatic dicrocoeliosis due to *Dicrocoelium dendriticum*, a prevalence rate of 1.9%; pulmonary cysticercosis prevalence rate: 3.16% in sheep, 2.97% in goats and 1.1% in cattle; for hepatic echinococcosis, prevalence rates of 2.10% in sheep, 0.94% in goats, 0. 37% in cattle. In the south of the country, 9% of the cattle studied in Torbeck are carriers of *B. coli* cysts. Moreover, analyses of drinking water have helped to highlight the presence of Cryptosporidium oocysts and Giardia cysts. All these compiled data can be used to better assess the health risks for humans regarding the presence of these parasites in the country in animal reservoirs.

Introduction

Les zoonoses parasitaires sont des maladies bien connues dans de nombreuses régions du monde (9, 12). En Haïti, les principales affections d'origine animale, le plus souvent paucisymptomatiques ou asymptomatiques chez l'homme, sont classées parmi les protozooses et les helminthoses. Bien que la plupart de ces maladies aient été signalées depuis plus de 80 ans (5, 18), la prévalence de ces infections ou infestations n'a pu être significativement appréciée qu'au cours de la période allant de 1983 à 2013. Les investigations menées sur la faune domestique ou sauvage, soit à partir d'examens coproscopiques, soit à partir d'examens nécropsiques (10) révèlent un nombre important de parasitoses susceptibles d'être transmises à l'homme par les animaux et dont les manifestations cliniques sont le plus souvent discrètes ou protéiformes. Plusieurs études relatives à la prévalence de ces parasitoses ont été réalisées dans les pays développés en vue de limiter leur extension. En Haïti, les données encore très limitées et dispersées méritent d'être compilées en vue de mieux sensibiliser la population et d'attirer l'attention des responsables de santé sur l'importance hygiénique et sanitaire de ces maladies. Sauf pour certaines protozooses, les données sur les taux de prévalence chez l'homme sont le plus souvent inconnues. Le point sur ces maladies méconnues, émergentes ou réémergentes s'avère donc important.

Méthodologie

Plusieurs enquêtes ont été réalisées, de 1992 à 2012, en utilisant de manière isolée ou associée les méthodes suivantes :

- Coproscopie microscopique
- Autopsies helminthologiques
- Examen sérologique
- Inspection de carcasses et d'organes d'animaux abattus

Le tableau 1 montre la variation du nombre d'individus étudiés selon l'espèce et les méthodes de diagnostic retenues.

Ces enquêtes ont porté sur les carni-

Tableau 1. Espèces étudiées, nombre d'échantillons, méthodes utilisées et période de l'étude

Espèce	Nombre d'individus	Méthodes utilisées	Période de l'étude
Chien	80	Examen coproscopique	2002-2003
	20	Autopsie helminthologique	2002-2003
Chat	252	Examen coproscopique	1999-2000
Porc	172	Examen anatomopathologique	1994-1995
Rat	23	Autopsie helminthologique	2002-2003
Bovin	1518	Examen anatomopathologique	1992-1993
	200	Examen coproscopique	2011-2012
Caprin	639	Examen anatomopathologique	1992-1993
Ovin	95	Examen anatomopathologique	1992-1993

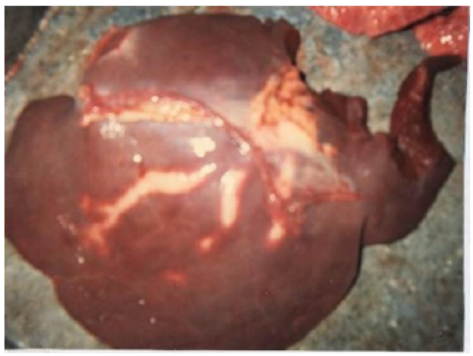


Figure 1. Vue d'un foie de bovin atteint de cholangite distomienne à *Fasciola hepatica*

vores domestiques (chats, chiens), les porcins, les rongeurs (rats) et les ruminants (bovins, ovins, caprins) en tenant compte de :

- La promiscuité entre animaux domestiques et humains,
- La pollution fécale d'origine animale des sols et des eaux de surface,
- La défaillance ou l'absence de traitement efficace de l'eau consommée,
- Les mauvaises conditions d'hygiène et d'abattage des animaux,
- L'absence ou l'insuffisance de contrôles vétérinaires et sanitaires des aliments mis en vente sur les marchés.

Résultats et discussion

Les résultats des observations effectuées ont permis de présenter les différentes zoonoses parasitaires rencontrées et leur étiologie, les animaux porteurs des parasites et les lésions déterminées et les taux de prévalence.

Zoonoses parasitaires rencontrées et leur étiologie

Ces zoonoses sont présentées dans le tableau 2. Les résultats montrent que 5 protozooses et 9 helminthoses ont été identifiées au cours de la période considérée.

Animaux porteurs des parasites zoonosiques et lésions déterminées

Le tableau 3 renseigne sur la nature des animaux porteurs de parasites et les lésions déterminées chez l'homme. Dans le cas de *Faciola hepatica* par exemple, la lésion chez le bovin est la cholangite distomienne que l'on peut retrouvée aussi chez l'homme (Figure 1). Les données du tableau 3 indiquent que d'une façon générale, 8 espèces domestiques et environ 7 espèces sauvages peuvent être porteuses de parasites susceptibles d'être transmis à l'homme en Haïti. Ces espèces jouent soit le rôle de réservoirs, soit le rôle d'hôtes intermédiaires ou paraténiques. La transmission du parasite se fait par contact direct avec le réservoir (hôte définitif) ou indirect par créatophagie, géophagie, phytophagie, hydropinie. L'eau peut contenir toutes les formes parasitaires infestantes ou infectantes dont les végétaux sont normalement porteurs.

Taux de prévalence chez le chat

Les examens coproscopiques (8, 16) portant sur 252 chats issus de différents sites de la région métropolitaine de Port-au-Prince, ont permis de dépister 84 cas d'ancylostomose (prévalence de 33. 33%), 83 cas de toxoplasmose (prévalence de 32.9%), 51 cas d'infestation par *Toxocara* (prévalence de 20.24%) et 6 cas d'infection par *Giardia* (prévalence de 2. 38%). Il faut signaler la coexistence des oocystes de *Toxoplasma* avec les œufs de *Toxocara* ou d'*Ancylostoma*.

En ce qui concerne la toxoplasmose, un dépistage sérologique chez des humains a été réalisé. Sur 93 personnes soumises au test, 46 se sont révélées séropositives, soit une prévalence de 49.46%. Il n'a pas été noté de différence significative entre les sexes mais entre les sujets possédant un chat (57.53% de séropositivité) et ceux qui n'en possèdent pas (20% de séropositivité).

Taux de prévalence chez le chien

Les examens coproscopiques portant sur 80 chiens (1, 2, 11) issus de plusieurs sites de la région de Port-au-Prince ont permis de déceler 76 cas

Tableau 2. Classification des parasitoses rencontrées selon l'étiologie

	PARASITOSES	ETIOLOGIE
PROTOZOOSES	Balantidiose	*Balantidium coli*
	Cryptosporidiose	*Cryptosporidium parvum*
	Giardiose	*Giardia cati*
	Toxoplasmose	*Toxoplasma gondii*
HELMINTHOSES	Acanthocéphalose	*Macracanthorhynchus hirudinaceus* *Moniliformis sp.*
	Ancylostomose	*Ancylostoma caninum*
	Cysticercose	*Cysticercus tenuicollis*
	Dicrocoeliose	*Dicrocoelium dendriticum*
	Dipylidiose	*Dipylidium caninum*
	Fasciolose	*Fasciola hepatica*
	Hydatidose	*Echinococcus granulosus*
	Hymenolépiase	*Hymenolepis nana*
	Toxocarose	*Toxocara canis, T. cati, T. vitulorum*

Tableau 3. Distribution des parasites selon les animaux porteurs

Parasites	Animaux domestiques	Animaux sauvages	lésions déterminées chez l'homme
Balantidium coli	porc, chien, chat	rat	entérotyphlocolite
Cryptosporidium parvum	bovin, ovin, caprin, porc, cheval	-	entérite
Giardia sp.	chien, chat, ovin, caprin	rat, souris	entérite diarrhéique
Toxoplasma gondii	chat, bovin, ovin, caprin	rat	adénopathie
Macracanthorhynchus hirudinaceus, Moniliformis sp.	porc	rat, ver blanc	entérite nodulaire
Ancylostoma caninum	chien, chat, porc	Ver blanc	larva migrans
Angiostrongylus cantonensis	bovin, porc	rat, souris, limace	méningoencéphalite éosinophilique
Cysticercus bovis, C. cellulosae	bovin, porc	-	entérite, neurocysticercose
Dicrocoelium dendriticum	bovin, ovin, caprin	planorbe, fourmis	cholangite distomienne
Dipylidium caninum	chien, chat	puces	entérite
Echinococcus granulosus	chien, ovin, porc	-	kyste hydatique
Fasciola hepatica	bovin, ovin, caprin, zébu, cheval	limnée	cholangite distomienne
Hymenolepis nana	-	rat, souris, ver de farine	entérite
Toxocara canis, T. cati, T. vitulorum	chien, chat, bovin	-	larva migrans

d'infestation par les ancylostomes (prévalence de 95%), 17 cas d'échinococcose (prévalence de 21.25%) et 7 cas d'infestation par *Toxocara* (prévalence de 8.75%). Parallèlement, des examens nécropsiques portant sur 20 chiens accidentés ont permis de déceler la présence de *Dipylidium* (prévalence de 35%) et de confirmer la présence des échinocoques (prévalence de 25%), celles de *Toxocara* (5%) et d'*Ancylostoma* (5%).

Taux de prévalence chez le rat

Cette recherche qui concerne l'angiostrongylose a *Angiostrongylus cantonensis* et a été menée sur 2 espèces de rat (Figure 2) ; *Rattus rattus* et *Rattus norvegicus* capturées dans 2 sites différents de Port-au-Prince, Damien et Carrefour (1, 15). Les examens nécropsiques du cœur droit et de l'artère pulmonaire de 23 rats issus desdits sites ont permis de relever une prévalence de 30.43%. Il n'a pas été noté de différence significative entre le taux d'infestation de *R. rattus* et celui de *R. norvegicus*. Concomitamment, l'exploration de l'estomac des rats à permis de mettre en évidence la présence d'acanthocéphales du genre *Moniliformis* (prévalence de 75%).

Taux de prévalence chez le porc

Il a été étudié à partir d'un total de 172 porcs examinés à l'abattoir de La Fossette, Cap-Haitien et d'un échantillon de 20 sujets examinés à l'abattoir de la Croix des Bouquets de Port-au-Prince (1). Dans le premier cas, l'examen des foies et des poumons a permis de relever 5% d'hydatidose hépatique et 0.6% de cysticercose pulmonaire à *C. bovis* (Figure 3). Dans le second cas, l'examen du petit intestin a révélé la présence d'acanthocéphales (*M. hirudinaceus*) dans 100% des cas (Figure 4).

Taux de prévalence chez les ruminants

Elle a été précisée pour la fasciolose, la dicrocoeliose, la cysticercose, la balantidiose et l'échinococcose (3, 4, 17).

Chez les bovins, sur 1518 sujets examinés dans 16 abattoirs répartis à travers tout le pays, il a été noté une prévalence de 10 à 26% pour la fasciolose hépatique (26% à Torbeck) (Figure 5), 1.1% pour la cysticercose pulmonaire et 0.3% pour l'échinococcose hépatique. L'inspection sanitaire portant sur 639 caprins a permis de relever 2.97% de cas de cysticercose pulmonaire, 1.09% de distomatose hépatique à *D. dendriticum* et 0.94% d'hydatidose hépatique. Chez les ovins, les observations portant sur 95 blocs hépato-pulmonaires ont révélé

Figure 2. Vue d'un spécimen de rat capturé à Carrefour

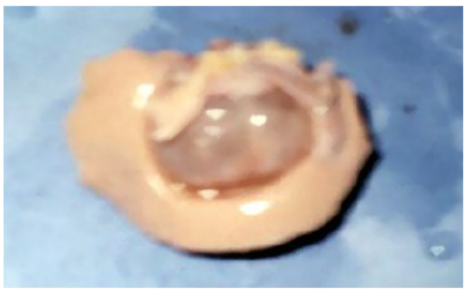


Figure 3. Vue d'un kyste hydatique dans un fragment de foie de porc

Figure 4. Vue d'un acanthocéphale (*Macracanthorhynchus hirudinaceus*) prélevé chez le porc (grandeur normale : 5 à 10 mm de longueur pour le mâle et 10 à 40 cm pour la femelle)

Figure 5. Vue de grandes douves (*Fasciola hepatica*) extraites d'un foie de bovin (15 à 30 mm de longueur)

3.16% de distomatose hépatique à *D dendriticum*, 3.16% de cysticercose hépatique à *C. tenuicollis* et 2.10% d'hydatidose hépatique.

D'autres investigations menées sur 100 bovins en zone irriguée, par examen coproscopique utilisant la technique de flottaison, ont permis de déceler, à Torbeck dans le sud d'Haïti, une prévalence de 17% pour la distomatose hépatique à *F. hepatica* (Figure 5), 16% pour la distomatose hépatique à *D. dendriticum* tandis que 9% des sujets ont été trouvés porteurs de kystes de *B. coli*. Dans le même département, il a été relevé, à Camp Perrin, un taux de prévalence de 26% pour la distomatose hépatique bovine à *D. dendriticum ;* à Chantal, des taux de prévalence de 8% et de 4% respectivement pour la fasciolose et la dicrocoeliose hépatique bovine.

Après analyse des données, il y a lieu de retenir les points essentiels suivants : la confirmation de la présence en Haïti, de *Angiostronylus cantonensis* chez le rat en 2003 (Raccurt *et al.* 2003) ; les fortes prévalences obtenues pour l'acanthocéphalose porcine (100%), l'ancylostomose canine (95%), la dipylidiose canine (35%), l'angiostrongylose murine (30.43%), la toxoplasmose féline (32.9%), la fasciolose hépatique bovine (26%), l'échinococcose canine (21.25%), la toxocarose féline (20.24%) ; la découverte pour la première fois en Haïti (Torbeck), de kystes de *Balantidium coli* à l'examen coproscopique chez les bovins avec une prévalence de 9.13%. En effet, jusqu'à 2013, il existait peu d'informations concernant *B. coli* dans la région caraïbe (7) et aucune information sur sa présence en Haïti (1, 5). La présence de ces kystes chez les bovins à Torbeck doit motiver une enquête sur la balantidiose porcine dans le sud d'Haïti en vue de confirmer sa présence chez le porc et d'évaluer ensuite au niveau national, le risque qu'elle présente pour l'homme dans ce pays où endémie VIH et malnutrition coexistent. La confirmation chez le rat, de l'angiostrongylose devrait motiver un dépistage chez l'homme, en particulier les enfants présentant des symptômes de méningite ou des lésions de méningo-encéphalite.

Ces données montrent qu'en l'absence d'investigations chez l'homme, le danger potentiel et immédiat existe pour ces 9 principales zoonoses parasitaires dont les animaux réservoirs vivent à proximité de l'homme. Le risque à partir du chien vient de la forte prévalence de l'ancylostomose, de l'échinococcose et de la dipylidiose.

La toxocarose prédomine chez le chat, ce qui expose les humains (enfants et adultes) à la contamination après des contacts fréquents avec ces animaux. Une corrélation entre la toxocarose et la fréquence de l'épilepsie chez l'homme est à rechercher. De plus, la cysticercose, identifiée au niveau pulmonaire, a une faible prévalence chez le porc et le bœuf mais il s'agit d'une localisation erratique susceptible de renseigner sur la situation au niveau musculaire, lieu d'élection principale des cysticerques. Ceux-ci, à l'instar des toxocara, peuvent être impliqués dans les manifestations de l'épilepsie (1, 9, 12) chez l'homme contaminé.

La distomatose hépatique prédomine chez les bovins avec une forte prévalence. Aucune 'information n'est disponible sur la situation chez l'homme en Haïti. Toutefois, la consommation de cresson cru faisant partie des habitudes alimentaires haïtiennes et la forte prévalence chez les bovins sont des circonstances favorisantes de cette parasitose chez l'homme. Des investigations chez l'homme apparaissent comme très utiles sur le plan sanitaire.

La toxoplasmose a été clairement dépistée chez l'homme et chez le chat en Haïti (16). Il reste à insister sur les campagnes d'éducation sanitaire pour les personnes à risques (femmes enceintes, patients infectés par le VIH) avec les conseils hygiéno-diététiques adaptés.

La cryptosporidiose est également bien identifiée chez l'homme et les oocystes mis en évidence dans l'eau de boisson (6, 14) .Le contrôle efficace de cette denrée reste le meilleur moyen de prévention.

La giardiose est considérée comme fréquente en Haïti chez l'homme avec une forte prévalence (1). Chez le chat, la prévalence quoique faible (2.38%) doit attirer l'attention des responsables de santé car ces animaux représentent un réservoir auxiliaire d'infection pour l'homme.

Conclusion

Ces zoonoses (balantidiose, toxocarose, fasciolose, échinococcose) bien connues chez l'animal, souvent méconnues chez l'homme méritent donc une plus grande attention du fait des risques importants pour la santé humaine. Certaines sont plus graves du fait des lésions cérébrales : toxoplasmose, cysticercose, angiostrongylose.

Une éducation sanitaire ciblée permanente s'avère indispensable pour protéger les personnes exposées. Des protocoles de dépistage systématique devraient être mis en place en présence des symptômes peu évocateurs et des enquêtes épidémiologiques réalisées à l'échelle du pays en vue de mieux évaluer les risques au sein de la population.

Références bibliographiques

1. Blaise J., Raccurt C. P. 2009. Introduction aux maladies parasitaires d'Haïti : zoonoses et santé humaine. Port-au-Prince, Edi-

tions de l'Université d'Etat d'Haïti, 83p.

2. Blaise J., Raccurt C. P. 2007. Distomatose hépatobiliaire et Echinococcose-hydatidose des animaux domestiques en Haïti. Paris, OIE, Numéro pluri thématique de la Revue Scientifique et Technique, volume 26(3)741-746.

3. Blaise J. 2001. Prévalence et fréquence des lésions parasitaires du foie et du poumon des ruminants en Haïti. Revue de Médecine Vétérinaire, 152 (3)269-274.

4. Blaise J. 1995. Prévalence des lésions parasitaires du foie et du poumon des ruminants en Haïti. Parasitology Research in Africa, Bobo-Dioulasso, Burkina-Faso, International Foundation for Science, p. 307-317.

5. Boughton I. B. 1931. Parasitologie des animaux domestiques. Port-au-Prince, Haïti, Imprimerie de l'Etat, 173p.

6. Bras A., Emmanuel E., Obiscon L., Brasseur P., Pape J. W., Raccurt C. P. 2009.Evaluation du risque biologique du à *Cryptosporidium sp*. Présent dans l'eau de boisson à Port-au-Prince (Haïti). Environnement, Risques et Santé, 6 : 355-364.

7. Clyti E., Aznar C., Couppie P., El Guedj M., Carme B., Pradinaud R. 1998. Un cas de co-infection par *Balantidium coli* et VIH en Guyane française. Bull. Soc. Pathol. Exot., 98 : 372-378.

8. Deronnette E. 2000. Contribution au dépistage de la toxoplasmose chez l'homme et chez le chat dans 2 régions du département de l'Ouest d'Haïti. Mémoire, FAMV, Damien, UEH, 45p.

9. Euzéby J. 1984. Les parasitoses humaines d'origine animale. Caractères épidémiologiques. Paris, Flammarion, Médecine-Sciences, 324p

10. Euzéby J. 1982. Diagnostic expérimental des helminthoses animales. Diagnostic post-mortem. Paris, Institut Technique des Services Vétérinaires, 360p.

11. Mayette E. 2003. Contribution à l'étude de la prévalence de l'échinococcose canine dans la plaine du Cul-de-Sac. Mémoire, FAMV, Damien, UEH, 43p.

12. O'Fel A. 1990. Parasitologie, Mycologie. Maladies parasitaires et fongiques, 4e édition. Paris, Association Française des Professeurs de Parasitologie, éditions C et R, 412p.

13. Raccurt C. P., Brasseur P., Verdier R. I. 2006a. Cryptosporidiose humaine et espèces en cause en Haïti. Trop. Med. Intern. Health, 11 : 924-934.

14. Raccurt C. P., Verdier R. I., Brasseur P., Dei-Cas E., Pape J. W. 2006c. Cryptosporidium felis chez deux malades VIH+ en Haïti. Méd. Mal. Infect., ,36 :S173.

15. Raccurt C. P., Blaise J., Durette-Desset M. C. 2003. Présence d'*Angiostrongylus cantonensis* en Haïti. Trop. Med. Intern. Health, 8: 423-426.

16. Raccurt C. P., Déronnette E., Blaise J., Millien M. 2000. *Toxoplasma gondii* chez l'homme et chez le chat à Port-au-Prince (Haïti). Revue de Médecine Tropicale, Marseille, 60 : 410-411

17. Saint-Paul R. 2013. Contribution à l'étude coproscopique des parasites gastro-intestinaux et hépatiques des bovins dans la plaine des Cayes. Mémoire, FAMV, Damien, UEH, 57p.

18. Valbrun J. 1983. Contribution à l'étude des parasites internes des bovins dans la plaine du Cul-de-Sac. Mémoire, FAMV, Damien, UEH, 88p.

Qualités physico-chimiques de l'eau dans le bassin versant d'Ennery-Quinte, Artibonite

P. Duvivier, Département de phytotechnie, J. Blaise, Département de Production Animale, et N. Gonomy, Département de Génie Rural (GNR), Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), Université d'Etat d'Haïti (UEH)

RESUME

Duvivier P., Blaise J. et Gonomy N. 2015. Qualités physico-chimiques de l'eau dans le Bassin-Versant d'Ennery-Quinte, Artibonite. RED 7 (1) : 14 - 23

Une étude a été réalisée entre Janvier et Septembre 2012 pour déterminer les qualités physico-chimiques de l'eau du Bassin-Versant Ennery-Quinte pour l'irrigation et la boisson. Ce Bassin-Versant est subdivisé en quatre sous-bassins : Ennery-Marmelade, Bayonnais, Labranle et Bassin Magnan. Après un inventaire des ressources hydriques et un relevé au Global Positioning System (GPS) des coordonnées géographiques des points d'eau, un échantillonnage prenant en compte les sous-bassins-versants, les sources et les rivières a été réalisé et 60 prélèvements d'eau ont été effectués. Parmi ces 60 échantillons, 17 ont été prélevés sur des rivières (six à Ennery-Marmelade, cinq à Bayonnais, quatre à Labranle et deux à Bassin Magnan). Les 43 autres provenaient des sources. Les échantillons ont été analysés au Laboratoire de Chimie de la FAMV pour 26 paramètres physico-chimiques et les résultats ont été comparés aux normes en vigueur. Un total de 108 sources a été inventorié, dont 44 à Ennery-Marmelade, 19 à Bayonnais, 16 à Labranle et 29 à Bassin Magnan. Les résultats des analyses physico-chimiques ont montré que pour l'ensemble du Bassin-Versant, les caractéristiques physico-chimiques de l'eau au moment des prélèvements ont été satisfaisantes pour 22 paramètres analysés pour l'irrigation et pour 21 paramètres analysés pour la boisson. Pour l'irrigation, la dureté totale de l'eau a été trop élevée dans l'ensemble du Bassin-Versant. Ces résultats ont révélé des teneurs en cuivre trop élevées à Ennery-Marmelade, Bayonnais et Bassin Magnan. Les teneurs en potassium à Ennery-Marmelade (sauf dans les sources), Labranle et Bassin Magnan et les teneurs en nitrates à Labranle (sources) ont dépassé les limites admises. Pour la boisson, les teneurs de l'eau en plomb ont été trop élevées et les teneurs en magnésium ont été trop faibles dans l'ensemble du Bassin-Versant. Les teneurs en cuivre ont été trop élevées, sauf à Labranle. Les teneurs en calcium ont été trop faibles, sauf pour les sources de Bayonnais et de Bassin Magnan. Les teneurs en matières en suspension ont été trop élevées à Ennery-Marmelade (sources), Bayonnais (rivière et sources) et Bassin Magnan (rivière).

Mots clés : cuivre, plomb, teneurs élevées, toxicité

ABSTRACT

Duvivier P., Blaise J. et Gonomy N. Physico-chemical qualities of water in Ennery-Quinte Watershed, Artibonite. RED 7 (1) : 14 - 23

A study was carried out between January to September in Ennery-Quinte Watershed to determine the physico-chemical qualities of water for irrigation and drinking. The watershed is divided into four subwatersheds: Ennery-Marmelade, Bayonnais, Labranle et Bassin Magnan. After an inventory of the water resources and the identification of the geographical coordinates of the water bodies using a Global Positioning System (GPS) apparatus, 60 water samples were collected. The sampling method took into account the subwatersheds, the sources and the rivers. Out of the 60 samples, 17 were taken from rivers, of which six in Ennery-Marmelade, five in Bayonnais, four in Labranle and two in Bassin Magnan. The 43 others were taken from the sources. The samples were analyzed in the Chemistry Laboratory of FAMV for 26 physico-chemical parameters and the results were compared to the norms in use. A total of 108 sources were inventoried, of which 44 in Ennery-Marmelade, 29 in Bayonnais, 19 in Labranle, and 16 in Bassin Magnan. The results of the chemical analysis showed that for the whole watershed, the characteristics were satisfactory for *22* parameters considered for irrigation water and 21 for drinking water. For irrigation, the total hardness of the water was too high for the whole watershed. The copper contents were too high in Ennery-Marmelade, Bayonnais and Bassin Magnan subwatersheds. The potassium contents in Ennery-Marmelade (except sources), Labranle, and Bassin Magnan and the nitrates contents in the sources of Labranle were higher than the limit values accepted. For drinking, the lead contents of the water were too high and the magnesium contents were too low in the whole watershed. The copper contents were too high, except in Labranle. The calcium contents were too low in the whole watershed, except in samples from the sources of Bayonnais and Bassin Magnan. The dispersed particles contents were too high in Ennery-Marmelade (sources), Bayonnais (river and sources) and Bassin Magnan (river).

Keywords: copper, lead, high contents, toxicity

Introduction

Le problème de l'eau en Haïti a toujours été préoccupant, non seulement du point de vue de la quantité, mais encore aujourd'hui du point de vue de la qualité. Les ressources en eaux naturelles du pays sont représentées par les eaux de surface (fleuves et rivières) dont 60% proviennent du Fleuve Artibonite, des Trois Rivières, de la Rivière de la Grande Anse, des rivières de l'Estère et de Cavaillon (1) et les eaux souterraines. Ces eaux auxquelles on a recours tant pour la boisson que pour l'irrigation sont exposées à la pollution d'origines diverses et ne devraient pas être utilisées sans un contrôle préalable. Dans ce contexte, le Ministère de l'Agriculture, des ressources Naturelles et du développement Rural (MARNDR), à travers le PIA, a commandé une étude des qualités physico-chimiques des ressources hydriques du Bassin-Versant Ennery-Quinte, l'un des grands bassins versants ciblés par les programmes dudit ministère.

La réalisation de cette étude par les laboratoires de la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV) devrait permettre de générer des données à partir desquelles sera basée l'assistance agronomique à fournir aux consommateurs et aux exploitants agricoles. La connaissance de la valeur des paramètres analysés est insuffisante pour certains métaux lourds très néfastes pour la santé humaine tels le cuivre et le plomb. Ceux-ci sont naturellement présents dans certains minerais rencontrés dans plusieurs régions d'Haïti, en particulier dans le Département de l'Artibonite (9) et peuvent affecter les qualités des eaux. Ce travail se propose de réaliser une étude exhaustive des quali-

tés physico-chimiques des eaux du Bassin-Versant Ennery-Quinte et de faire les recommandations appropriées.

Matériels et méthode

Inventaire des ressources hydriques

La liste des sources et des rivières et la carte du réseau hydrographique du Bassin-Versant ont été obtenues auprès du Bureau de Coordination du PIA. Le Bassin-Versant Ennery-Quinte est subdivisé en quatre sous-bassins (Ennery-Marmelade, Bayonnais, Labranle et Bassin Magnan). Les quatre sous bassin-versants ainsi que la basse plaine des Gonaïves ont été explorés. Au cours des visites d'exploration, l'ensemble des sources du bassin versant ont été inventoriées et une liste exhaustive a été constituée et comparée avec celle fournie par le Bureau de Coordination du PIA. Les coordonnées géographiques des sources ont été déterminées, utilisant un GPS de marque Garmin, en vue de l'établissement d'une carte de leur distribution. Le parcours des rivières principales a été repéré sur une carte du réseau hydrographique et validé sur le terrain.

Echantillonnage et prélèvement d'échantillons

Les prélèvements d'échantillons d'eau ont été effectués au niveau des quatre sous-bassins. Un total de 60 échantillons a été prélevé dans l'ensemble des quatre sous-bassins en utilisant un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié. Chaque sous-bassin a été considéré comme une strate. L'ensemble des sources inventoriées dans chaque sous-bassin constituait une base d'échantillonnage pour le sous-bassin. Des échantillons d'eau ont été prélevés dans 40% des sources inventoriées. Ce pourcentage correspondait à 43 prélèvements dans les sources, dont 19 à Ennery-Marmelade, 7 à Bayonnais, 6 à Labranle et 11 à Bassin Magnan. Les tirages ont été faits de manière aléatoire. Un code numérique a été attribué à chaque source inventoriée. Puis, la fonction RANBETWEEN du logiciel Excel a été utilisée pour générer des nombres aléatoires à l'intérieur de la gamme des nombres attribués. Le tableau 1 présente les noms des sources dans lesquelles des échantillons ont été prélevés par sous-bassin versant et leur localisation, incluant leurs coordonnées géographiques.

En plus des 43 prélèvements dans les sources, 17 prélèvements ont été

Tableau 1. Liste des sources dans lesquelles des échantillons ont été prélevés et leur localisation, incluant leurs coordonnées géographiques

Source #	Nom Source	# Point	Coordonnées GPS X	Coordonnées GPS Y	Localité	Zone	Source captée
Sous-Bassin-Versant Ennery-Marmelade							
1	Ti Pyè	871	764043	2154915	Pascal	Ennery	Oui
2	Gran Kay	873	764041	2154134	Pascal	Ennery	Non
3	Chanson	874	764393	2153246	Haut-Pascal	Ennery	Oui
4	Bisket/Lector	997	766099	2152634	Bisket	Savane carré	Oui
5	Jeune	998	769389	2149340	Laury	Savane carré	Oui
6	Cresson	881	767304	2149983	Livoisin	Savane carré	Non
7	Cense	882	766018	2156278	Cense 2	Puilboro	Non
8	Liquoi 1	941	756964	2158864	Dufosse	Passe-Reine	Non
9	Trompette	944	759216	2159602	Goyard	Passe-Reine	Oui
10	Nan Source	946	759948	2158212	Desire	Passe-Reine	Oui
11	Minguette	948	761095	2159558	Minguette	Passe-Reine	Oui
12	Brillant	950	758572	2158780	Nan Minis	Passe-Reine	Non
13	Debois	979	775062	2158994	Bas Rivière	Platon/Marmelade	Non
14	Denord	980	774564	2158827	Nan Denord	Platon/Marmelade	Non
15	Kachay	983	774550	2159475	Bauche	Platon/Marmelade	Oui
16	Victoria	988	771502	2160737	Victoria	Platon/Marmelade	Non
17	Puilbalo	995	762700	2153984	Puilbalo	Ennery	Non
18	Mousambé	996	764618	2155266	Mousambé	Ennery	Oui
19	Fleury	999	769014	2151056	Laury	Savane carré	Non
Sous- Bassin-Versant Bayonnais							
20	Tête source	951	755382	2156378	Tête Source	La Source	Non
21	Patousen	952	755354	2155881	Patousen	La Source	Non
22	Jilo	964	758520	2148886	Nan jilo	Savane ronde	Non
23	Elia	969	760531	2147491	Zorange	Cagace	Non
24	Bwadibout	972	761366	2147315	Raymond	Cagace	Non
25	Foucad	973	761754	2148281	Foucad	Cagace	Oui
26	Innocent	974	761192	2149144	Michal Paul	Cator	Non
Sous-Bassin-Versant Labranle							
27	Passe source	923	749781	2169376	Gotiche	Dorlette	Non
28	Dema 2	928	752065	2169664	Dema	Bras à droite	Non
29	Source Glassi	929	752260	2169809	Glassi	Bras à droite	Non
30	Source Deye 2	931	753268	2169901	Deye	Bras à droite	Non
31	Bengo	934	754583	2170498	Chatelain	Bras à droite	Non
32	Popot 2	939	750666	2170870	Nan Popot	Bras à gauche	Non
Sous BassinVersant Bassin Magnan							
33	Chery	890	737305	2164888	Nan Davi	Bassin Magnan	Non
34	Cadet 1	891	737821	2164354	Nan Casse	Bassin Magnan	Oui
35	Parenn	895	738647	2164381	haut Korail	Bassin Magnan	Non
36	Tisson	896	738717	2164273	Korail	Bassin Magnan	Non
37	Bas cadet	897	738315	2164472	Bas cadet	Bassin Magnan	Non
38	Ti kajou	899	738184	2164844	Nan kajou	Bassin Magnan	Non
39	Timeron	900	739105	2165132	Meron	Bassin Magnan	Non
40	Jn Mary	907	741144	2167871	Montaca	Declin	Non
41	Puante	914	740358	2162569	Zoranj si	Bassin Magnan	Non
42	Grand coursier	918	741901	2161685	Kolonne	Bassin Magnan	Non
43	Nan mapou	905	741326	2162889	Cinq carreau	Bassin Magnan	Non

effectués sur les rivières. La longueur de chaque rivière a été mesurée sur la carte du réseau hydrographique. Un sous-échantillon de points équidistants de prélèvement a été repéré sur chaque rivière. Ces points ont été répartis comme suit : 6 sur Ennery-quinte, 5 sur Bayonnais, 4 sur Labranle et 2 sur Sedren ; soit un total de 17 points. Le nombre de points prélevés sur chaque rivière a été fonction de la longueur du parcours de la rivière sur le sous-bassin-versant. Après l'échantillonnage, des missions ont été effectuées sur le terrain pour prélever les échantillons d'eau à analyser dans les sources préalablement repérées au GPS. Des ortho photo plans du Bassin-Versant Ennery-Quinte ont été utilisés pour la digitalisation du réseau hydrographique et l'identification des points de prélèvement. Le logiciel Arc Gis et des polygones de délimitation

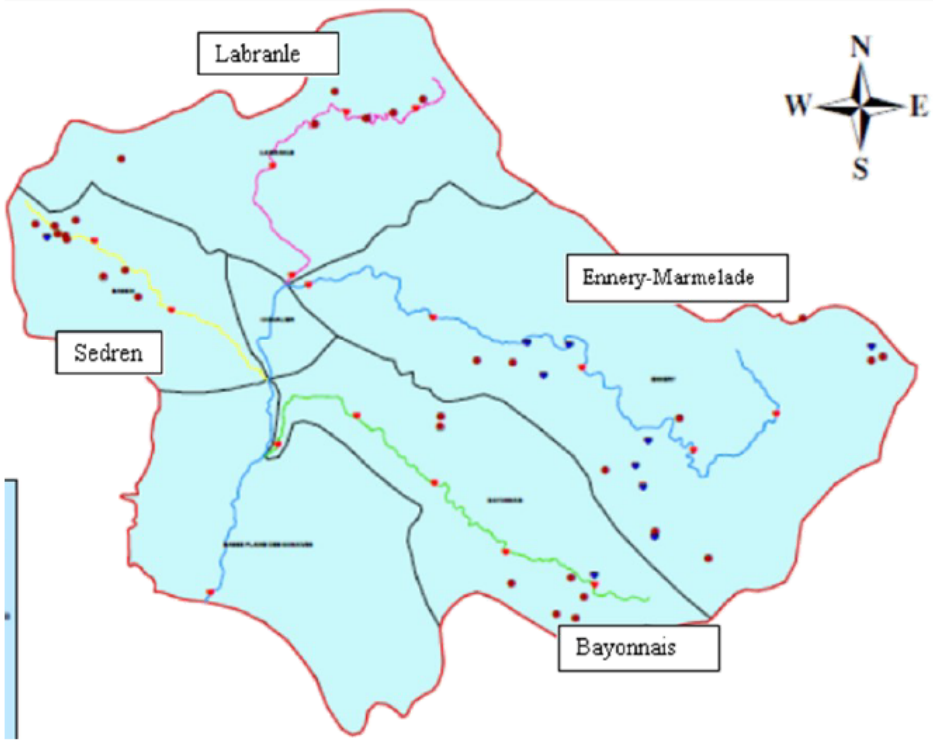


Figure 1. Carte de prélèvement des échantillons d'eau dans les sources du Bassin-Versant Ennery-Quinte

Tableau 2. Valeurs observées (moyennes± Ecart-type, n=6) des paramètres physico-chimiques de l'eau de la Rivière Ennery-Marmelade

Paramètre	Unité	Valeur observée	Normes	
			Boisson	Irrigation
Caractéristiques de base				
pH		6,94±3,26	6.5 - 9.2	5,5-8,5
Dureté totale	mg$CaCO_3$/l	228,22±29,82	Max 500	0-90
Alcalinité	mg$CaCO_3$/l	253,84±26,98	...	0-400
Matières en suspension	mg / l	4,50±5,54	Max 5	0-50
Indicateurs de salinité				
CE	µmhos/cm	533,33±93,52	Max 1250	0-3000
TDS	mg/l	314,33±59,85	0-800	0-2000
NaCl	mg NaCl/l	259,17±49,64	Max 2000	...
Anions				
Chlorures	mg Cl/l	22,53±13,78	Max 250	0-1050
Nitrates	mgNO_3/l	0,00±0,00	Max 50	0-10
Nitrites	mg NO^{2-}/l	3,34±8,17	Max 0.1	...
Phosphates	mg PO_4^{2-}/l	0,20±0,39	Max 2	0-2
Sulfates	mg SO_4^{2-}/l	29,17±15,44	Max 250	0-960
Fluor	mg F^-/l	0,18±0,24	1-2	0-1
Ammoniaque	Mg NH_4^+/l	0,07±0,02	Max 0.5	0-5
Hydrogénocarbonates	mg HCO^-/l	309,68±32,91	...	0-610
Carbonates (TA)	mg CO^-/l	0,67±1,17	...	0-30
Cations				
Calcium	mg Ca^{2+}/l	69,64±22,62	80 - 100	0-400
Magnésium	mg Mg^{2+}/l	15,81±5,37	80 - 100	0-60
Sodium	mg Na^+/l	55,98±60,20	Max 200	0-920
Taux d'adsorption de Na (SAR)		1,61±1,78	...	0-9
Fer	mg Fe^{2+}/l	0,01±0,01	Max 0.3	0-5
Potassium	mg K^+/l	2,02±1,01	Max 12	0-2
Métaux lourds				
Arsenic	µg As / l	0,10±0,06	Max 10	100
Cuivre	mg Cu / l	3,14±0,74	Max 2	0-0,2
Plomb	mg Pb / l	0,36±0,36	Max 0.01	0-5,0
Zinc	mg Zn / l	0,44±0,21	Max 3	0-2,0

ont été utilisés pour la délimitation du Bassin-Versant et ses sous-bassins. La figure 1 montre la répartition géographique des sources et des points sur les rivières dans lesquelles des échantillons ont été prélevés par sous-bassin-versant.

Analyses de laboratoire

Un total de 26 paramètres physico-chimiques a été retenu pour chaque échantillon. Le pH a été mesuré utilisant un pH-mètre à électrode. La dureté totale, l'alcalinité, le calcium, le magnésium, les chlorures, les carbonates et les hydrocarbonates ont été déterminés par titrimétrie. Les matières en suspension ont été déterminées par microfiltration. Une étuve Fisher isotemp, Modèle 310, a été utilisée pour le séchage. Une balance analytique, modèle – ADAM AAA 300L, de capacité : 300g et de sensibilité : 0,1 mg a été utilisée pour les pesées. Les paramètres de salinité : conductivité électrique (CE) et teneur en NaCl, ont été mesurés avec un conductivimètre DREL 5/ HACH. Les solides dissous totaux (TDS) ont été déduits de la CE (TDS= CE en microhms/ cm*0,64). Un spectrophotomètre aqualitique, modèle : AL 800 a été

utilisé pour déterminer les nitrates, les nitrites, le fer et le plomb avec des limites de détection minimales respectives de 4, 0.03, 0.01 et 0.1 mg/l. La détermination des phosphates, des sulfates, du fluor, de l'ammoniac et du cuivre a été effectuée en utilisant un spectrophotomètre HANNA – Modèle C 99 – Multiparamètre bench photometer – Série : H 97513. Le sodium et le potassium ont été dosés utilisant un photomètre de flamme SHERWOOD, modèle 410. Le taux d'absorption du sodium (SAR) a été déduit par calcul à partir des teneurs en calcium, magnésium et sodium exprimées en meq/l [SAR=Na/√((Ca+Mg)/2)]. L'arsenic a été dosé par la méthode de Cribier (2).

Traitement des données et interprétation des résultats

Les données brutes obtenues ont été soumises à une analyse statistique descriptive. Pour chaque paramètre, la moyenne et l'écart-type ont été calculés. Les normes OMS ont été utilisées pour interpréter résultats relatifs à la qualité de l'eau de boisson. Les résultats ont été interprétés au regard des normes de qualités physico-chimiques des eaux destinées à la boisson (6) et à l'irrigation (3, 4, 5, 7, 8 et 10). Les résultats obtenus sont présentés par sous-bassin-versant, séparément pour les échantillons provenant des sources et ceux provenant des rivières.

Résultats et discussion

Caractéristiques physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés sur le Sous-Bassin -Versant Ennery- Marmelade

Echantillons d'eau prélevés sur la Rivière Ennery-Marmelade

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés sur la rivière Ennery sont présentés dans le tableau 2. Ces résultats montrent qu'au moment des prélèvements, les qualités physico-chimiques de l'eau ont été acceptables pour l'irrigation sur la base de 23 des 26 paramètres testés pour l'irrigation (pH, alcalinité, matières en suspension, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrates, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, calcium, magnésium, sodium, SAR, fer, arsenic, plomb et zinc). Cependant, la dureté totale a été de 228.10 mg/l $CaCO_3$. Elle s'est révélée trop élevée par rapport aux valeurs normales fixées entre 0 et 90 mg/l $CaCO_3$. En effet, entre 90 et 335 mg $CaCO_3$/l, la dureté totale indique un risque modéré de précipitation du calcium et du magnésium. Quand ce phénomène se produit, le pourcentage de sodium lié aux particules d'argile par rapport au total des cations échangeables augmente et entraîne une augmentation de la salinité/sodicité du sol. Les teneurs en potassium (2.26 mg/l en moyenne) ont dépassé légèrement les limites admises qui sont de 0 à 2 mg/l, tandis qu'avec une valeur moyenne de 3.19 mg/l, les teneurs en cuivre ont dépassé largement la limite admise qui est de 0.2 mg/l.

Pour la boisson, les qualités physico-chimiques des échantillons d'eau analysés ont été acceptables pour 22 des 26 paramètres retenus (pH, dureté totale, alcalinité, matières en suspension, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrates, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, sodium, SAR, fer, potassium, arsenic et zinc). La concentration en cuivre (3.19 mg/l) a dépassé la valeur limite (2 mg/l). De même, la teneur en plomb (0.21 mg/l) a dépassé la valeur limite qui est de 0.01 mg/l. Quant aux teneurs en Ca (69,64 mg/l) et en Mg (15,81mg/l), elles se sont révélées trop faibles par rapport aux limites normales fixées (entre 80 et 100 mg/l).

Tableau 3. Valeurs observées (moyennes± Ecart-type, n=19) des paramètres physico-chimiques de l'eau des sources de Ennery-Marmelade

Paramètre	Unité	Valeur observée	Normes	
			Boisson	Irrigation
Caractéristiques de base				
pH		7,87±0,32	6.5 - 9.2	5,5-8,5
Dureté totale	mg$CaCO_3$/l	230,35±49,74	Max 500	0-90
Alcalinité	mg$CaCO_3$/l	227,87±51,63	...	0-400
Matières en suspension	mg / l	19,32±46,11	Max 5	0-50
Indicateurs de salinité				
CE	µmhos/cm	498,42±117,85	Max 1250	0-3000
TDS	mg/l	318,99±75,42	0-800	0-2000
NaCl	mg NaCl/l	261,05±71,29	Max 2000	...
Anions				
Chlorures	mg Cl/l	11,62±13,10	Max 250	0-1050
Nitrates	mgNO_3^-/l	2,37±3,53	Max 50	0-10
Nitrites	mg NO^{2-}/l	0,00±0,00	Max 0.1	...
Phosphates	mg PO_4^{2-}/l	0,10±0,06	Max 2	0-2
Sulfates	mg SO_4^{2-}/l	19,08±11,45	Max 250	0-960
Fluor	mg F^-/l	0,03±0,06	1-2	0-1
Ammoniaque	Mg NH_4^+/l	0,07±0,03	Max 0.5	0-5
Hydrogénocarbonates	mg HCO^-/l	278,78±67,88	...	0-610
Carbonates (TA)	mg CO^-/l	0,81±1,35	...	0-30
Cations				
Calcium	mg Ca^{2+}/l	74,71±20,29	80 - 100	0-400
Magnésium	mg Mg^{2+}/l	12,14±7,96	80 - 100	0-60
Sodium	mg Na^+/l	28,43±18,91	Max 200	0-920
Taux d'adsorption de sodium (SAR)		0,78±0,50	...	0-9
Fer	mg Fe^{2+}/l	0,00±0,01	Max 0.3	0-5
Potassium	mg K^+/l	1,57±1,74	Max 12	0-2
Métaux lourds				
Arsenic	µg As / l	0,10±0,06	Max 10	100
Cuivre	mg Cu / l	2,86±1,38	Max 2	0-0,2
Plomb	mg Pb / l	0,19±0,12	Max 0.01	0-5,0
Zinc	mg Zn / l	0,34±0,22	Max 3	0-2,0

Echantillons d'eau prélevés dans les Sources du Sous-Bassin-Versant Ennery-Marmelade

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés dans les sources du Sous-Bassin-Versant Ennery-Quinte sont présentés dans le tableau 3. Ces résultats montrent qu'au moment des prélèvements, les qualités physico-chimiques de l'eau ont été acceptables pour l'irrigation sur la base de 24 des 26 paramètres testés (pH, alcalinité, matières en suspension, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrates, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, calcium, magnésium, sodium, SAR, fer, potassium, arsenic, plomb et zinc). La dureté totale a été de 230.35 mg/l $CaCO_3$. Elle s'est révélée trop élevée par rapport aux normes qui sont de 0 à 90 mg/l $CaCO_3$. Avec une valeur moyenne de 2.86 mg/l, les teneurs en cuivre ont dépassé largement la limite maximale admise qui est de 0.2 mg/l.

Pour la boisson, les qualités physico-chimiques des échantillons d'eau analysés ont été acceptables pour 21 des 26 paramètres retenus (pH, dureté totale, alcalinité, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrates, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, Na, SAR, Fe, K, As et Zn). La teneur en Cu observée (2.86 mg/l) a dépassé la limite maximale de 2 mg/l admise. De plus, la teneur en Pb qui a été de 0.19 mg/l, a dépassé largement la limite maximale de 0.01 mg/l admise. La teneur en matières en suspension (19.32 mg/l) a été aussi supérieure à la valeur maximale admise qui est 5 mg/l. Quant aux teneurs en Ca (74.71 mg/l) et en Mg (12.14 mg/l), elles se sont révélées trop faibles par rapport aux limites normales fixées entre 80 et 100 mg/l.

Tableau 4. Valeurs observées (moyennes± Ecart-type, n=5) des paramètres physico-chimiques de l'eau de la Rivière Bayonnais

Paramètre	Unité	Valeur observée	Normes	
			Boisson	Irrigation
Caractéristiques de base				
pH		8,33±0,15	6.5 - 9.2	5,5-8,5
Dureté Totale	mg$CaCO_3$/l	214,15±32,15	Max 500	0-90
Alcalinité	mg$CaCO_3$/l	360,12±201,12	...	0-400
Matières en suspension	mg / l	9,20±7,26	Max 5	0-50
Indicateurs de salinité				
CE	µmhos/cm	532±167,69	Max 1250	0-3000
TDS	mg/l	340,48±107,32	0-800	0-2000
NaCl	mg NaCl/l	252±79,18	Max 2000	...
Anions				
Chlorures	mg Cl/l	12.86±8.06	Max 250	0-1050
Nitrates	mgNO_3/l	4,79±6,56	Max 50	0-10
Nitrites	mg NO^{2-}/l	0,012±0,02	Max 0.1	...
Phosphates	mg PO_4^{2-}/l	0,10±0,07	Max 2	0-2
Sulfates	mg SO_4^{2-}/l	23,86±15,21	Max 250	0-960
Fluor	mg F^-/l	0,52±0,50	1-2	0-1
Ammoniaque	Mg NH_4^+/l	0,09±0,05	Max 0.5	0-5
Hydrogénocarbonates	mg HCO^-/l	439,35±245,37	...	0-610
Carbonates	mg CO^-/l	0,05±0,12	...	0-30
Cations				
Calcium	mg Ca^{2+}/l	67,00±5,83	80 - 100	0-400
Magnésium	mg Mg^{2+}/l	11,41±5,10	80 - 100	0-60
Sodium	mg Na^+/l	83,23±71,01	Max 200	0-920
Taux d'adsorption de sodium (SAR)		2,47±5,18	...	0-9
Fer	mg Fe^{2+}/l	0,01±0,01	Max 0.3	0-5
Potassium	mg K^+/l	1,62±1,21	Max 12	0-2
Métaux lourds				
Arsenic	µg As / l	0,06±0,05	Max 10	100
Cuivre	mg Cu / l	4,09±0,58	Max 2	0-0,2
Plomb	mg Pb / l	0,24±0,02	Max 0.01	0-5,0
Zinc	mg Zn / l	0,32±0,05	Max 3	0-2,0

Caractéristiques physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés sur le Sous-Bassin -Versant Bayonnais

Echantillons d'eau prélevés sur la Rivière Bayonnais

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés sur la rivière Bayonnais sont présentés dans le tableau 4. Comme dans le cas du Sous-Bassin Ennery, ces résultats montrent qu'au moment des prélèvements, les qualités physico-chimiques de l'eau ont été acceptables sur la base de 24 des 26 paramètres testés pour l'irrigation (pH, alcalinité, matières en suspension, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrates, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, calcium, magnésium, sodium, SAR, fer, potassium, arsenic, plomb et zinc). La dureté totale de 214.15 mg/l de $CaCO_3$ obtenue se révèle trop élevée par rapport aux normes fixées entre 0 et 90 mg/l $CaCO_3$. Avec une valeur moyenne de 4.09 mg/l, les teneurs en cuivre ont dépassé largement les limites admises qui sont de 0 à 0.2 mg/l.

Pour la de boisson, les qualités physico-chimiques des échantillons d'eau analysés ont été acceptables pour 21 des 26 paramètres retenus (pH, dureté totale, alcalinité, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrates, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, calcium, magnésium, sodium, SAR, fer, potassium, arsenic et zinc). La teneur en cuivre a été de 4.09 mg/l et a dépassé la valeur limite de 2 mg/l ; la teneur en plomb a été de 0.24 mg/l, alors que la valeur limite est de 0.01 mg/l. Les matières en suspension ont atteint une teneur de 9.2 mg/l, alors que la limite admise est de 5 mg/l. Quant aux teneurs en calcium (74.71 mg/l)

Tableau 5. Valeurs observées (moyennes± Ecart-type, n=7) des paramètres physico-chimiques de l'eau Sources du Sous-Bassin-Versant Bayonnais

Paramètre	Unité	Valeur observée	Normes	
			Boisson	Irrigation
Caractéristiques de base				
pH		7,92±0,30	6.5 - 9.2	5,5-8,5
Dureté totale	mg$CaCO_3$/l	264,98±54,47	Max 500	0-90
Alcalinité	mg$CaCO_3$/l	228,76±49,67	...	0-400
Matières en suspension	mg / l	9,50±11,55	Max 5	0-50
Indicateurs de salinité				
CE	µmhos/cm	563,75±213,14	Max 1250	0-3000
TDS	mg/l	360,8±136,40	0-800	0-2000
NaCl	mg NaCl/l	293,60±83,14	Max 2000	...
Anions				
Chlorures	mg Cl/l	22,70±21,43	Max 250	0-1050
Nitrates	mgNO_3/l	9,00±5,66	Max 50	0-10
Nitrites	mg NO^{2-}/l	0,02±0,05	Max 0.1	...
Phosphates	mg PO_4^{2-}/l	0,11±0,07	Max 2	0-2
Sulfates	mg SO_4^{2-}/l	15,68±8,71	Max 250	0-960
Fluor	mg F^-/l	0,02±0,05	1-2	0-1
Ammoniaque	Mg NH_4^+/l	0,07±0,02	Max 0.5	0-5
Hydrogénocarbonates	mg HCO^-/l	281,20±62,43	...	0-610
Carbonates	mg CO^-/l	0,42±0,24	...	0-30
Cations				
Calcium	mg Ca^{2+}/l	80,17±19,69	80 - 100	0-400
Magnésium	mg Mg^{2+}/l	16,16±8,91	80 - 100	0-60
Sodium	mg Na^+/l	42,77±37,72	Max 200	0-920
Taux d'adsorption de sodium (SAR)		1,07±0,90	...	0-9
Fer	mg Fe^{2+}/l	0,00±0,00	Max 0.3	0-5
Potassium	mg K^+/l	1,89±2,45	Max 12	0-2
Métaux lourds				
Arsenic	µg As / l	0,04±0,05	Max 10	100
Cuivre	mg Cu / l	2,50±1,38	Max 2	0-0,2
Plomb	mg Pb / l	0,18±0,12	Max 0.01	0-5,0
Zinc	mg Zn / l	0,48±0,25	Max 3	0-2,0

Tableau 6. Valeurs observées (moyennes± Ecart-type, n=5) des paramètres physico-chimiques de l'eau de la Rivière Labranle

Paramètre	Unité	Valeur observée	Normes	
			Boisson	Irrigation
Caractéristiques de base				
pH		7,39±0,11	6.5 - 9.2	5,5-8,5
Dureté totale	mg$CaCO_3$/l	166,19±35,93	Max 500	0-90
Alcalinité	mg$CaCO_3$/l	177,91±56,48	...	0-400
Matières en suspension	mg / l	0±0	Max 5	0-50
Indicateurs de salinité				
CE	µmhos/cm	446,25±241,43	Max 1250	0-3000
TDS	mg/l	285,6±154,52	0-800	0-2000
NaCl	mg NaCl/l	213,75±120,51	Max 2000	...
Anions				
Chlorures	mg Cl/l	35,73±31,27	Max 250	0-1050
Nitrates	mgNO_3/l	7,64±7,37	Max 50	0-10
Nitrites	mg NO^{2-}/l	0±0	Max 0.1	...
Phosphates	mg PO_4^{2-}/l	0,13±0,08	Max 2	0-2
Sulfates	mg SO_4^{2-}/l	25,03±19,11	Max 250	0-960
Fluor	mg F^-/l	0,02±0,02	1-2	0-1
Ammoniaque	Mg NH_4^+/l	0,28±0,26	Max 0.5	0-5
Hydrogénocarbonates	mg HCO^-/l	206,85±70,09	...	0-610
Carbonates (TA)	mg CO^-/l	0,20±0,18	...	0-30
Cations				
Calcium	mg Ca^{2+}/l	50,57±15,68	80 - 100	0-400
Magnésium	mg Mg^{2+}/l	10,02±5,46	80 - 100	0-60
Sodium	mg Na^+/l	51,38±36,39	Max 200	0-920
Taux d'adsorption de sodium (SAR)		1,73±2,02	...	0-9
Fer	mg Fe^{2+}/l	0,01±0,01	Max 0.3	0-5
Potassium	mg K^+/l	11±5,29	Max 12	0-2
Métaux lourds				
Arsenic	µg As / l	0,11±0,08	Max 10	100
Cuivre	mg Cu / l	0,04±0,04	Max 2	0-0,2
Plomb	mg Pb / l	0,23±0,01	Max 0.01	0-5,0
Zinc	mg Zn / l	0,30±0,09	Max 3	0-2,0

et en magnésium (12.14 mg/l), elles se sont révélées trop faibles par rapport aux limites normales fixées entre 80 et 100 mg/l.

Echantillons d'eau prélevés dans les Ssources du Sous-Bassin-Versant Bayonnais

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés dans les sources du Sous-Bassin-Versant Bayonnais sont présentés dans le tableau 5. Ces résultats montrent qu'au moment des prélèvements, les qualités physico-chimiques de l'eau ont été acceptables pour l'irrigation sur la base de 24 des 26 paramètres testés (pH, alcalinité, matières en suspension, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrates, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, calcium, magnésium, sodium, SAR, fer, potassium, arsenic, plomb et zinc). La dureté totale a été de 264.98 mg/l $CaCO_3$. Elle s'est révélée donc trop élevée par rapport aux normes. Avec une valeur moyenne de 2.50 mg/l, les teneurs en cuivre ont dépassé largement la limite maximale admise qui est de 0.20 mg/l.

Pour la boisson, les qualités physico-chimiques des échantillons d'eau analysés ont été acceptables pour 22 des 26 paramètres retenus (pH, dureté totale, alcalinité, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrates, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, calcium, sodium, SAR, fer, potassium, arsenic, plomb et zinc). La teneur en cuivre observée (2.50 mg/l) a dépassé la limite maximale de 2 mg/l admise pour l'eau de boisson. La teneur en plomb qui a été de 0.18 mg/l, a dépassé largement la limite maximale de 0.01 mg/l admise. La teneur en matières en suspension (9.50 mg/l) a été supérieure à la valeur maximale admise qui est de 5 mg/l. Quant à la teneur en magnésium (16.16 mg/l), elle s'est révélée trop faible par rapport aux limites normales fixées entre 80 et 100 mg/l.

Tableau 7. Valeurs observées (moyennes± Ecart-type, n=7) des paramètres physico-chimiques de l'eau Sources du Sous-Bassin-Versant Labranle

Paramètre	Unité	Valeur observée	Normes	
			Boisson	Irrigation
Caractéristiques de base				
pH		7,89±0,27	6.5 - 9.2	5,5-8,5
Dureté totale	mg$CaCO_3$/l	196,90±58,69	Max 500	0-90
Alcalinité	mg$CaCO_3$/l	177,91±56,48	...	0-400
Matières en suspension	mg / l	0±0	Max 5	0-50
Indicateurs de salinité				
CE	µmhos/cm	388,33±96,21	Max 1250	0-3000
TDS	mg/l	248,5312±61,57	0-800	0-2000
NaCl	mg NaCl/l	203,33±72,85	Max 2000	...
Anions				
Chlorures	mg Cl/l	25,49±13,10	Max 250	0-1050
Nitrates	mgNO_3/l	11,36±6,32	Max 50	0-10
Nitrites	mg NO_2/l	0±0	Max 0.1	...
Phosphates	mg PO_4^{2-}/l	0,30±0,15	Max 2	0-2
Sulfates	mg SO_4^{2-}/l	15,18±2,41	Max 250	0-960
Fluor	mg F^-/l	0,26±0,33	1-2	0-1
Ammoniaque	Mg NH_4^+/l	0,43±0,37	Max 0.5	0-5
Hydrogénocarbonates	mg HCO^-/l	225,91±77,23	...	0-610
Carbonates	mg CO^-/l	0,21±0,08	...	0-30
Cations				
Calcium	mg Ca^{2+}/l	68,17±19,49	80 - 100	0-400
Magnésium	mg Mg^{2+}/l	6,74±3,58	80 - 100	0-60
Sodium	mg Na^+/l	42,00±20,39	Max 200	0-920
Taux d'adsorption de sodium (SAR)		1,30±1,11	...	0-9
Fer	mg Fe^{2+}/l	0,01±0,01	Max 0.3	0-5
Potassium	mg K^+/l	2,35±2,27	Max 12	0-2
Métaux lourds				
Arsenic	µg As / l	0,09±0,07	Max 10	100
Cuivre	mg Cu / l	0,2±0,07	Max 2	0-0,2
Plomb	mg Pb / l	0,21±0,11	Max 0.01	0-5,0
Zinc	mg Zn / l	0,30±0,19	Max 3	0-2,0

Caractéristiques physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés sur le Sous-Bassin -Versant Labranle

Echantillons d'eau prélevés sur la Rivière Labranle

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés sur la rivière Labranle sont présentés dans le tableau 6. Comme il a été le cas pour Ennery et Bayonnais, ces résultats montrent qu'au moment des prélèvements, les qualités physico-chimiques de l'eau ont été acceptables pour l'irrigation sur la base de 24 sur 26 paramètres testés (pH, alcalinité, matières en suspension, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrates, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, calcium, magnésium, sodium, SAR, fer, arsenic, cuivre, plomb et zinc). La dureté totale a été de 166.19 mg/l $CaCO_3$ et se révèle trop élevée. De même, les teneurs en potassium (11 mg/l en moyenne) dépassent largement les limites admises qui sont de 0 à 2 mg/l.

Pour la boisson, les caractéristiques ont été acceptables pour 23 sur 26 paramètres testés. Les paramètres dont les valeurs ont été acceptables incluent : pH, dureté totale, alcalinité, matières en suspension, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrates, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, sodium, SAR, fer, potassium, arsenic, cuivre et zinc. Les teneurs en plomb ont dépassé la limite admise (0.01 mg/l) avec une moyenne de 0.23 mg/l. Les teneurs en calcium (50,57 mg/ l) et en magnésium (10,02 mg/l) se sont révélées trop faibles par rapport aux limites normales fixées entre 80 et 100 mg/l pour les deux éléments.

Echantillons d'eau prélevés dans les Sources du Sous-Bassin-Versant Labranle

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés dans les sources du Sous-Bassin-Versant Labranle sont présentés dans le tableau 7. Comme pour l'eau de la rivière, ces résultats montrent qu'au moment des prélèvements, les qualités physico-chimiques de l'eau ont été acceptables pour l'irrigation sur la base de 23 sur 26 paramètres testés (pH, alcalinité, matières en suspension, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, calcium, magnésium, sodium, SAR, fer, arsenic, cuivre, plomb et zinc). La dureté totale a été de 196.90 mg/l $CaCO_3$ et s'est révélée trop élevée. Avec une valeur moyenne de 11.36 mg NO_3/l, les teneurs en nitrates dépassent légèrement les limites admises qui sont de 0 à 10 mg/l. Les teneurs en potassium (2.35 mg/l en moyenne) dépassent aussi légèrement les limites admises qui sont de 0 à 2 mg/l. Les teneurs en cuivre (0.2 mg/l) ont atteint la limite admise (0.2 mg/l).

Pour la boisson, les caractéristiques ont été acceptables pour 23 des 26 paramètres testés. Les paramètres dont les valeurs ont été acceptables incluent : pH, dureté totale, alcalinité, matières en suspension, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrates, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, sodium, SAR, fer, potassium, arsenic, cuivre et zinc. Les teneurs en plomb ont dépassé la limite admise (0.01 mg/l) avec une moyenne de 0.21 mg/l, tandis que les teneurs en calcium (50,57 mg/ l) et en magnésium (10,02 mg/l) se se sont révélées trop faibles par rapport aux limites normales fixées entre 80 et 100 mg/l.

Caractéristiques physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés sur le Sous-Bassin -Versant Bassin Magnan

Echantillons d'eau prélevés sur la Rivière Sedren

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés sur la rivière Bassin Magnan sont présentés dans le tableau 8. Ces résultats montrent qu'au moment des prélèvements, les qualités physico-chimiques de l'eau ont été acceptables pour l'irrigation sur la base de 23 des 26 paramètres testés (pH, alcalinité, matières en suspension, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrates, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, calcium, magnésium, sodium, SAR, fer, arsenic, plomb et zinc). La dureté totale a été de 317.75 mg/l $CaCO_3$ et se révèle trop élevée. Quand ce phénomène se produit, le pourcentage de sodium lié aux particules d'argile par rapport au total des cations échangeables augmente et entraine une augmentation de la salinité/ sodicité du sol. Avec une valeur moyenne de 3.94 mg/l, les teneurs en potassium ont dépassé les limites admises qui sont de 0 à 2 mg/l. De même, les teneurs en cuivre (2.46 mg/l en moyenne) ont dépassé largement les limites admises qui sont de 0 à 0.2 mg/l.

Pour la boisson, elles etaient acceptables pour 21 des 26 paramètres testés. Les paramètres pour lesquels les caractéristiques ont été acceptables sont : pH, dureté totale, alcalinité, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrates, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, sodium, SAR, fer, potassium, arsenic et zinc. Les teneurs en cuivre (2.46 mg/l), plomb (0.32 mg/l) et matières en suspension (6 mg/l) ont été supérieures aux limites admises pour la potabilité qui sont respectivement 2, 0.01 et 5 mg/l. Les teneurs en calcium (73,60 mg/ l) et en magnésium (32,50 mg/l) se sont révélées trop faibles par rapport aux limites normales fixées entre 80 et 100 mg/l.

Echantillons d'eau prélevés dans les Sources du Sous-Bassin-Versant Bassin Magnan

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés dans les sources du Sous-Bassin-Versant Bassin Magnan sont présentés dans le tableau 9. Ces résultats montrent qu'au moment des prélèvements, les qualités physico-chimiques de l'eau ont été acceptables pour l'irrigation sur la base de 23 des 26 paramètres testés (pH, alcalinité, matières en suspension, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrates, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, calcium, magnésium, sodium, SAR, fer, arsenic, plomb et zinc). La dureté totale a été de 340.26 mg/l $CaCO_3$. Elle s'est révélée trop élevée par rapport aux normes. La teneur en potassium (4.58 mg/l) a été supérieure à la limite maximale admise de 2 mg/l. Avec une valeur moyenne de 3.05 mg/l, la teneur en cuivre a dépassé largement la limite maximale admise qui est de 0.20 mg/l.

Pour la boisson, les qualités physico-chimiques de l'eau étaient acceptables pour 21 des 26 paramètres testés. Les paramètres pour lesquels les caractéristiques ont été acceptables sont : pH, dureté totale, alcalinité, matières en suspension, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrates, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, calcium, sodium, SAR, fer, potassium, arsenic et zinc. La teneur en cuivre observée a dépassé aussi la limite maximale de 2 mg/l admise pour l'eau de boisson. D'autres particularités à signaler en ce qui a trait aux normes de potabilité concernent surtout la teneur en plomb qui a été de 1.10 mg/l, dépassant largement la limite maximale de 0.01 mg/l admise. Quant à la teneur en magnésium (14.86 mg/l), elle s'est révélée trop faible par rapport aux limites normales fixées entre 80 et 100 mg/l.

Tableau 8. Valeurs observées (moyennes± Ecart-type, n=5) des paramètres physico-chimiques de l'eau de la Rivière Sedren

Paramètre	Unité	Valeur observée	Normes	
			Boisson	Irrigation
Caractéristiques de base				
pH		8,29±0,06	6.5 - 9.2	5,5-8,5
Dureté totale	mg$CaCO_3$/l	317,75±1,77	Max 500	0-90
Alcalinité	mg$CaCO_3$/l	409,33±249,36	...	0-400
Matières en suspension	mg / l	6±4	Max 5	0-50
Indicateurs de salinité				
CE	µmhos/cm	900±141,42	Max 1250	0-3000
TDS	mg/l	576±90,51	0-800	0-2000
NaCl	mg NaCl/l	435±63,64	Max 2000	...
Anions				
Chlorures	mg Cl/l	59,90±24,18	Max 250	0-1050
Nitrates	mgNO_3^-/l	0±0	Max 50	0-10
Nitrites	mg NO^{2-}/l	0±0	Max 0.1	...
Phosphates	mg PO_4^{2-}/l	0,14±0,07	Max 2	0-2
Sulfates	mg SO_4^{2-}/l	134,80±8,49	Max 250	0-960
Fluor	mg F^-/l	0,44±0,21	1-2	0-1
Ammoniaque	Mg NH_4^+/l	0,07±0,03	Max 0.5	0-5
Hydrogénocarbonates	mg HCO^-/l	499,38±304,22	...	0-610
Carbonates	mg CO^-/l	0,21±0	...	0-30
Cations				
Calcium	mg Ca^{2+}/l	73,60±6,51	80 - 100	0-400
Magnésium	mg Mg^{2+}/l	32,50±3,52	80 - 100	0-60
Sodium	mg Na^+/l	184,21±7,44	Max 200	0-920
Taux d'adsorption de sodium (SAR)		4,50±0,58	...	0-9
Fer	mg Fe^{2+}/l	0,02±0,01	Max 0.3	0-5
Potassium	mg K^+/l	3,94±0,67	Max 12	0-2
Métaux lourds				
Arsenic	µg As / l	0,13±0,04	Max 10	100
Cuivre	mg Cu / l	2,46±2,2	Max 2	0-0,2
Plomb	mg Pb / l	0,32±0,01	Max 0.01	0-5,0
Zinc	mg Zn / l	0,42±0,48	Max 3	0-2,0

Tableau 9. Valeurs observées (moyennes± Ecart-type, n=7) des paramètres physico-chimiques de l'eau Sources du Sous-Bassin-Versant Labranle

Paramètre	Unité	Valeur observée	Normes	
			Boisson	Irrigation
Caractéristiques de base				
pH		7,99±0,09	6.5 - 9.2	5,5-8,5
Dureté totale	mg$CaCO_3$/l	340,26±72,11	Max 500	0-90
Alcalinité	mg$CaCO_3$/l	336,73±66,30	...	0-400
Matières en suspension	mg / l	1,18±0,75	Max 5	0-50
Indicateurs de salinité				
CE	µmhos/cm	817,73±229,51	Max 1250	0-3000
TDS	mg/l	523,34±146,87	0-800	0-2000
NaCl	mg NaCl/l	404,09±115,75	Max 2000	...
Anions				
Chlorures	mg Cl/l	58,77±61,09	Max 250	0-1050
Nitrates	mgNO_3/l	7,55±8,14	Max 50	0-10
Nitrites	mg NO_2/l	0,00±0,01	Max 0.1	...
Phosphates	mg PO_4^{2-}/l	0,25±0,26	Max 2	0-2
Sulfates	mg SO_4^{2-}/l	62,83±55,25	Max 250	0-960
Fluor	mg F^-/l	0,31±0,23	1-2	0-1
Ammoniaque	Mg NH_4^+/l	0,08±0,02	Max 0.5	0-5
Hydrogénocarbonates	mg HCO^-/l	401,95±78,08	...	0-610
Carbonates	mg CO^-/l	3,56±2,64	...	0-30
Cations				
Calcium	mg Ca^{2+}/l	83,72±21,55	80 - 100	0-400
Magnésium	mg Mg^{2+}/l	31,85±14,86	80 - 100	0-60
Sodium	mg Na^+/l	76,91±53,05	Max 200	0-920
Taux d'adsorption de sodium (SAR)		1,74±1,05	...	0-9
Fer	mg Fe^{2+}/l	0,01±0,01	Max 0.3	0-5
Potassium	mg K^+/l	4,58±3,38	Max 12	0-2
Métaux lourds				
Arsenic	µg As / l	0,18±0,06	Max 10	100
Cuivre	mg Cu / l	3,05±1,30	Max 2	0-0,2
Plomb	mg Pb / l	1,10±1,20	Max 0.01	0-5,0
Zinc	mg Zn / l	0,60±0,25	Max 3	0-2,0

Conclusion

Un total de 108 sources d'eau et quatre rivières ont été inventoriés dans le Bassin-Versant-Ennery-Quinte. Soixante échantillons ont été prélevés dans 43 des 108 sources inventoriées et dans 17 points sur les rivières. Les analyses ont porté sur 26 paramètres physico-chimiques (pH, alcalinité, matières en suspension, CE, TDS, NaCl, chlorures, nitrites, phosphates, sulfates, fluor, ammoniaque, hydrogénocarbonates, carbonates, sodium, fer, arsenic et zinc) ainsi que le SAR. Les teneurs observées répondent aux normes de qualité de l'eau d'irrigation pour 22 des 26 paramètres analysés. La dureté totale a été trop élevée dans tous les échantillons en ce qui a trait à son utilisation pour l'irrigation. Les valeurs élevées de dureté totale sont indicatrices d'un risque de précipitation du calcium et du magnésium, d'augmentation du pourcentage de sodium lié aux particules d'argile et d'apparition de salinité.

Les teneurs en cuivre ont été trop élevées dans les échantillons prélevés dans tous les sous-bassins-versants, sauf dans ceux prélevés dans la Rivière Labranle. Les échantillons prélevés dans les sources du Sous-Bassins-Versant Labranle avaient des teneurs en cuivre atteignant la limite maximale admise pour l'eau d'irrigation. Ces teneurs élevées en cuivre seraient originaires du matériau parental du sol, le Sous-Bassin-Versant Bassin Magnan étant une ancienne zone d'extraction de cuivre. Il y a donc un risque de toxicité au cuivre pour les cultures irriguées avec ces eaux ainsi que des conséquences néfastes sur les consommateurs des denrées végétales ou de leurs produits dérivés. Les teneurs en potassium se sont révélées trop élevées dans tous les échantillons prélevés à Labranle, à Bassin Magnan et dans les échantillons prélevés dans la Rivière Ennery-Marmelade. Les échantillons d'eau de sources du Sous-Bassin-Versant Ennery-Marmelade montraient aussi des teneurs en nitrates trop élevées pour l'eau d'irrigation. Le potassium et les nitrates sont des nutriments que les plantes peuvent utiliser. Ils peuvent aider à économiser sur l'achat des engrais si les calculs des doses d'engrais à utiliser en tiennent compte. Cependant, ils peuvent aussi avoir des effets toxiques s'ils ne sont pas pris en comptes dans lesdits calculs.

En ce qui a trait à la potabilité de l'eau, les teneurs observées ont été conformes aux normes de qualité pour 21 des 26 paramètres analysés. Tous les échantillons analysés ont montré des déficiences en magnésium. Les analyses ont révélé aussi des déficiences en calcium, sauf pour les échantillons prélevés dans les sources de Bayonnais et de Bassin Magnan. Ces éléments étant essentiels pour la santé humaine, des mesures devraient être envisagées pour un enrichissement approprié de l'eau de boisson au bénéfice des consommateurs. Les teneurs en plomb ont dépassé les limites admises par l'OMS pour tous les échantillons analysés. Les analyses ont révélé aussi des excès de cuivre, sauf pour les échantillons prélevés dans le Sous-Bassin-Versant de Labranle. Ces deux métaux lourds étant très nocifs pour la santé humaine, il est urgent d'envisager une décontamination de l'eau de boisson des zones concernées au profit des consommateurs. Les teneurs en matières en suspension ont dépassé les limites admises dans les échantillons d'eau de sources à Ennery-Marmelade et à Bayonnais et dans les échantillons d'eau de rivière à Bayonnais et à Bassin Magnan. Il est important d'accompagner les consommateurs pour la filtration appropriée de ces eaux quand elles sont destinées à la boisson.

Références bibliographiques

1. Adam P. 2011. Précis d'hydrogéologie et forage d'eau. Tome IV. Les maladies hydrofécales (choléra) en Haiti. Besoin de surveillance et de recherche. Imp. H. Deschamps. 353 p. port-au-

Prince.

2. Chopinet C. 2012. Les méthodes d'analyse en toxicologie dans la police scientifique depuis l'affaire marie besnard. Thèse de de doctorat, U.F.R. de médecine et de pharmacie de Rouen. 76 p.
3. Douglas AB. 2000. Alkalinity Control for Irrigation Water used in Greenhouses. NC State Univ.
4. Flynn R. 2009. Irrigation Water Analysis and Interpretation. NM State publ # guide W-102.
5. Harivandi A. 1999. Interpretating Turfgrass irrigation water test results. Univ. of California. Publ. # 8009
6. OMS. 2006. Normes de l'OMS sur l'eau potable. Accessible à http:// www.lenntech.fr/ applications/ potable/normes/normes-oms-eau-potable.htm
7. Shahinasi T et Kashuta V. 2008. Irrigation water quality and its effects upon soil. Ohrid, Rep. of Macedonia.
8. Texas Cooperative extension. 2000. Irrigation water quality standards and salinity Management strategies. The Texas A&M Univ. System. Publ. # B 1667, 4-03
9. Thornton J. 1986. Geochemistry of cadmium. In: Cadmium in the environment. Eds: E. Miglin and O. Raumh. P. 7-12.
10. Walliam Y, Linsay E et Liz R. 2005. Farm Water Quality ant Treatment. AGFACTS AC. 29th ed.

Les acides gras trans dans les aliments

L. Delva, Département des Sciences et Technologie des Aliments (STA), Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV) Université d'Etat d'Haïti (UEH)

RESUME

Delva L. 2015. Les acides gras trans dans les aliments. RED 7 (1) : 24 - 29

Cet article est une révision de littérature sur les acides gras trans dans les aliments. De façon générale, les discussions portent sur la formation, les sources, et les effets potentiellement néfastes des acides gras trans sur la santé humaine. En Juillet 2003, Food and Drug Administration (FDA) a publié un ensemble de règlements exigeant que la teneur en acides gras trans soit mentionnée sur l'étiquette nutritionnelle des aliments transformés. Dans ce document, l'impact de cette règlementation sur l'industrie alimentaire est aussi discuté. Dans la conclusion de l'article, des recommandations sont formulées sur certaines attitudes à adopter afin réduire les risques que représentent les acides gras trans dans les aliments.

ABSTRACT

Delva L. 2015. Trans fatty acids in foods. RED 7 (1) : 24 - 29

This article is a literature review on trans fatty acids in foods. The discussion is essentially based on formation, sources, and potential adverse effects of trans fatty acids on human health. In 2003, Food and Drug Administration (FDA) issued a set of regulations requiring that trans fatty acids content be declared on the nutrition label of processed foods. In this paper, the impact of the FDA regulations on the food industry is also discussed. In the conclusion section, we make recommendations on how to reduce the risk posed by trans fatty acids in foods.

Introduction

Les acides gras trans sont des acides gras insaturés ayant au moins une double liaison en configuration trans. Ils sont formés au cours de l'hydrogénation partielle des huiles végétales. Cette méthode transforme les huiles végétales en gras semi-solides utilisés dans la préparation des margarines, des cuissons commerciales et dans d'autres processus manufacturiers. En alimentaire, les huiles partiellement hydrogénées sont très importantes à cause de leur longue durée de conservation, de leur stabilité au cours de la friture prolongée et aussi en raison de leur semi-solidité. Cette dernière particularité des huiles partiellement hydrogénées peut être exploitée pour améliorer la palatabilité des produits de pâtisseries (15).

Jusqu'à la fin des années 1980, la relation entre la consommation des acides gras trans et la santé n'était pas claire en raison d'un manque d'évidences scientifiques. Dans un article publié en Anglais et titré: « *trans fatty acid and health perspective* (les acides gras trans et perspective de santé) », les auteurs affirment: « Nous croyons que les inquiétudes concernant l'éventuelle relation entre les acides gras trans et le développement de maladies athéroscléroticques ainsi que le cancer ne sont pas supportées par des données scientifiques fiables » (7). Cependant, les études métaboliques publiées depuis le début des années 1990 jusqu'en 2008 reconnaissent que les acides gras trans présentent de sérieux risques pour les artères coronaires. Ils augmentent les risques de développement de maladies cardiovasculaires contrairement aux acides gras insaturés contenant des doubles liaisons en configuration cis (9, 10, 11, 13, 15). Les acides gras trans représentent un problème pour les pays en développement (Haïti par exemple) où l'industrie agroalimentaire n'est pas régulée et les pratiques nutritionnelles sont parfois mauvaises.

Dans le but de protéger la santé des consommateurs, la FDA a publié un ensemble de règlements exigeant que la teneur gras trans soit déclaré sur l'emballage des aliments.

Cet article présente une vue d'ensemble sur les acides gras trans, leurs sources et leurs effets potentiels sur la santé. Un objectif additionnel est de présenter les différentes alternatives de l'industrie agroalimentaire en vue de réduire les acides gras trans dans les aliments.

Formation des acides gras trans

Les acides gras insaturés existent en deux types de configuration, une forme trans et une forme Cis (Figure 1). Dans la configuration cis, les atomes d'hydrogène sont placés au même côté de la double liaison; tandis que dans la configuration trans ils sont placés en positions opposées de part et d'autre de la double liaison. Les acides gras trans sont des isomères d'acides gras formés lors de l'hydrogénation partielle des huiles. Ce processus est utilisé dans le but d'améliorer la stabilité et transmettre certains caractères physiques désirables à des produits alimentaires comme les salades, les huiles de cuisine, les margarines, et les gras spéciaux. De plus, ces isomères d'acides gras sont naturellement présents en faible quantité dans le gras de la viande des ruminants, dans le lait et certains pro-

Figure 1. Différentes réactions possibles au cours de l'hydrogénation partielle de l'acide linolénique

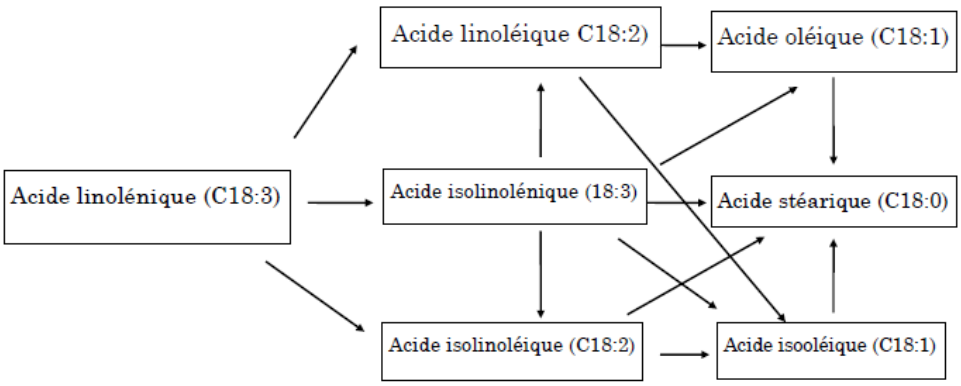
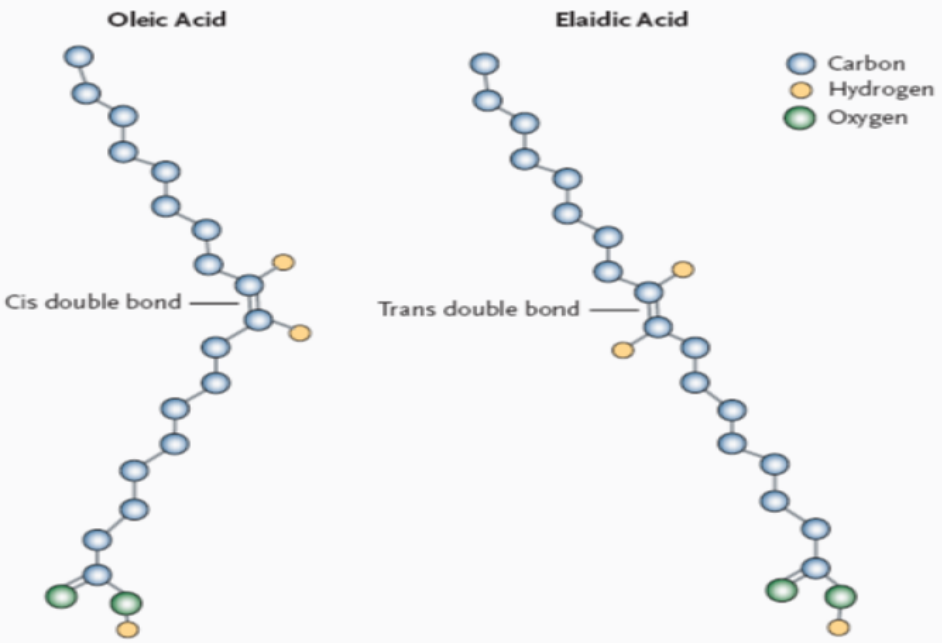


Figure 2. Structure d'un acide gras cis (acide oléique) et d'un acide gras trans (acide elaidique) (15)



duits laitiers résultant de l'hydrogénation biologique (bio hydrogénation), phénomène présent chez les ruminants (7). Le terme isomère d'acides gras est couramment utilisé pour faire référence aux acides gras insaturés dans lesquels certaines doubles liaisons sont passées de la configuration cis à la configuration trans ou dans d'autres cas, les doubles liaisons cis ou trans ont migré dans une nouvelle position dans la chaine d'acide gras. La figure 2 montre les différentes réactions possibles lors de l'hydrogénation de l'acide linolénique (C18:3), un acide gras essentiel pour l'homme.

Sources d'acides gras trans

Selon Allison *et al.*, la consommation moyenne d'acides gras trans produits industriellement aux États Unis d'Amérique (USA) est de 2 à 3% de la quantité totale de calorie consommée (2). Les acides gras trans dans notre alimentation proviennent principalement de trois sources: (a) de la transformation bactérienne d'acides gras insaturés dans l'estomac des ruminants (15), (b) de l'hydrogénation catalytique partielle et la désodorisation des huiles végétales insaturées ou parfois des huiles de poissons riches en acides gras polyinsaturés, et (c) au cours de la friture ou du chauffage des huiles.

Dans le premier cas, les acides gras trans peuvent se retrouver dans le lait entier, les produits laitiers (beurre, crème à la glace, fromages etc.) et dans la viande (bœuf, mouton, etc.). Il est important de noter que les acides gras trans produits de cette manière (naturellement produits par la flore microbienne) sont consommés en très petites quantités soient environ 0.5% de l'énergie ingérée. Il est important de noter que les acides gras trans produits naturellement par la flore microbienne des ruminants sont consommés en très petites quantités soient environ 0.5% de l'énergie ingérée.

Dans le dernier cas, lors du chauffage même à basse température, les acides gras trans peuvent se former. Par exemple, dans le processus de raffinage des huiles végétales où il y a une sous-étape de désodorisation par chauffage, de nombreux acides gras trans sont formés. Un produit comme le «pâté» produit et consommé un peu partout en Haïti peut être considéré comme une source potentielle d'acide gras trans considérant que souvent, les marchandes le préparent à partir d'huiles recyclées. Cependant à notre connaissance, aucune recherche sur la teneur en acides gras de cet aliment n'a été publiée.

En plus des trois principales sources mentionnées plus haut, les acides gras trans se retrouvent également dans les repas légers (snacks), les margarines, les 'crackers', et d'autres produits industriels tels que dans les pains dans les gâteaux etc. Le tableau 1 présente une liste non exhaustive d'aliments et leur teneur en acides gras trans aux Etats Unis. Certains de ces produits alimentaires sont consommés aussi en Haïti.

Estimation de la quantité d'acides gras trans dans les aliments - Cas des salades et des huiles de cuisine

Avant le début des années 1960, la majorité des salades et des huiles de cuisine étaient préparées à partir d'huile végétales non hydrogénées et contenaient alors une quantité insignifiante d'acides gras trans. A l'époque, les huiles utilisées dans la préparation de ces aliments provenaient principalement des huiles de coton et de maïs. Au début des années 1960, les huiles de soja partiellement hydrogénées ont été introduites afin de répondre à une demande croissante d'huile contenant un fort pourcentage d'acides gras polyinsaturés. Les principaux bénéfices de la consommation d'huile de soja partiellement hydrogénée par rapport à celles qui sont non hydrogénées proviennent du fait qu'elles sont plus résistantes à l'oxydation et en conséquence ont une plus longue durée de conservation. De plus, elles sont moins susceptibles de produire de flaveur et d'odeur indésirables au cours du chauffage. Les informations contenues dans le tableau 2 montrent la variation des teneurs en acides gras trans dans les salades et les huiles de cuisine depuis le début des années 1960. Ce tableau montre que la taille du marché des salades et des huiles de cuisson a progressivement augmenté à partir du début des années 1960 aux USA. En 1963, le niveau total d'acides gras trans dans les salades et les huiles de cuisine était élevé en raison de l'introduction de l'huile de

Tableau 1. Teneur en acides gras trans de certains aliments préparés avec de l'huile végétale partiellement hydrogénée aux Etats Unis (15)

Aliments	Teneur en acides gras trans			
	g / portion	g / 100g	% d'acides gras totaux	% d'apport quotidien pour une diète de 2000 kcal
Aliments congelés rapides				
Frites de France	4.7-6.1	4.2-5.8	28-36	2.1-2.7
Burger de poisson pané	5.6	3.4	28	2.5
Nuggets de poulet panés	5.0	4.9	25	2.3
Frites français congelés	2.8	2.5	30	1.3
Enchilada	2.1	1.1	12	0.9
Burrito	1.1	0.9	12	0.5
Pizza	1.1	0.5	9	0.5
Snacks emballés				
Tortilla	1.6	5.8	22	0.7
Popcorn	1.2	3.0	11	0.5
Barre de granola	1.0	3.7	18	0.5
Breakfast bar	0.6	1.3	15	0.3
Pâtisseries				
Pâtés	3.9	3.1	28	1.8
Rouleau doux Danois	3.3	4.7	25	1.5
Beignets	2.7	5.7	25	1.2
Bonbon (Cookies)	1.8	5.9	26	0.8
Gâteaux	1.7	2.7	16	0.8
Brownies	1.0	3.4	21	0.5
Muffin	0.7	1.3	14	0.3
Margarines				
Légumes grasses	2.7	19.2	19	1.2
Margarine dur	0.9-2.5	6.2-16.8	15-23	0.4-1.1
Margarine molle	0.3-1.4	1.9-10.2	5-14	0.1-0.6
Autres				
Crêpes	3.1	2.0	21	1.4
Crakers	2.1	7.1	34	0.9
Tortillas	0.5	1.8	25	0.2
Barre de chocolat	0.2	0.6	2	0.1
Beurre d'arachide	0.1	0.4	1	0.05

Tableau 2. Niveau d'acides gras trans dans les salades et les huiles de cuisine de 1963-1984 aux Etats Unis (7)

Année	Taille du marché (Millions lbs)	Acides trans typiques (%)	Total acides trans (Millions lbs)	Disponibilité per capita	
				Acides trans (g./ j)	Acides gras polyinsaturés (g /.j)
1963	518	15	9	0.06	1.86
1970	763	15	63	0.38	2.01
1975	856	15	85	0.49	2.09
1980	1032	10	63	0.35	2.66
1984	1190	8	59	0.31	3.03

soja partiellement hydrogénée. Au fur et à mesure que la taille du marché des salades et des huiles de cuisines s'élargissait, la disponibilité des acides gras trans suivait aussi la même tendance et ceci jusqu'au milieu des années 1970.

A la fin des années 1970, les producteurs ont augmenté leur production de denrées impliquant moins d'hydrogénation. De ce fait, le niveau d'acide gras dans les produits a diminué ainsi que la quantité totale d'acide gras trans dans les produits alimentaires préparés à partir de ces aliments malgré l'augmentation progressive de la taille du marché. Selon Hunter et Applewhite (7) la disponibilité des acides gras trans dans les salades et les huiles de cuisine exprimée sur une base per capita a été évaluée à 0.5-0.3g/personne par jour.

Acides gras trans et santé

L'effet des acides gras trans sur la santé doit être abordé avec précaution. Les acides gras trans ne sont pas tous des composés chimiques malsains comme l'opinion publique a tendance à le faire comprendre. Ceux que l'on absorbe en consommant les produits naturels comme le lait et les produits laitiers, ou la viande n'ont pas ou ont peu d'effet néfaste sur la santé. En effet, notre organisme est capable de métaboliser les acides gras trans naturels, mais pas les acides gras trans artificiels. Par exemple, la part des acides gras trans naturels présents dans le lait et les produits laitiers est toujours plus faible que celle retrouvée dans les produits finis ou dans les graisses durcies. Le lait et les produits laitiers contiennent en général de l'acide *trans-vaccénique* que l'organisme transforme en acide linoléique conjugué (CLA). Ce dernier est un acide gras sans risque pour la santé qui pourrait même avoir une influence bénéfique dans la lutte contre le cancer et le diabète. Les acides gras trans néfastes pour la santé sont donc principalement des graisses industrielles.

Effets néfastes des acides gras trans sur les lipides du sérum sanguin

Comparé avec la consommation d'une quantité égale de calories à partir d'acides gras saturés ou d'acides gras cis insaturés, la con-

sommation d'acides gras trans augmente de façon considérable les lipoprotéines de basse densité (LDL) et en même temps diminuent les lipoprotéines de haute densité (HDL). A noter que les LDL sont connus comme de mauvaises graisses alors que les HDL sont souvent qualifiés de bonnes graisses. Selon Stampfer et al. (18), cette augmentation des LDL associée à cette réduction des HDL expliquerait une implication potentielle des acides gras trans dans le développement de maladies cardio-vasculaires.

Implication dans l'inflammation systémique

De récentes évidences suggèrent que les acides gras trans soient des promoteurs de l'inflammation systémique (16). Chez les femmes, une grande consommation d'acide gras trans a été associée à une augmentation de l'activité des tumeurs de facteur nécrotique (Tumor Necrosis Factor, TNF). Parmi les femmes ayant un grand indice de masse corporelle, une grande ingestion d'acides gras trans a été associée à l'augmentation des niveaux de 'interleukine-6' et de protéine C-réactive (16). A noter que l'Interleukin-6 (IL-6) est une cytokine qui agit comme pro-inflammatoire et anti-inflammatoire. Elle est produite par les cellules T et les macrophages dans le but de stimuler une réponse immunitaire aux traumatismes, particulièrement ceux provoqués par les brulures ou par d'autres dommages des tissus qui peuvent conduire à l'inflammation.

Fonctionnement des cellules endothéliales et d'autres effets physiologiques potentiels des acides gras trans

De nombreuses études ont montré que les acides gras trans causent un dysfonctionnement des cellules endothéliales. Après l'examination de plusieurs facteurs de risque, l'ingestion d'importante quantité d'acides gras trans a été associée à une augmentation du niveaux de plusieurs marqueurs de dysfonctionnement endothéliales incluant la molécule soluble d'adhésion intercellulaire, la molécule soluble d'adhésion vasculo-cellulaire, et «E-selectin» (12). La figure 3 présente de nombreux effets physiologiques potentiels des acides gras trans. Parmi lesquels on peut citer une augmentation des LDL et une diminution des HDL. Dans les cellules adipeuses, les acides gras trans peuvent augmenter le niveau d'acides gras libres. Ils peuvent également diminuer la consommation des triglycérides et aussi augmenter le niveau d'estérification du cholestérol conduisant à une accélération des réponses inflammatoires (15).

Les acides gras trans et le diabète

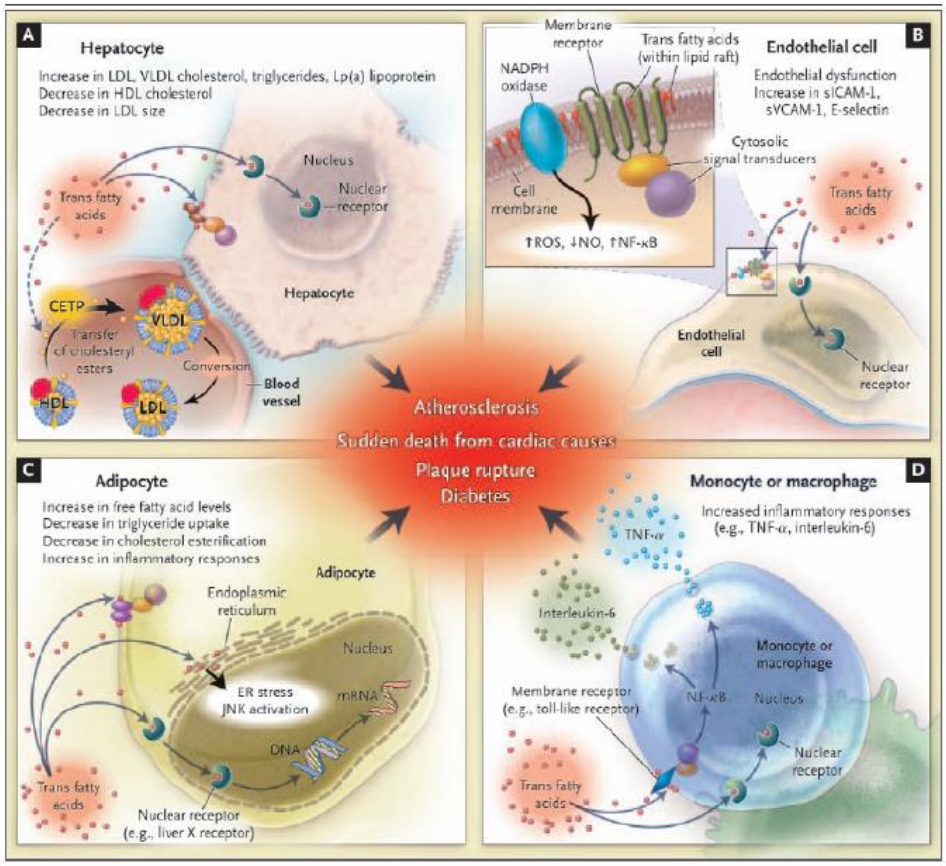
Trois études prospectives ont été réalisées dans le but d'investiguer la relation entre l'ingestion des acides gras trans et l'incidence de diabète. La consommation des acides gras trans n'a pas été significativement associée avec le risque de développement de cas de diabètes chez les hommes (8, 14). Cependant, l'ingestion d'acides gras trans était significativement associée aux risques de diabètes chez les femmes (8).

Régulation des acides gras trans et implications des règlements de la FDA

Le 9 Juillet 2003, la FDA a publié un ensemble de règlements exigeant que les acides gras trans soient déclarés sur l'emballage nutritionnel des aliments conventionnels. Selon cette réglementation, la déclaration doit être faite sur une ligne séparée immédiatement en dessous de la déclaration faite pour les acides gras saturés. Ce règlement qui est entré en vigueur le 1er janvier 2006 a pour objectif principal de fournir l'information nécessaire afin d'aider les consommateurs à maintenir des pratiques diététiques saines.

Selon Heller (5), la nouvelle réglementation de la FDA représente une opportunité pour l'industrie alimentaire parce que d'une part elle incite les producteurs d'aliments à modifier leurs recettes alimentaires afin de réduire leur teneur en acides gras trans. D'autre part, elle les encourage à suivre la tendance actuelle des consommateurs qui sont à

Fig. 3. Effets physiologiques potentiels des acides gras trans (15)



A: cellules hépatiques
B: Dysfonctionnement des cellules endothéliales
C: cellules adipeuses
D: monocytes et macrophages

la recherche de produits alimentaires non-nocifs à leur santé.

Choix de l'industrie agroalimentaire pour réduire les acides gras trans dans les aliments

La quantité d'acide gras trans ingérée pourrait être réduite si les producteurs d'aliments et les propriétaires de restaurants choisissaient d'autres alternatives aux huiles partiellement hydrogénées. Pour maximiser les bénéfices de santé, les sources alternatives d'huiles devraient avoir une faible teneur en acides gras trans et en acides gras saturés. Cependant, on s'inquiète qu'une diminution de l'utilisation des huiles partiellement hydrogénées n'entraine une augmentation du prix de certains aliments et la réduction de leur palatabilité, bien que des expériences assez récentes conduites en Europe ont démontré une surestimation de ces inquiétudes (4). En Norvège et à la Finlande par exemple, des efforts collectifs consentis entre les agences du gouvernement et les industries agroalimentaires ont abouti à des réductions substantielles dans l'utilisation et la consommation des acides gras trans sans une augmentation notable du coût des aliments et aucune altération de la qualité (4). Certains transformateurs de produits alimentaires aux USA ont volontairement réduit leur utilisation d'huile végétale partiellement hydrogénée.

Méthodes et opportunités de réduction des acides gras trans dans les aliments

Selon Agriculture and Agri-Food Canada (1), les methodes et les opportunités de réduction ou d'élimination des acides gras trans dans les aliments doivent être un consensus entre les trois principaux acteurs: l'industrie alimentaire, le gouvernement et les consommateurs. Dans le but de réduire ou d'éliminer les acides gras trans dans les aliments, l'industrie alimentaire doit opérer certains changements dans leurs pratiques manufacturières. En plus, il est aussi important que l'industrie alimentaire ait des ressources disponibles en vue de développer de nouveaux produits. Les consommateurs doivent détenir l'information adéquate afin de pouvoir sélectionner les produits qui sont utiles à leur santé. Le gouvernement doit intervenir en établissant des marches à suivre pour les producteurs d'aliments.

Actuellement, il existe trois principales approches pour réduire les acides gras dans les aliments: amélioration des variétés de cultures, modification de la composition en acide gras des aliments au cours de la transformation et la reformulation des aliments (1).

Amélioration des variétés de culture

La disponibilité de la technique de mutation et de la technologie transgénique offre aux producteurs la possibilité d'incorporer dans les aliments une grande gamme d'acides gras de composition différente de la composition originale des plantes oléagineuses.

Modification de la composition des acides gras par la transformation

Il existe cinq méthodes de transformation dans l'industrie alimentaire permettant de réduire les acides gras trans dans les aliments. Ces techniques comprennent le mélange des stocks de base, fractionnement, l'utilisation des gras saturés, l'inter estérification chimique, et l'inter estérification enzymatique (1).

Reformulation des aliments

L'une des techniques qu'on peut utiliser pour réduire les acides gras trans est la réduction/diminution globale de la teneur en acide gras. Le remplacement des graisses (fat replacement) serait aussi intéressant dans la mesure où la réduction des acides gras trans lors de la reformulation n'entraine pas une augmentation du niveau des acides gras saturés. Avec quelques exceptions, le remplacement des graisses exigera la reformulation des produits dans le but d'atteindre les caractères désirables au cours de la transformation des aliments. Les substituts de graisse sont des ingrédients qui peuvent imiter les propriétés fonctionnelles et les caractères sensoriels des graisses sans toutefois beaucoup de calories. La sélection convenable du substitut exige une bonne connaissance du système alimentaire en question et un examen minutieux des avantages et des inconvénients liés à chaque produit.

Opportunités innovatrices pour la réduction des acides gras trans dans les aliments

La réduction des acides gras trans dans les aliments offre de nombreuses opportunités aux compagnies afin de développer de nouveaux produits. Le remplacement des graisses par exemple représente l'une de ces possibilités innovatrices. De nombreuses techniques de limitation des graisses et d'obtention de la lubrificité, de la texture et de la palatabilité caractéristique des produits traditionellement riches en acides gras sont disponibles. Etant donné que les acides gras sont nécessaires à l'atteinte d'un certains niveau de fonctionnalité des produits de pâtisseries, l'utilisation d'agents émulsifiants dans la formulation en lieu et place de graisses aura pour conséquence immédiate la réduction de la teneur en acides gras trans (17).

Conclusion et recommandations

La consommation des acides gras trans à partir des huiles partiellement hydrogénées représente un danger pour la santé des consommateurs. L'élimination des graisses partiellement hydrogénées dans les aliments constitue un défi pour les restaurants et les producteurs d'aliment à travers le monde. Cependant, au Canada et dans certains pays d'Europe, les expériences indiquent que les acides gras trans peuvent être remplacés par les acides gras insaturés cis sans aucune incidence sur le coût et la qualité des aliments.

Les acides gras trans causent une augmentation du taux du mauvais cholestérol (LDL) dans le sang un facteur qui favorise le développe-

ment de maladies cardio-vasculaires. Les acides gras trans risquent d'agir plus ou moins comme les acides gras saturés en ce qui concerne les effets provoqués sur les lipides du sang. Il est donc important que la consommation d'acides gras trans soit contrôlée. Ce qu'il faut avoir en tête est que les acides gras trans sont mauvais pour la santé puisqu'ils ont tendance à augmenter les risques de maladies du cœur. De façon très générale, les gras trans ont deux effets qui accroissent le risque de maladies cardiaques.

La règlementation de la FDA exige que la teneur en acide gras trans soit mentionnée sur les étiquettes nutritionnelles des aliments. De ce fait, il est important que le consommateur lise les étiquettes nutritionnelles afin de se procurer d'aliments qui contiennent peu ou pas d'acides gras trans. Par exemple, les produits laitiers fermentés tels que le yaourt et le fromage contiennent, les viandes maigres, les margarines molles contiennent très peu d'acides gras trans. Etant donné que le chauffage favorise la conversion des acides gras cis en acide gras trans, Il est conseillé au consommateur de manger moins de friture ou le cas échant d'utiliser pour la friture des huiles riches en acides gras mono insaturés.

Références bibliographiques

1. Agriculture and Agri-Food Canada. 2005. Methods and Opportunities for Reducing or Eliminating Trans Fats in Foods. Assessed April 16, 2008 from http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display afficher.do?id=1172579557273&lang=e
2. Allison D. B., Egan S. K., Barraj L. M., Caughman C., Infante M. and Heimbach J. T. 1999. Estimated intakes of trans fatty and other fatty acids in the US population. *Journal of American Diet Association*. 99:166-74.
3. FDA. 2006. FDA acts to provide better information to consumers on trans fats. Accessed April 17, 2008, at http://www.fda.gov/oc/initiatives/transfat/
4. Health Canada. 2006. Government response to the interim recommendations of the Trans Fat Task Force. Accessed April 16, 2008, http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/gras-transfats/government_response_reponse_gouvernement_e.html
5. Heller L. 2006. Trans fat label law could lead to new opportunities. Food USA. Assessed April 16, 2008 from: http://www.foodnavigator-usa.com/news/ng.asp?id=64812-trans-fat-labeling-health-market
6. Hunter J. E. and Applewhite T. H. 1991. Reassessment of trans fatty acid availability in the US diet. *American Journal of Clinical Nutrition*. 54:363-369.
7. Hunter J. E. and Applewhite T. H. 1986. Isomeric fatty acids in the US diet: levels and health perspectives. *American Journal of Clinical Nutrition*. 44:707-717.
8. Hu F. B., Manson J. E. and Stampfer M. J. 2001. Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *The New England Journal of Medicine*. 345:790-797.
9. Judd J. T., Clevidence B. A., Meusing R. A., Wittes J., Sunkin M. E. and Podczasy, J. J. 1994. Dietary trans fatty acids: effects on plasma lipids and lipoproteins of healthy men and women. *American Journal of Clinical Nutrition*. 59:861-868.
10. Lichtenstein A. H. 2000. Trans fatty acids and cardiovascular disease risk. *Current Opinion in Lipidology*. 11:37-42.
11. Lichtenstein A. H., Ausman L. M., Jalbert S. M. and Schaeffer, E. J. 1999. Effects of different forms of dietary hydrogenated fats on serum lipoprotein cholesterol levels. *The New England Journal of Medicine*. 340 (5):1933-1940.
12. Lopez-Garcia E., Schulze M. B. and Meigs J. B. 2005. Consumption of trans fatty acids is related to plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction. *American Journal of Clinical Nutrition*. 135:562-566.
13. Mensink R. P. and Katan M. B. 1999. Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. *The New England Journal of Medicine*. 323:439-45.
14. Meyer K. A., Kushi L. H., Jacobs D. R. and Folsom A. R. 2001. Dietary fat and incidence of type 2 diabetes in older Iowa women. *Diabetes Care*. 24:1528-35.
15. Mozaffarian D., Katan M. B., Ascherio A., Stampfer J. M. and Willett W. C. 2006. Trans Fatty Acids and Cardiovascular Disease. *The New England journal of Medicine* 354:1601-1613.
16. Mozaffarian D., Pischo T., and Hankinson S. E. 2004. Dietary intake of trans fatty acids and systemic inflammation in women. *America Journal of Clinical Nutrition*. 79:606-612.
17. Sjerven J. 2008. Targeting Trans Fats. Baking & Snack, Assessed04, http://www.bakemark.com/TargetingTransFats.htm
18. Stampfer M. J., Sacks F. M., Salvini S., Willett W. C. and Hennekens C. H. 1991. A prospective study of cholesterol, apolipoproteins, and the risk of myocardial infarction. *The New England Journal of Medicine*. 325:373-81.

Alimentation préconisée contre le diabète en médecine traditionnelle familiale dans la région de Port-au-Prince[1]

M. Rouzier, Faculté de Médecine et de Pharmacie (FMP), Université d'État d'Haïti (UEH) et N. C. Larco, Médecine Interne Diabétologue, Fondation Haïtienne de Diabète et des Maladies Cardio Vasculaires (FHADIMAC)

RESUME

Rouzier M. et Larco N.C., 2015. Alimentation préconisée contre le diabète en médecine traditionnelle familiale dans la région de Port-au-Prince. RED 7 (1) : 30 - 36

Une enquête a été conduite sur un échantillon de 449 habitants de 10 quartiers défavorisés de Port-au-Prince dans le but d'évaluer le niveau de sensibilisation de ces populations par rapport au diabète et d'identifier le type d'alimentation adoptée par ces dernières pour cette affection. Elle a été réalisée au moyen d'un questionnaire et par des interviews de type « face à face. La majorité des enquêtées était des femmes. Les résultats ont révélé que la population enquêtée connait le diabète et le considère comme dangereux. Elle connait plusieurs symptômes ainsi que certains facteurs de risque de l'affection. Quelques symptômes évoqués par les enquêtés ne sont cependant pas reconnus dans la littérature comme indicateurs du diabète. A plus de 75%, la population s'adresse à la médecine officielle pour cette affection, mais une partie non négligeable, soit 23 %, utilise ses propres méthodes de soin et une alimentation particulière. En ce qui a trait à cette dernière, 19 aliments (ou types d'aliments) ont été recommandés avec une fréquence d'apparition supérieure à 4. Parmi ces aliments, le sorgho (*Sorghum vulgare*), renfermant plusieurs constituants favorables aux diabétiques, arrive en tête de liste et est évoqué par plus de 66% des enquêtés. Le riz (*Oryza sativa*) est l'aliment le plus décrié et est évoqué par près de 59% des enquêtés. Pour lutter contre le diabète, la population enquêtée fait en général appel à des aliments riches en glucides mais également en fibres et en minéraux importants tels Mg et K. L'étude révèle aussi que la population rejette certains aliments pouvant pourtant être favorables aux diabétiques. Il ressort de l'enquête que l'alimentation prônée présente des avantages mais elle doit faire l'objet de certains correctifs. Des travaux plus ciblés doivent être entrepris en vue de faire la lumière sur les éventuelles capacités de certains aliments évoqués à aider à la gestion du diabète ou à agir sur certains facteurs de risque de cette affection.

ABSTRACT

Rouzier M. et Larco N.C., 2015. Food advocated against diabetes in traditional family medicine in Port-au-Prince area. RED 7 (1) : 30 - 36

A survey was conducted on a sample of 449 people in 10 poor neighborhoods of Port-au-Prince in order to assess the level of awareness of these populations relative to diabetes and to identify the type of alimentation adopted by these latest for this condition. It was conducted through a questionnaire and interviews by type "face to face. The majority of respondents were women. The results revealed that the surveyed population knows diabetes and considered it dangerous. She knows several symptoms and risk factors of the disease. Some symptoms mentioned by respondents are however not recognized in the literature as indicators of diabetes. Over 75% of the population goes for official medicine for this condition, but a significant proportion, 23%, uses its own methods of care and a special diet. In regard to the latter, 19 food (or food types) were recommended with a frequency of occurrence superior to 4. Among these foods, sorghum (*Sorghum vulgare*) containing several components favorable for diabetics has topped the list and is mentioned by more than 66% of respondents. Rice (*Oryza sativa*) is the food most maligned and is mentioned by almost 59% of respondents. To fight against diabetes, the survey population generally uses carbohydrate-rich foods witch also rich in fiber and important minerals such as Mg and K. The study also reveals that the population rejects certain foods that may nevertheless be favorable for diabetics. It appears from the investigation that advocated alimentation has advantages but is subject to certain patches. More targeted work should be undertaken to shed light on the possible capacity of certain foods referred to help manage diabetes or acting on certain risk factors for this condition.

Introduction

Le diabète est devenu une affection fréquente en Haïti. Selon une enquête de la (FHADIMAC), il toucherait actuellement 7% de la population dans la région de Port-au-Prince Fondation Haïtienne de Diabète et des Maladies Cardio Vasculaires et la demande de traitement n'a fait que croître ces dernières années (6).Il s'agit, en fait, d'un phénomène mondial car cette affection constitue actuellement la 4ème cause de mortalité dans le monde, avec une agressivité particulière dans les pays économiquement démunis et à forte migration urbaine (10,15).

En Haïti, pour traiter le diabète, la plupart des patients ont recours soit à des médicaments pharmaceutiques à effet hypoglycémiant prescrits par les médecins, soit à des remèdes traditionnels souvent à base de plantes et tirant leur origine du savoir populaire. Ces dernières années, le rôle de l'alimentation dans la gestion et la prévention du diabète a été mis en exergue et les spécialistes du diabète accordent désormais de l'importance à ce moyen d'action. En effet, il est de plus en plus admis qu'associée à des exercices physiques, une diète équilibrée peut souvent permettre de diminuer, voire de supprimer les médicaments chez certains diabétiques faiblement atteints (8, 12, 25, 26). Le rôle préventif que peut jouer l'alimentation est aussi souligné et doit nécessairement être considéré dans un pays comme Haïti où les soins curatifs classiques sont très coûteux et la prise en charge souvent difficile vu le caractère chronique de l'affection.

Compte tenu de ces considérations, il parait important de se pencher sur l'alimentation adoptée par la population en cas de diabète et sur les aliments locaux pouvant présenter un intérêt pour les diabétiques. Cette étude a été conduite en vue d'inventorier et d'analyser les connaissances en matière de médecine traditionnelle familiale pour cette affection.

Méthodologie

L'étude a consisté en une enquête réalisée dans les quartiers défavorisés de Port-au-Prince. La population visée a été l'ensemble des ménages vivant dans 10 quartiers caractérisés par leur forte densité démographique et par le déficit en services sociaux de base.

Site de l'étude

Pour éviter des réponses trop similaires, dix quartiers assez éloignés les uns des autres et répartis sur l'ensemble du grand Port-au-Prince ont été retenus pour conduire cette étude. L'échantillon a été ainsi constitué: un quartier précaire du

centre ville, Villa Rosa, Savane Pistache, Cité l'Eternel, Trou-sable, Cité Canada, Baillergeau, Delmas 32, Jalousie et St Charles. A l'exception de St Charles, ces quartiers avaient fait l'objet d'une première enquête concernant les traitements traditionnels familiaux de 20 maladies courantes (21).

Échantillonnage et instrument de sondage

L'échantillon a été distribué sur l'aire d'étude en tenant compte de la répartition spatiale de la population totale et en utilisant des critères géographiques comme base de stratification. La taille de l'échantillon a été déterminée par la méthode des quotas en se basant sur la densité de population observée au niveau des strates.

Le nombre de ménages retenu a été fonction du pourcentage espéré de personnes ayant une connaissance du sujet, de la précision souhaitée, de la variance et de la variabilité du critère étudié. Un pourcentage espéré de 75% trouvé dans une étude précédente faite dans la même zone a été utilisé pour calculer la taille de l'échantillon (21). Pour avoir un risque d'erreur de 5%, il a fallu constituer 300 blocs, un bloc étant défini ici comme un ensemble de 5 logements (Tableau 1).

Tableau 1. Répartition des blocs dans les zones inventoriées

Zones	Nombre de blocs
Centre Ville	56
Delmas 32	62
Jalousie	25
Villa Rosa	22
Savanne Pistache	12
Cité l'Eternel	62
Trousable	15
Cité Canada	10
Baillergeau	19
Saint-Charles	17

Les logements ont été sélectionnés par la méthode des itinéraires : le premier logement a été choisi de façon aléatoire dans chacun des quartiers. Par la suite, un intervalle régulier a été laissé entre les logements. Cet intervalle a été fixé à 3 (3 logements occupés), ce pour améliorer l'effet de couverture de la zone.

La méthode permettant de sélectionner le répondant dans chaque logement a reposé sur deux critères :

- l'âge : le membre le plus âgé du ménage a été sollicité, car il a une plus forte probabilité de détenir les informations recherchées,
- le niveau de responsabilité : le chef de ménage est le premier répondant considéré.

L'instrument de sondage a été un questionnaire conçu conformément aux objectifs poursuivis et comportant, entre autres, les points suivants :

- caractéristiques socio-démographiques et socio-économiques des enquêtés,
- connaissances générales des enquêtés concernant le diabète et sa gravité,
- alimentation adoptée.

Pour le remplissage du questionnaire, des entrevues de type « face à face » ont été menées. Le questionnaire a été administré par 5 enquêteurs entrainés, avec le support d'un coordonnateur de terrain et d'un superviseur pour le respect de la méthodologie établie et le contrôle de la cohérence statistique des informations enregistrées dans les questionnaires. Le logiciel SPSS a été utilisé pour le traitement et l'analyse des données recueillies au cours de l'étude

Résultats et Discussion

Principales caractéristiques socio-économiques de la population enquêtée

Au total, 449 personnes, dont 264 femmes représentant 75% de la population, ont été interviewées au cours de l'enquête. Ce chiffre reflète l'une des caractéristiques connues des ménages haïtiens à savoir que les femmes restent généralement au foyer pour s'occuper des enfants et remplir les tâches domestiques. Et cette enquête a été réalisée justement dans les domiciles. Pour les 2 sexes, une forte concentration de répondants, soit près de 50% pour les hommes et 70% pour les femmes, se trouve dans les classes d'âge situées entre 25 et 65 ans.

En ce qui a trait au niveau d'instruction des enquêtés, environ 36 % des répondants a déclaré avoir le niveau primaire, c'est-à-dire ne dépassant pas sept années d'études. Viennent ensuite ceux qui ont le niveau secondaire (26.5%) suivis de près par les analphabètes qui représentent 22.4 % de la population interviewée. Le % d'universitaires ayant participé à l'enquête est de 7,3%. En ce qui a trait aux activités économiques des répondants, l'enquête a révélé que la situation de l'emploi est assez dramatique dans ces quartiers. En effet, près de la moitié des répondants affirment être chômeur et n'avoir aucune activité économique; environ le quart de ceux qui travaillent évoluent dans l'informel.

Connaissance des enquêtés concernant le diabète

L'enquête a révélé que la population interviewée connait assez bien la maladie qu'elle désigne généralement sous le nom de "maladi sik"et la considère à 92 % comme une affection dangereuse. Pour y faire face, une grande majorité des enquêtés - plus de 75% - s'adresse à la médecine conventionnelle en premier recours ; près de 23 % fait appel à la médecine traditionnelle familiale et moins de 1 % aux guérisseurs traditionnels.

De nombreux symptômes associés au diabète ont été évoqués par la population enquêtée et plusieurs d'entre eux correspondent à la réalité. Citons en quelques uns : uriner beaucoup, manger beaucoup, boire beaucoup, somnoler, apparition de lésions cutanées, cicatrisation difficile, crampes, amaigrissement, troubles visuels, asthénie, douleurs musculaires, etc. Certains symptômes rapportés par les enquêtés tels l'inflammation du corps ou la salive sucrée ne sont cependant pas reconnus dans la littérature comme associés au diabète.

En ce qui a trait aux causes de l'af-

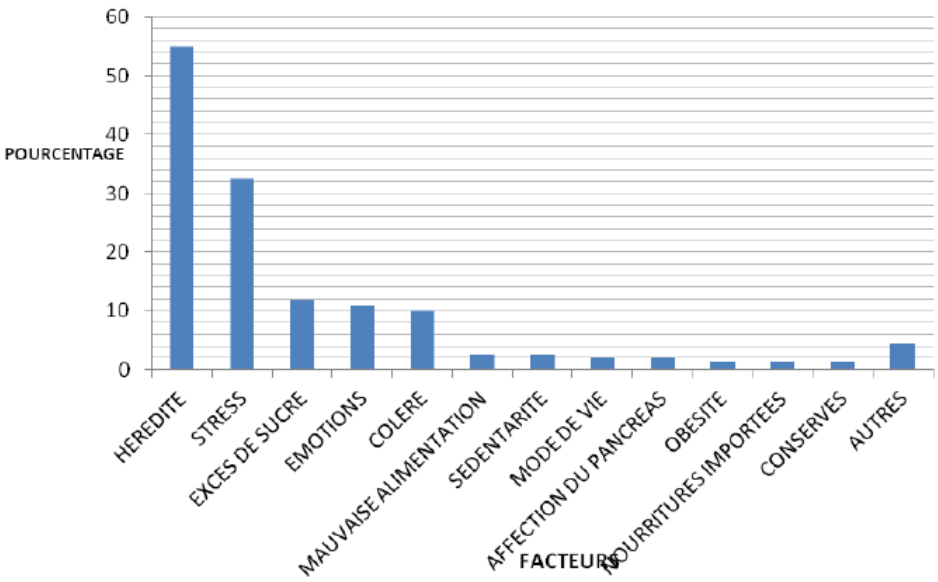


Figure 1. Facteurs de risque liés au diabète selon les enquêtés

fection, la population interviewée lie le diabète à plusieurs facteurs dont le premier est l'hérédité (Figure 1). Viennent ensuite le stress et les différents états d'âme dont les émotions ou la colère. L'alimentation est aussi évoquée avec les habitudes de manger trop de sucre, de mal manger ou de consommer des produits importés ou en conserve. Peu de personnes ont parlé de l'obésité comme facteur de risque, mais les enquêtés ont incriminé la sédentarité alors que quelques uns ont parlé de problèmes au niveau du pancréas.

En réalité, chez l'adulte, l'hérédité constitue le facteur de risque principal dans l'apparition du diabète alors que le stress et les émotions sont considérés comme des facteurs déclencheurs. Le fait de consommer trop de sucre ne cause pas le diabète, mais prédispose à l'obésité qui est un important facteur de risque. Dans ce sens, il est intéressant que la population ait évoqué l'excès de sucre. La sédentarité évoquée par les enquêtés représente aussi un facteur de risque important du diabète.

L'alimentation adoptée par les enquêtés

Dans l'ensemble, 19 aliments (ou types d'aliments) ont été recommandés en cas de diabète (Tableau 2) Selon les personnes enquêtées, les produits alimentaires recommandés aux diabétiques sont assez diversifiés. Ils regroupent des céréales dont le sorgho (*Sorghum vulgare*), le blé (*Triticum aestivum*), le maïs (*Zea mays*) et le riz (*Oryza sativa*). Le sorgho vient en première position avec plus de 65% des recommandations. Le blé, le maïs et le riz viennent respectivement en 3ème, 5ème et 8ème places.

Les légumineuses sont recommandées par 37.3% pour le pois congo (*Cajanus cajan*) qui est en 2ème position dans la liste et seulement par 6% pour le Haricot (*Phaseolus vulgaris*) pourtant considéré comme la principale source de protéines en Haïti. Pour les vivres, le plantain (*Musa paradisiaca*) est le plus recommandé et vient en 4ème position avec près de 28 % des recommandations. L'igname (*Dioscorea sp*) figure parmi les produits alimentaires les moins recommandés avec 2.%. D'autres aliments ont aussi été recensés au cours de l'enquête mais avec une fréquence d'apparition plus faible : cassave, produits locaux, cabri, fruits, salade, épinard, pois tendre, manba (beurre d'arachide), fruit de l'arbre à pain (*Artocarpus altilis*), les vivres en général.

L'usage de certains aliments est de même très déconseillé par la population enquêtée (Tableau 3). Le riz est manifestement l'aliment le plus dé-

Tableau 2. Principaux aliments recommandés par les enquêtés en cas de diabète selon les enquêtés

Aliments à consommer		Nombre d'enquêtés	Pourcentage d'enquêtés
Nom créole	**Nom français**		
Pitimi	Sorgho	199	66.3
Pwa kongo	Pois congo	112	37.3
Ble	Blé	95	31.7
Bannann	Plantain	83	27.7
Mayi moulen	Maïs moulu	46	15.3
Legim	Légume	40	13.3
Lam	Arbre véritable	35	11.7
Diri	Riz	33	11.0
Manyòk	Manioc	19	6.3
Pwa	Haricot	18	6.0
Pwason	Poisson	11	3.7
Sik rejim	Sucre de régime	11	3.7
Fèy	Légume-feuille	7	2.3
Chou	Chou	7	2.3
Pen	Pain	6	2.0
Yann jòn	Igname jaune	6	2.0
Militon	Mirliton	4	1.3
Manje san sik	Mets sans sucre	4	1.3
Bouyon	Bouillon	4	1.3
Autres	-	58	19.3
Total	-	**291**	**97.0**
Ne sait pas	-	9	3.0
Grand total	-	**300**	**100**

Tableau 3. Principaux aliments à ne pas consommer en cas de diabète selon les enquêtés

Aliments à ne pas consommer		Nombre d'enquêtés	Pourcentage d'enquêtés
Nom créole	**Nom français**		
Diri	Riz	176	58.7
Bagay dous	Mets sucrés	65	21.7
Sik	Sucre	64	21.3
Farin	Farine	32	10.7
Vyann bèf	Viande de bœuf	27	9.0
Grès	Graisse	26	8.7
Vyann	Viande	20	6.7
Mayi	Maïs	20	6.7
Mango	Mangue	15	5.0
Gazez	Gazeuses	14	4.7
Kafe	Café	14	4.7
Chokola	Chocolat	13	4.3
Pwa wouj	Haricot rouge	11	3.7
Tròp grès	Trop de graisses	9	3.0
Pwa nwa	Haricot noir	8	2.7
Vyann ak grès	Viande avec graisses	8	2.7
Patat	Patate	7	2.3
Piman	Piment	7	2.3
Twòp sèl	Trop de sel	6	2.0
Pen	Pain	5	1.7
Vyann pèpè	Viande importée de mauvaise qualité	4	1.3
Kochon	Porc	4	1.3
Twòp diri	Trop de riz	4	1.3
Espageti	Spaghettis	4	1.3
Autres	-	71	23.6
Total	-	**290**	**96.7**
Ne sait pas	-	10	3.3
Grand total	-	**300**	**100**

crié avec près de 59% des enquêtés qui le rejettent et un faible % qui évoque seulement l'excès de consommation. Pour les autres céréales et produits dérivés, la farine est déconseillée par près de 11 % des enquêtés, le maïs par près de 7%, le pain par moins de 2 % alors que le sorgho ne figure pas du tout sur la liste des aliments interdits. Les aliments sucrés et le sucre pur sont déconseillés au total par plus de 42% des enquêtés. Les graisses et la viande en général, en particulier celle de bœuf, occupent une bonne place dans le classement. Les mangues et les gazeuses occupent une place non négligeable. Viennent ensuite des boissons comme le café et le chocolat, les pois, la patate, le piment et l'excès de sel.

Commentaires concernant les aliments répertoriés

L'analyse de ces résultats se base sur les recommandations généralement faites aux diabétiques en matière d'alimentation par des groupes autorisés et par les diabétologues en général (13, 14, 16). Voilà un résumé de ce que dit la littérature concernant l'alimentation des diabétiques.

Il est actuellement reconnu que les aliments glucidiques peuvent et doivent faire partie des repas pourvu qu'ils soient accompagnés d'aliments protéiniques, riches en fibres et en bons gras pouvant retarder le passage des glucides dans le sang. De même, les repas ne devraient pas avoir une charge glycémique basse parce qu'ils sont pauvres en glucides, mais plutôt parce qu'ils renferment des aliments à faible indice glycémique, c'est-à-dire faisant monter le taux de sucre graduellement dans le sang. Les aliments à indice glycémique élevé qui provoquent une montée rapide du taux de sucre dans le sang sont eux déconseillés.

La consommation de légumes et de poisson est généralement très vivement recommandée. Plusieurs travaux récents indiquent également que la consommation d'aliments riches en minéraux, en particulier en magnésium et en potassium, est non seulement bénéfique aux diabétiques mais peut aider à prévenir le diabète. Une étude publiée dans la revue « Diabetes Care » démontre ainsi que les femmes qui consomment des aliments riches en magnésium venant surtout de céréales entières contractent moins le diabète que celles en consommant peu (27).

Il est aussi admis que le diabète prédispose fortement aux maladies cardiovasculaires. Selon plusieurs études, 75% des diabétiques meurent d'une maladie cardio-vasculaire (19). Pour bien faire, un diabétique doit donc impérativement entretenir et protéger son système cardio-vasculaire.

La population enquêtée accorde une place privilégiée au sorgho. Cette céréale est aussi utilisée au Maroc contre le diabète (3). Une publication faite en 2004 au Texas indique que cette céréale renferme plusieurs nutriments (composés phénoliques, anthocyanines, phytostérols, policosanol) ayant un excellent potentiel pour combattre des affections telles les maladies cardio-vasculaires, l'obésité (la lutte contre l'obésité est quasi la 1ère demande faite aux diabétiques, le diabète le plus répandu résultant principalement d'un surpoids) et le cancer (2). Une étude réalisée à l'Université du Nebraska a indiqué qu'un extrait de Sorgho réduit la teneur du cholestérol sanguin. L'auteur a conclu que le sorgho contenait des éléments bénéfiques qui pourraient être mis à profit chez l'homme pour le contrôle du

taux de cholestérol (24). On connait l'importance accordée au taux de cholestérol dans le suivi des maladies cardio-vasculaires. Le sorgho contient aussi de nombreuses substances anti-oxydantes et beaucoup de fibres(9).

D'autre part, le sorgho a une bonne teneur en vitamine B1, une vitamine dont la carence serait particulièrement préjudiciable aux diabétiques selon une étude réalisée en Angleterre en 2007 (23). Cette étude établit en effet un lien entre la carence en vitamine B1 et plusieurs complications du diabète. L'étude révèle que les diabétiques présentent généralement une carence très importante en vitamine B1, avec une élimination de cette vitamine en moyenne 16 fois supérieure à la normale. Cette carence peut accentuer ou même provoquer de nombreux troubles observés chez les diabétiques, les maladies cardiaques et les problèmes oculaires entre autres. D'après l'auteur, il faudrait donc aux diabétiques une diète particulièrement riche en vitamine B1.

Le sorgho est plus riche en protéines que les 2 autres céréales produites en Haïti, le riz et le maïs et présente de ce fait plus d'intérêt pour les diabétiques, les protéines ralentissant le passage des glucides dans le sang. Il est également plus riche en fer que ces céréales, la population haïtienne présentant dans son ensemble une carence en cet élément. Tout ceci fait du sorgho un aliment présentant certainement de l'intérêt en cas de diabète.

Beaucoup d'aliments répertoriés renferment beaucoup de glucides (sorgho, blé, banane, maïs, «lam»), mais ils sont également très riches en fibres et/ou en magnésium et en potassium. La banane plantain est en l'occurrence l'un des fruits les plus riches en fibres (5,8g/100g). De plus, des aliments tels la banane verte et les haricots (noirs et rouges) ont un indice glycémique faible, ce qui est une propriété qui doit être recherchée par les diabétiques comme ceci a été signalé plus haut. Le poisson, les légumes et le chou sont aussi des aliments particulièrement intéressants pour les diabétiques : le chou est connu pour faire baisser le taux de sucre dans le sang; le poisson apporte des protéines tout en protégeant le système cardiovasculaire ; les légumes-feuilles sont riches en vitamines, en magnésium et en fibres bénéfiques. Certaines personnes ont parlé d'édulcorants de synthèse ce qui indique un niveau de connaissance assez élevé de ces répondants.

Le manioc a été retrouvé dans la liste des bons aliments pour les diabétiques. D'après certaines observations faites en Afrique, un régime alimentaire carencé en protéines et associé à la consommation de manioc cru pourrait être un facteur causant un type de diabète dénommé "diabète secondaire" lié à la malnutrition (19). Il s'agit encore d'un sujet de controverse, certains auteurs trouvant peu d'évidence en faveur de l'implication du manioc, mais dans l'état actuel des connaissances, ce n'est pas un aliment dont il faudrait encourager la consommation par les diabétiques.

Parmi les aliments sortis avec un très faible pourcentage mais présentant un intérêt en cas de diabète, il faut noter: cabri, fruits, épinard, salade, pois tendre et vivres. Ce sont en général des aliments recommandés en cas de diabète.

La consommation de manba ou beurre d'arachides été également signalé par certains enquêtés. L'arachide a donné lieu à des études indiquant non seulement un indice glycémique très faible, ce qui en fait un aliment intéressant pour les diabétiques, mais aussi sa capacité à prévenir le diabète chez les gens qui en consomment régulièrement. Une vaste étude épidémiologique a en effet démontré que la consommation fréquente de beurre d'arachide était associée à un risque plus faible de développer un diabète de type II chez la femme (7). Les raisons évoqués pour expliquer ces bienfaits sont, entre autres, le contenu en fibres et en magnésium des arachides, deux éléments considérés comme importants dans la prévention du diabète. Une autre étude a aussi montré que, quoique riche en gras, l'arachide n'a pas tendance à faire grossir (effet de satiété ?). Des études épidémiologiques ont aussi associé sa consommation régulière à une diminution du cholestérol sanguin et du risque de maladies cardio-vasculaires (11). Avec en plus une très grande richesse en vitamines de type B importantes pour les diabétiques, l'arachide constitue donc un aliment de grande valeur à la fois pour les gens atteints de diabète, pour la prévention de l'affection et pour diminuer les facteurs de risque cardio-vasculaires.

En ce qui à trait aux aliments non conseillés par les enquêtés, le riz occupe la première place. Selon une étude menée aux USA, les gens consommant 5 portions ou plus de riz blanc par semaine ont été 17 % plus nombreux à développer le diabète de type 2 que ceux consommant ce riz moins d'une fois par mois (18). Il est à noter que le riz entier garde sa richesse en fibres, en minéraux et en vitamines et représente un aliment de valeur pour un diabétique. Une récente étude a d'ailleurs indiqué que la consommation de riz brun réduit sensiblement le risque d'apparition du diabète du type 2 (18). Le riz jaune produit dans le pays et trouvé sur le marché local doit faire l'objet de recherches.

Les aliments sucrés (bagay dous) et le sucre pur sont évidemment à éviter par les diabétiques. Il en de même de la farine blanche constituée d'amidon immédiatement assimilable et faisant rapidement monter le taux de sucre du sang. Le pain de mie consommé chez nous a été faiblement évoqué par les enquêtés parmi les aliments à éviter: fabriqué à partir de farine blanche, il fait vite monter le taux de sucre dans le sang. Le pain préparé avec de la farine complète a un indice glycémique plus faible et présente plus d'avantages pour un diabétique. Le pain complet est vendu actuellement dans les supermarchés de Port-au-Prince, mais pas encore en rue malheureusement. En ce qui

a trait à la consommation de viande de bœuf, les enquêtés ont raison, plusieurs études ayant indiqué que généralement, les diabétiques végétariens se portent mieux que les diabétiques consommant beaucoup de viande rouge.

Parmi les autres aliments non conseillés par les enquêtés, se retrouvent les gazeuses et l'excès de graisse également déconseillés par les diététiciens et les diabétologues. Par contre, le café, les haricots rouge, la patate, les mangues et le piment classés eux aussi par les enquêtés parmi les aliments à éviter ne sont pas mauvais pour les diabétiques. Le café serait plutôt bénéfique et protecteur (1, 4, 5, 22, 25) ; il importe cependant de garder à l'esprit qu'il s'agit d'un psychostimulant dont l'abus est susceptible de faire augmenter temporairement la tension artérielle; les haricots, riches en protéines, en fibres et en magnésium sont généralement recommandés; le piment fait baisser le taux de sucre du sang d'après de récents travaux; la mangue peut être consommée en quantité limitée (une petite mangue après le repas) par les diabétiques; certaines variétés de patate ont un indice glycémique plutôt faible à cause de leur richesse en fibres et renferment des nutriments intéressants (entre autres des antioxydants) pour un diabétique.

Conclusion

L'alimentation prônée par les enquêtés en cas de diabète présente des avantages certains qui ont pu, grâce à cette étude, être mis en évidence. Il faut cependant noté un manque de protéines du probablement aux contraintes économiques de la population, l'usage de certains aliments comme le manioc qui ne semble pas très approprié et une méconnaissance des effets bénéfiques de quelques aliments courants tels le piment et les pois qui pourraient, au vu de leurs propriétés, être recommandés dans la diète des diabétiques, contrairement à ce que pensent les enquêtés.

Des études doivent être entreprises pour déterminer certaines caractéristiques liées à l'apparition du diabète et l'indice glycémique d'aliments locaux faisant partie de la diète de la population haïtienne. Des travaux épidémiologiques, chimiques et cliniques peuvent permettre de faire la lumière sur les éventuelles capacités de ces aliments à aider à gérer le diabète ou à agir sur certains facteurs de risque de cette affection qui mérite une attention particulière vu sa tendance à l'expansion dans le pays et ses graves conséquences lorsqu'elle n'est pas convenablement prise en charge.

[1] Ce texte est tiré de l'ouvrage : Diabète et hypertension artérielle : "Remèdes familiaux dans la région de Port-au-Prince" sorti aux Éditions de l'Université d'État d'Haïti.

Références bibliographiques

1. Agardh EE, Carlsson S, et al. 2004. Coffee consumption, type 2 diabetes and impaired glucose tolerance in Swedish men and women. J Intern Med. 255(6):645-52.
2. Awika J. and al. 2004. "Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health". Phytochemistry 65 :1199-1221
3. Bnouham M.adn al. 2002. "Medicinal plants used in the treatment of diabetes in Morocco". Int. J. of Diabetes and Metabolism 10:35-50
4. Carlsson S, Hammar N, et al. 2004. Coffee consumption and risk of type 2 diabetes in Finnish twins. Int J Epidemiol. 33(3):616-7. Epub 2004 Apr 22.
5. Dam RM, Feskens EJ. 2002. Coffee consumption and risk of type 2 diabetes mellitus. 360(9344):1477-8.
6. Fondation Haïtienne de Diabète et des Maladies Cardio-vasculaires. 2003. PREDIAH. Prévalence du Diabète et de l'Hypertension artérielle dans l'aire métropolitaine de Port-au-Prince.
7. Ghadimi Nouran M, Kimiagar M, Abadi A, Mirzazadeh M, Harrison G. 2010. Peanut consumption and cardiovascular risk. Public Health Nutr. 13(10):1581-6
8. Gurjeet S., Birdee M.D, and Yeh G. 2010. Complementary and Alternative Medicine Therapies for diabetes: A clinical review. Clinical Diabetes. vol 28, no4:147-155
9. Hwang, K.T. and al. 2002. "Properties, Composition and Analysis of Grain Sorghum Wax". J of American oil chemist Society 79, 521-526
10. IDF (International Diabetes Federation). 2006. Diabetes Atlas, 3 rd Edition
11. Jiang R, Manson JE, Stampfer MJ, Liu S, Willett WC, Hu FB. 2002. Nut and peanut butter consumption and risk of type 2 diabetes in women. JAMA. 288:2554–60
12. Larsson S.C. and al. 2007. « Magnesium intake and risk of type 2 diabetes: a meta-analysis ». J. Intern. Med., 262:208 -214
13. OMS. 2002. Rapport sur la Santé dans le monde. Chapitre 7. Des soins novateurs pour les Affections chroniques : Eléments constitutifs. Rapport Mondial. Genève
14. OMS. 2002. Aide-Mémoire no 236 (revisé en 2002) : Le coût du diabète. Genève
15. Organisation Mondiale de la Santé. 2006. Aide- mémoire 312
16. Pacaud D. and al. 2008. Canadian Diabetes. Le diabète au Canada. Vol 21, no3
17. Pan, V. Malik, Q. Sun. 2012. White rice consumption and risk of type 2 diabetes: meta-analysis and systematic review. BMJ, 344
18. Qi Sun, Donna Spiegelman, Rob M. van Dam; Michelle D. Holmes, Vasanti S. Malik, Walter C. Willett, and Frank B. Hu, D. 2010. White Rice, Brown Rice, and Risk of Type 2 Diabetes in US Men and Women. Arch Intern Med. 170 (11):961-969.
19. Ranivontsoarivony M. et al. 2001.

Le manioc est –il un facteur diabétogène?. Clinique, no 2144 :312-314

20.Roglic G., Unwin N., Bennett P, Mathers C., Tuomilehto J., Nag S. 2005. The burden of mortality attributable to diabetes: Realistic estimates for the year 2000. Diabetes Care, vol 28: 2130-2135

21.Rouzier M. (sous la Direction de), 2008. La Médecine Traditionnelle Familiale en Haiti. Enquête Ethnobotanique dans la Zone Métropolitaine de Port-au-Prince. Editions de l'Université d'Etat d'Haiti, Port-au-Prince,139p

22.Salazar-Martinez E, Willett WC, *et al.* 2004. Coffee consumption and risk for type 2 diabetes mellitus. Ann Intern Med. 6;140 (1):1-8

23.Thornalley P.J., and al. 2007. "High Prevalence of Low Plasma Thiamine Concentration in Diabetes Linked to a Marker of Vascular Disease". Diabetologia

24.Timothy P. Carr and al. 2005. Grain Sorghum Lipid Extract Reduce Cholesterol Absorption and Plasma non–HDL Cholesterol Concentration in Hamsters. The American Society for Nutritional Sciences. J. Nutr.135:2236-2240

25.Tuomilehto J. and al. 2004. « Coffee consumption and risk of type II diabetes Mellitus among middle-age Finnish men and women. Jama:291:1213-1219

26.Ursell A. 2001. « Guide pratique des vitamines et Minéraux ». HMH Ed

27.Van Dam R.M. and al. 2006. "Dietary calcium and Magnesium, major sources and risk of type 2 diabetes in US black women". Diabetes Care 29:2238-2243

Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques de l'eau des réseaux d'adduction dans 5 villes d'Haïti : Plaisance, Saint-Marc, Hinche, Jacmel et Jérémie

M. A. C. J.-B. Blaise, Département des Sciences et Technologie des Aliments, Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), Université d'Etat d'Haïti (UEH), Laboratoire du Centre Technique d'Exploitation de la Région Métropolitaine de Port-au-Prince (CTE-RMPP) de la DINEPA, J. Blaise, Département de Production Animale, S. Dol, Département du Génie Rural, W.-A. Laroche, B. Michel, J.-R. Pierre-Louis et A. Bernard, Département des Sciences et Technologie des Aliments, Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), Université d'Etat d'Haïti (UEH)

RESUME

Blaise M. A. C. J.-B., Blaise J., Dol S., Laroche W.-A., Michel B., Pierre-Louis J.-R. et Bernard A. 2015. Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques de l'eau des réseaux d'adduction dans 5 villes d'Haïti : Plaisance, Saint-Marc, Hinche, Jacmel et Jérémie. RED 7 (1) : 37 - 41

A la suite d'enquêtes rétrospectives menées dans 5 communes d'Haïti réparties dans 5 départements géographiques différents: Plaisance (Nord), Saint-Marc (Artibonite), Hinche (Centre), Jacmel (Sud-Est) et Jérémie (Grand'Anse), une évaluation de la qualité de l'eau des réseaux d'adduction sur une période de 9 ans (2005-2014), a été réalisée. La stratégie de contrôle dans le cadre de ces enquêtes repose sur la recherche des paramètres physico-chimiques suivants : pH, turbidité, conductivité, TDS (Total Dissolved Solids), nitrates, nitrites, sulfates, chlorures, alcalinité, dureté et des indicateurs de pollution microbiologique : coliformes totaux, coliformes fécaux, *E. coli*, Salmonelles. Les paramètres physico-chimiques ont été déterminés à partir d'appareils conçus à cet effet (pH-mètre, turbidimètre, conductivimètre, spectrophotomètre) ou de réactifs appropriés. Les indicateurs de pollution microbiologiques ont été mesurés soit par la technique du nombre le plus probable (NPP) ou méthode en tube multiple, soit par celle de la membrane filtrante. Les résultats montrent que les paramètres microbiologiques recherchés sont totalement non conformes par rapport aux normes établies pour l'eau de boisson tandis que les paramètres physico-chimiques ne le sont que partiellement selon les villes investiguées. Les taux de nitrates à Jacmel, Plaisance et Jérémie dépassent la valeur admise internationalement. Des propositions d'intervention à des fins de protection des réseaux ou de traitement de l'eau distribuée ont été faites.

ABSTRACT

Blaise M. A. C. J.-B., Blaise J., Dol S., Laroche W.-A., Michel B., Pierre-Louis J.-R. et Bernard A. 2015. Physicochemical and microbiological characterics of water public supply in 5 cities of Haïti : Plaisance, Saint-Marc, Hinche, Jacmel et Jérémie. RED 7 (1) : 37 - 41

Using retrospective surveys in five communes of Haiti located in 5 different geographical departments: Plaisance (Nord), Saint-Marc (Artibonite), Hinche (Centre), Jacmel (Sud Est) and Jérémie (Grand'Anse), an evaluation of the quality of the water supply networks over a period of 9 years (2005-2014), was performed. The control strategy as part of these investigations is based on research of the following physicochemical parameters: pH, turbidity, conductivity, TDS (Total Dissolved Solids), nitrates, nitrites, sulfates, chlorides, alkalinity, hardness and microbiological pollution indicators: total coliforms, fecal coliforms, E. coli, Salmonella. The physicochemical parameters were determined from devices designed for this purpose (pH meter, turbidity meter, conductivity meter, and spectrophotometer) or appropriate reagents. Microbiological pollution indicators were measured either by the technique of most probable number (MPN) method or multiple tube, or by that of the filter membrane. The results show that the desired microbiological parameters are totally not in accordance with established standards for drinking water while the physicochemical parameters are only partly under the investigated cities. The nitrate levels in Jacmel, Plaisance and Jérémie exceeds the internationally accepted value. Proposals for intervention for protection of networks or treatment of distributed water were made.

Introduction

Les enquêtes menées par la FAMV (2, 4, 8, 9, 11) au cours de la période allant de 2005 à 2014 révèlent que la qualité de l'eau des réseaux d'adduction distribuée à la population dans les grandes villes d'Haïti laisse beaucoup à désirer selon les utilisateurs. Ces derniers signalent à cet effet la présence de grosses particules visibles telles que sédiments et matières organiques altérant macroscopiquement l'aspect physique de l'eau. Même quand celle-ci apparait propre, son usage pour la boisson est à l'origine de malaises chez les consommateurs. Le problème est tellement préoccupant et connu en Haïti qu'on assiste à une prolifération de compagnies de traitement de l'eau potable sans aucune évaluation desdites compagnies par les responsables au niveau national.

Parmi les facteurs susceptibles de contribuer à une détérioration de la qualité de l'eau, on peut citer : la pollution des sites par des déchets d'origine animale ou végétale, le non respect des périmètres de protection, les dommages causés aux réseaux par le piratage etc. Ces facteurs, s'ils ne sont pas maitrisés peuvent entrainer des répercussions négatives sur la santé de la population en particulier, la propagation des maladies à transmission hydrique. Par ailleurs, le risque de contamination par des polluants chimiques à partir d'infiltrations des nappes, n'est pas non plus à écarter.

Il devient donc de plus en plus nécessaire d'envisager non seulement la conservation de l'eau mais aussi la protection de cette ressource. Pour cela, une meilleure connaissance de la qualité et une analyse des facteurs de contamination de l'eau se révèlent indispensable.

Matériels et méthode

Présentation des sites

Ce travail a été réalisé au niveau de 5 communes : Plaisance (Nord), Saint-Marc (Artibonite), Hinche (Centre), Jacmel (Sud-Est) et Jérémie (Grand'Anse). La ville de Plaisance, située à 40 km du Cap-Haitien et à 210 km de Port-au-Prince, la capitale d'Haïti, a une superficie de 7.5 km² et une population des 4.051 habitants (6, 7), elle a une pluviométrie moyenne annuelle variant entre 1.500 à 1.929 mm de pluie et une température moyenne de 24 °C (4).

Saint-Marc, située à 104 km de Port-au-Prince, est à la fois une ville partiellement côtière et intérieure. Son climat est caractérisé par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison humide. Les données

pluviométriques moyennes mensuelles oscillent entre 20 et 39 mm en saison sèche, 90 et 166 mm en saison pluvieuse. Elle possède une rivière : la rivière de Saint-Marc comportant 2 embranchements qui se jettent dans la baie de Saint-Marc (11).

La ville de Hinche, située dans le Plateau Central est le chef lieu de ce département, avec une superficie de 1.992 km². La population est estimée à 52.793 habitants soit une densité de 8 habitants /km². La pluviométrie moyenne mensuelle est inférieure à 40 mm et la température moyenne annuelle oscille entre 24 et 25 °C (9).

Jacmel, chef-lieu du département du Sud-Est est une ville côtière ayant une superficie de 455.55 Km² et une population estimée à 150.000 habitants (6, 7) Elle a une pluviométrie de 1.278 mm/an et est traversée par la Grande Rivière de Jacmel divisée en 2 affluents : la Rivière Gauche et La Gosseline (8).

Jérémie est à la fois une commune du département de la Grand'Anse et le chef-lieu dudit département. Elle a une superficie de 427.2km² et une population de 35 412 habitants (6). Sa pluviométrie moyenne annuelle varie entre 1200 à 3000 mm répartie en 2 grandes saisons pluvieuses : avril-mai et septembre-décembre (2).

Echantillonnage

Un total de 102 échantillons d'eau a été prélevé dans les réseaux publics de distribution des six villes à l'étude. Le nombre d'échantillons a varié de 6 pour la ville de Jérémie à 40 pour Saint-Marc (Tableau 1). Au niveau de cette dernière, les échantillons ont été prélevés dans trois zones différentes (Fleurenceau, Cité Miami et Privert). Dans les villes enquêtées, les échantillons provenaient de sources, de réservoirs et du robinet. Dans le cas de Saint-Marc, outre ces trois sites, des prélèvements ont été également effectués au niveau des stations de pompage.

Pour les villes de Plaisance et de Hinche, les prélèvements ont été effectués en 2 séries et 3 sites ont été retenus (Tableau 1). A Saint-Marc, 3 zones de prélèvements (Fleurenceau, Cité Miami et Privert) ont été définis et 4 sites de prélèvements (1 source, 1 station de pompage, 2 réservoirs et 6 robinets). Pour la ville de Hinche, 20 échantillons ont été prélevés en 2 séries entre mai et septembre 2008 et 3 points du réseau d'adduction (source, réservoir et robinets) ont été retenus. Pour la ville de Jacmel, 14 échantillons d'eau brute ont été prélevés pour analyse. Deux séries de prélèvements portant sur les 2 saisons (sèche et pluvieuse) et 3 sites de prélèvements (1 source, 1 réservoir et 5 robinets) ont été envisagés. Pour la ville de Jérémie, 6 échantillons d'eau brute ont été prélevés pour analyse. Trois sites de prélèvements (2 sources, 1 réservoir et 5 robinets) ont été envisagés. Les prélèvements et les analyses de laboratoire ont été effectués entre 2005 et 2014 (Tableau 2).

Tableau 1. Nombre et sites de prélèvement d'échantillons dans les villes enquêtées

Ville	Nombre d'échantillons	Sites de prélèvement			
		Sources	Stations de pompage	Réservoirs	Robinets
Plaisance	22	8	-	8	6
St-Marc	40	5	5	10	20
Hinche	20	6	-	2	12
Jacmel	14	2	-	2	10
Jérémie	6	2	-	1	3
Total	**102**	**23**	**5**	**23**	**51**

Tableau 2. Chronologie de la période de mesures des paramètres en fonction de sites

Sites	Département	Période de mesure des paramètres
Plaisance	Nord	2005 -2006
Saint-Marc	Artibonite	2006 -2007
Hinche	Centre	2008- 2009
Jacmel	Sud-Est	2009- 2010
Jérémie	Grand'Anse	2013- 2014

Conditionnement des échantillons

Les échantillons d'eau prélevés pour les analyses physico-chimiques ont été conditionnés dans des flacons de 1 ou 1.5 litres préalablement rincés 3 fois avec de l'eau provenant du site de prélèvement. Pour les analyses microbiologiques, les prélèvements ont été réalisés dans des flacons stériles. Les échantillons ont été ensuite conservés en glacière réfrigérée (à 4°C) jusqu'au moment de l'analyse.

Mesure des paramètres microbiologiques et physico-chimiques

Pour la mesure des paramètres microbiologiques, deux méthodes ont été utilisées (3, 10) :

- Au niveau du Laboratoire du Centre Technique d'Exploitation de la Région Métropolitaine de Port-au-Prince (CTE-RMPP), de la Direction Nationale Eau Potable et Assainissement (DINEPA), la technique de la membrane filtrante a été utilisée pour Jacmel, Jérémie et Hinche. Cette technique a consisté à faire passer 100 ml d'eau à travers une membrane cellulosique ayant des pores de diamètre uniforme égal à 0,45 µm; après filtration, cette membrane a été déposée dans une boite de Pétri contenant un milieu de culture approprié à la recherche des germes sous étude.
- Au niveau du Laboratoire Vétérinaire de Contrôle Qualité des Aliments de Tamarinier (LVCQAT) du Ministère de l'Agriculture des Ressources Naturelles et du Dévelop-

Tableau 3. Moyenne des résultats des analyses bactériologiques (1ère série)

Paramètres	Nombre le plus probable			Membrane filtrante			
	Norme Col./100ml	Sites		Norme Cfu/100 ml	Sites		
		Plaisance	Saint-Marc		Hinche	Jacmel	Jérémie
Coliformes totaux	<2.2	>2.2	>2.2	<1	>1	>1	>1
Taux de contamination		100	70		100	43	70
Coliformes fécaux	<2.2	>2.2	>2.2	<1	<1	>1	>1
Taux de contamination		100	45		100	29	35
E. coli	Absence	Absence	Absence	<1	<1	>1	>1
Taux de contamination		0	0		100	100	35
Salmonella sp.	Absence	Absence	Absence	<1	>1	>1	
Taux de contamination		0	0		100	100	
Nombre de prélèvements		11	20		10	7	7

Tableau 4. Moyenne des résultats des analyses bactériologiques (2ème série)

Paramètres	Nombre le plus probable			Membrane filtrante		
	Norme Col./100ml	Sites		Norme Cfu/100 ml	Sites	
		Plaisance	Saint-Marc		Jacmel	Hinche
Coliformes totaux	<2.2	>2.2	>2.2	<1	>1	>1
Taux de contamination		100	100		71	100
Coliformes fécaux	<2.2	>2.2	>2.2	<1	>1	>1
Taux de contamination		100	70		0	100
E. coli	Absence	Absence	Absence	<1	<1	>1
Taux de contamination		0	0		0	100
Salmonella sp.	Absence	Absence	Absence	<1	<1	>1
Taux de contamination		0	0		0	100
Nombre de prélèvements		11	20		7	10

pement Rural (MARNDR), la méthode du nombre le plus probable (NPP) a été utilisée pour Plaisance et Saint-Marc. Cette méthode permet de donner une estimation de la densité la plus probable des micro-organismes viables dans un échantillon. Il s'agit d'une technique faisant appel à la fermentation en tube multiple. La recherche a porté sur les coliformes totaux, les coliformes fécaux, *Escherichia coli* et les salmonelles.

Pour la mesure des paramètres physico-chimiques, le pH, la turbidité, la conductivité, la dureté, l'odeur, la couleur, les nitrates, les nitrites et les chlorures ont été recherchés dans les 5 sites.

Résultats et discussion

Un total de 102 échantillons ont été analysés au niveau de différents points d'eau : sources, forages, réservoirs et robinets pour les 5 sites. D'une façon globale, tous les échantillons d'eau analysés pour les 2 séries sont de très mauvaise qualité bactériologique pour les germes recherchés (Tableaux 3 et 4). Par contre les résultats des analyses physico-chimiques sont partiellement conformes aux normes établies (Tableaux 5 et 6).

Caractéristiques microbiologiques des eaux analysées

Les résultats des tableaux 3 et 4 montrent une charge en coliformes totaux et fécaux à Plaisance et à Saint-Marc supérieure aux normes admises (10). Ces données traduisent une contamination fécale importante de l'eau, ce qui représente un risque important pour les consommateurs. Bien que la présence *d'E. coli* n'ait pas été mise en évidence, il faut souligner le fait bien connu que certains colibacilles commensaux peuvent acquérir occasionnellement chez l'homme un pouvoir pathogène à l'occasion d'une modification de terrain (*12*). Ces colibacilles entéropathogènes se révèlent souvent très redoutables chez les enfants. En ce qui concerne l'eau potable, les normes européennes recommandent l'absence de coliformes dans 95% des échantillons de 100ml (10), ce qui ne concorde pas avec les résultats trouvés quel que soit le site considéré.

Sauf à Hinche, il n'a pas été toutefois révélé une contamination de l'eau en salmonelles. La seule présence de ce germe dans l'eau doit susciter une attention particulière. Parmi les 3000 sérotypes de salmonelles identifiés, seuls quelques dizaines sont connues comme agents

de salmonelloses humaines (5, 12) dont la plupart sont des germes très pathogènes impliqués dans la fièvre typhoïde et dans des gastro-entérites. Leur présence pourrait être imputée à l'existence d'élevage traditionnel très répandu à proximité des points d'eau, ce qui nécessite un contrôle du réseau et une évaluation du traitement chloré utilisé.

Caractéristiques physico-chimiques des eaux analysées

Tous les paramètres physico-chimiques mesurés au cours de la première série se sont révélés conformes aux normes sauf à Jacmel et à Jérémie où il a été constaté une turbidité et un taux de nitrates supérieurs à ceux recommandés. La présence de décharge et d'animaux d'élevage a été observée dans le périmètre immédiat des sources. A Jérémie, la turbidité très élevée (16.20 et 13. 30 NTU) a été constatée au niveau de la source Débarrasse, second réseau du système de distribution de l'eau de robinet, Zone aviation. Les autres paramètres mesurés pour ce réseau sont tout à fait conformes (Tableaux 5 et 6).

Tableau 5. Mesures des paramètres physico-chimiques des eaux analysées (1ère série)

Paramètres	Norme	Sites				
		Plaisance	Saint-Marc	Jacmel	Hinche	Jérémie
pH	6.5 - 8.5 Unité de pH	7.2	7. 3	7.5	7.4	7. 3
Turbidité	<1 NTU	<1	0.5	2.52		6
Conductivité	150 – 800 µS/cm		615	454	460	480
TDS	100 - 600 mg/l		300	220	230	230
Alcalinité	100 - 600 mg/l de $CaCO_3$		290	220	240	200
Nitrates	10 mg/l NO_3	Négatif 50%	Négatif 100%	12		12
Nitrites	<1 mg/l NO_2	Négatif 100%	Négatif 100%	0.1		
Sulfates	0 - 200 mg/l			2.5	7	4
Dureté totale	100 -300 mg/l $CaCO_3$		250	220	240	240
Chlorures	0 - 200 mg/l Cl^-	18	50	11	5.5	24
Nombre de prélèvements		11	20	7	10	6

Tableau 6. Moyenne des résultats des analyses physico-chimiques (2ème série)

Paramètres	Norme	Sites			
		Plaisance	Saint-Marc	Jacmel	Hinche
pH	6.5 - 8.5 Unité de pH	7.3	7.6	7.4	7.4
Turbidité	<1 NTU		0.90	2.00	
Conductivité	150 – 800 µS/cm		650	500	450
TDS	100 - 600 mg/l		340	250	219
Alcalinité	100 - 600 mg/l de $CaCO_3$		320	220	242
Nitrates	10 mg/l NO_3	Positif 100%	Négatif 100%	11	1,5
Nitrites	<1 mg/l NO_2	Négatif 50%	Négatif 90%		
Sulfates	0 - 200 mg/l			2.51	7.5
Dureté	100 -300 mg/l $CaCO_3$		350	240	250
Chlorures	0 - 200 mg/l Cl^-	19	60	14	4
Nombre de prélèvements		11	20	7	10

Pour la 2ème série, à Saint-Marc, une concentration supérieure à la norme pour la dureté, a été retrouvée au niveau des échantillons analysés. A Plaisance et à Jacmel, il a été constaté la présence d'un taux de nitrates supérieur à la norme au niveau de tous des prélèvements. Les nitrates étant un contaminant de l'environnement, leur présence dans l'eau pourrait être imputée à l'utilisation d'engrais (5) non négligeable dans les parties agricoles de ces sites. Le risque pour le consommateur est double. D'un côté, les nitrates peuvent avoir un effet méthémoglobinisant en oxydant le fer ferrique rendant ainsi la molécule d'hémoglobine non fonctionnelle, d'où asphyxie. De l'autre côté, à partir d'expériences réalisées chez diverses espèces animales, il a été démontré que les nitrates peuvent être réduits en nitrites par la flore buccale avec possibilité de formation, à partir de certains aminoacides et diverses protéines des denrées alimentaires, de nitrosamines cancérigènes pour le foie, le rein, le poumon, l'œsophage, le cerveau (1).

Conclusion

Ce travail mené au cours des 9 dernières années a permis d'avoir une idée de l'état réel de 5 réseaux d'adduction d'eau répartis dans la moitié des 10 départements du pays. En dehors de la région de Port-au-Prince. Les analyses réalisées révèlent que l'eau mise à la disposition de la population est exposée à une pollution microbiologique importante tandis que les paramètres physico-chimiques sont à peu près

conformes aux normes exigées. L'importance des germes retrouvés en particulier, la charge en coliformes totaux dans tous les sites, la présence de salmonelles à Hinche et à Jacmel malgré un traitement chloré effectué, la détection d'un taux de nitrates supérieur aux normes à Jacmel, Plaisance et Jérémie, montrent que l'eau au niveau de ces sites est inapte à l'utilisation comme boisson, sans la réalisation de traitements efficaces.

Le protocole de traitement suivant réalisé avec succès au niveau du site de Port-au-Prince peut être recommandé : il s'agit de la désinfection au chlore avec un bon contrôle du chlore résiduel au niveau des différents sites de production, de stockage et aussi sur le réseau de distribution.

En plus du traitement, un programme visant la protection des points d'eau contre la pollution fécale et contre le rejet de déchets provenant de l'activité humaine et les activités de lessive parait comme incontournable dans la perspective d'une meilleure prévention de certains risques sanitaires liés à l'eau.

Références bibliographiques

1. AUPELF (Association des Universités Partiellement ou Entièrement de Langue Française), ci après AUF. 1984. La toxicologie alimentaire dans les pays d'Afrique Centrale. Actes, Brazzaville, Congo, 193p
2. Bernard A. 2014. Etude de la potabilité de l'eau distribuée par le Centre Technique d'Exploitation (CTE) de Jérémie. Mémoire de fin d'études agronomiques, FAMV, Damien, UEH, 48p.
3. Bourgeois C. M. et Leveau J. Y. 1991. Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Tome 3 : le contrôle microbiologique. Paris, Lavoisier, Tec et Doc., 454p.
4. Dol S. 2006. Etude de la potabilité de l'eau fournie par le réseau d'adduction d'eau potable de la ville de Plaisance au Nord d'Haïti. Mémoire de fin d'études agronomiques, FAMV, Damien, UEH, 40p.
5. Frémy D. et Frémy M. 2000. Quid 2001 ? Tout sur tout et un peu plus que tout. Paris, Editions Robert Laffont, 2078p.
6. IHSI (Institut Haïtien de Statistiques et d'Informatique). 1998. Inventaire des ressources naturelles et potentialités d'Haïti. CD-ROM.
7. Institut Haïtien de Statistique et d'Informatique (IHSI). 2005. Inventaire des ressources naturelles et potentialités d'Haïti.
8. Laroche W. 2014. Etude de la potabilité de l'eau fournie par le réseau d'adduction de la ville de Jacmel (Département du Sud-est) et propositions d'amélioration. Mémoire de fin d'études agronomiques, FAMV, Damien, UEH, 71p.
9. Michel B. 2008. 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 agronomiques, FAMV, Damien, UEH, 52p.
10. OMS. 1996. Directives de qualité pour l'eau de boisson. Deuxième édition (Volume 2). Critère d'hygiène et documentation à l'appui. 1050p.
11. Pierre-Louis J. R. 2007. Etude des caractéristiques physico-chimiques et de la qualité de l'eau du réseau d'adduction de Saint-Marc et propositions d'amélioration. Mémoire de fin d'études agronomiques, FAMV, 60p.
12. Pilet C, Bourdon J. L, Toma B., Marchal N., Balbastre C. et Person J. M. 1987. Bactériologie médicale et vétérinaire. Paris, Doin, 372p.

La production de l'acérola (cerise): une source potentielle de revenus pour les agriculteurs haïtiens

L. Delva, Département des Sciences et Technologie des Aliments (STA), Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV) Université d'Etat d'Haïti (UEH)

Introduction

L'acérola (*Malpighia emarginata* DC.) est connu en Haiti sous le nom de cerise, mais porte des noms différents tels que cerise de Barbade, cerise d'Haïti, cerise des Antilles, cerise de Saint Domingue, ou acérola dans les pays francophones et dans certains pays hispanophones. Cette plante de la famille des Malpighiacées est originaire de l'Amérique Centrale et a été propagée dans les Antilles parce qu'elle s'adapte bien aux conditions climatiques de cette région. Cet arbuste, qui dépasse rarement cinq mètres de haut, produit de petits fruits de 1 à 4 cm de diamètre pesant 10 g en moyenne.

L'acérola est surtout connue pour sa richesse presque inégalable en vitamine C. Cent grammes (100 g), soit environ 10 fruits, peuvent contenir jusqu'à 4000 mg de vitamine C (1 g = 1000 mg) (1). Les fruits sont verts au premier stade de développement, puis changent au jaune-orange au stade de maturité intermédiaire pour enfin prendre de vifs tons de rouge à maturité complète. La teneur en vitamine C diminue au fur et à mesure que les fruits avancent en maturité. Les fruits verts contiennent deux fois plus de vitamine C que les fruits mûrs (2).

Production, consommation et commercialisation

Le Brésil est le plus grand producteur, le plus grand consommateur et le plus grand exportateur de ce fruit. En 1996, le Brésil produisait près de 33,000 tonnes de fruits (1). Il exportait la cerise sous différentes formes dont les plus communes sont les fruits congelés, les jus concentrés congelés, et les liqueurs. Le Japon est le plus grand importateur, suivi des Etats-Unis, de l'Allemagne, de la France et de la Hongrie. En Europe, le fruit est surtout consommé sous forme de jus alors qu'aux USA, il est majoritairement utilisé dans l'industrie pharmaceutique pour la production de vitamine C (1).

En Haïti, l'acérola, très appréciée à cause de sa saveur particulière et son unique arôme est surtout consommée sous forme de jus, les fruits étant jugés trop acides pour être consommés frais. Selon les observations de l'auteur en 2015, un verre de jus de cerises peut être considéré comme un produit de luxe car il se vend à environ 100 gourdes (US $2.00) dans les bars et restaurants de Port-au-Prince.

Etat actuel de la production d'acérola en Haïti

Les données statistiques sont rares car la production d'acéroles n'est pas organisée en vergers commerciaux. Les « acéroliers » sont éparpillés dans certaines zones du pays, bien que les communes de Léogane et de Grand Goâve, puissent être considérées comme zones de production de références (3). Le coût relativement élevé des fruits et du jus sur le marché local est à mon avis dû à la faible production qui ne répond pas à la demande locale. Pourtant, la culture de l'acérola est très peu exigeante car les arbustes s'adaptent bien aux régions sèches et aux sols alcalins. Elle pourrait devenir une activité agricole complémentaire pour les agriculteurs haïtiens aux faibles moyens financiers.

Opportunités

La culture d'acérola s'insère bien dans le contexte agricole haïtien où les superficies sont faibles et offre d'excellentes opportunités d'investissement:

- **Fabrication de vitamine C.** Les fruits peuvent être récoltés verts pour la production de vitamine C naturelle. Un essai conduit à Porto Rico a montré qu'un verger de 200 arbustes peut produire 1633 à 2041 kilogrammes de jus, à partir desquels on peut extraire environ 54 kilogrammes de vitamine C (4).
- **Fabrication de produits cosmétiques**. Une grande gamme de produits cosmétiques à base d'acérola est disponible sur le marché international particulièrement au Japon et aux Etats-Unis d'Amérique. C'est une industrie jusque-là inexploitée que les investisseurs haïtiens pourraient explorer. Ainsi, le renforcement et l'organisation de cette production pourrait donner lieu à la création de nouvelles entreprises locales.
- **Technologie alimentaire.** L'acérola offre d'excellentes avenues dans la technologie alimentaire et tout particulièrement la fabrication des jus (jus frais, concentrés, purée, marmelade, etc.). En plus, le jus d'acérola peut être mélangé à d'autres jus de fruits pour développer de nombreux nectars et créer tout une gamme de nouveaux produits à haute valeur ajoutée. La purée peut être utilisée en pâtisserie et dans la fabrication de crèmes à la glace et de yaourt.

Conclusion

La culture de l'acérola peut être une activité génératrice de revenus dans cette filière agricole et pour tous ceux qui veulent investir dans sa transformation. Le développement et le renforcement du système de

production contribuera non seulement à l'augmentation de la productivité des parcelles des producteurs mais aura aussi un effet bénéfique sur l'environnement par la contribution de cette culture dans la reforestation du pays. L'industrialisation de l'acérola contribuerait à stimuler la production locale, catalyser le renforcement de filières existantes et développer de nouveaux créneaux. Le consommateur à son tour, en plus des fruits et du jus frais, aura droit à une gamme plus variée de produits à des prix plus raisonnables, et pourra aussi bénéficier de la valeur nutritionnelle exceptionnelle de ce fruit. La valeur nutritionnelle de l'acérola constituera l'objet principal de notre prochaine communication.

Références bibliographiques

1. Delva L. and Goodrich RM. 2013. Acerola (*Malpighia emarginata* DC): production, postharvest handling, nutrition, and biological activity. *Food Reviews International* 29 (2), 107-126.

2. Vendramini A.L. and Trugo, L.C. 2000. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia punicifolia* L.) at three stages of maturity. Food Chem. *71*, 195-198.

3. Delva L. and Dort J. 2008. Influence de cinq (5) types d'emballages sur la stabilité de la vitamine C et de la coloration du jus de cerise des Antilles (*Malpighia emarginata* DC) au cours du stockage réfrigéré. Recherche, Etude, Développement. FAMV-Haïti.

4. Morton J. 2013. Barbados cherry. Assessed September 25, from: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/barbados_cherry.html

En Vente en Librairie et aux Editions UEH

Jacques Blaise et Christian Raccurt

Introduction aux maladies parasitaires d'Haïti

Zoonoses et Santé humaine

Les maladies parasitaires représentent en Haïti une bombe à retardement. Ce livre veut attirer l'attention sur les parasites des animaux dans leur entretien et leur mode de transmission à l'homme.

Claude Prépetit

Introduction à l'étude des matériaux de construction en Haïti

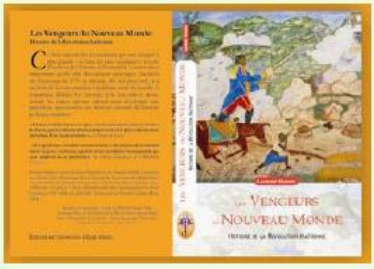
Un manuel à l'usage des étudiants en génie, des entrepreneurs en construction et de tous ceux qui s'intéressent aux matériaux propres au son d'Haïti.

Marilise Rouzier (Sous la direction de)

Le médecine traditionnelle en Haïti

Enquête ethnobotanique dans la zone métropolitaine de Port-au-Prince

La culture haïtienne détient un savoir confirmé dans le domaine de la médecine naturelle. Cet ouvrage tente d'apporter à cette médecine populaire un appui scientifique susceptible de la rendre plus universelle.



Laurent Dubois

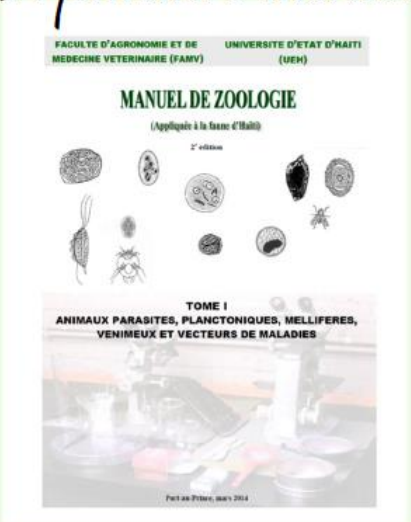
Les vengeurs du nouveau monde

Histoire de la révolution haïtienne

L'auteur établit clairement que c'est là sans doute, dans le bruit et la fureur, que les idéaux démocratiques ont été le plus radicalement défendus. Une leçon à retenir.

Lemète Zéphyr

Pwoblèm pawòl klè nan lang kreyòl

Kreyòl se lang manman tout Ayisyen, se youn nan de lang nasyonal Ayiti. Pwovèb la di kreyòl pale, kreyòl konprann. Men, eske sa vle di ke lè Ayisyen ki fè gwo klas pale oubyen ekri an kreyòl, pifò moun nan peyi-a konprann?

A paraitre bientôt