



ECO-SYSTÈMES D'HAÏTI: FOCUS SUR LES RÉALITÉS ET LES ESPOIRS DE L'ENVIRONNEMENT

28^E CONFÉRENCE ANNUELLE • 10-12 NOVEMBRE 2016
CAP-HAÏTIEN, HAÏTI

PRÉ-ACTES DES SESSIONS « EAU & ZAGROM »

APPORT DE LA RECHERCHE UNIVERSITAIRE
À LA COMPRÉHENSION DU STRESS QUALITATIF
ET QUANTITATIF DE L'EAU EN HAÏTI

&

ZONE ATELIER DE GROS-MORNE



Sous la direction de :
Evens Emmanuel & Rémy Bayard





Photo de la page de couverture
Saut-Mathurine
Courtoisie de René Durocher, photographe-environnementaliste.
© Atelier DUROCHER, Atelier EKO AYITI, WASTEK S.A.

Dépot Légal Bibliothèque Nationale d'Haïti:

16-04-172

ISBN: 978-99970-72-10-8

Les Éditions Pédagogie Nouvelle, S.A.
Pétion-Ville, Haïti, Octobre 2016
Tél: (509) 2209-8221 / 3497-8717
Adresse courriel: administration@epn.ht
Site internet: <http://www.epn.ht>

Les éditeurs des pré-actes et
les modérateurs des deux sessions :

Apport de la recherche universitaire à la compréhension
du stress qualitatif et quantitatif de l'eau en Haïti &
Zone Atelier de Gros-Morne
de la 28^e Conférence annuelle de la HSA,
expriment leurs remerciements aux institutions qui
ont contribué à la réalisation de cette publication.

Agence Universitaire de la Francophonie

Ambassade de France en Haïti

Association des Études Haïtiennes

Conférence des Présidents d'Université de la France


Les Éditions Pédagogie Nouvelle S.A.

Institut de Recherche pour le Développement (France)

Ministère de l'Économie et des Finances de la République d'Haïti

Organisation des Nations-Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture

Programme Hydrologique International (PHI-LAC) de l'UNESCO



**Les auteurs des différentes communications
expriment leurs remerciements au Dr Renauld GOVAIN,
Directeur du Laboratoire Langue, Société, Éducation (LangSÉ), et
Doyen de la Faculté de Linguistique Appliquée
de l'Université d'État d'Haïti,
pour la traduction et l'adaptation des résumés
au créole haïtien.**

SOMMAIRE

Préface	
<i>Yves Romain Bastien</i>	13
Le mot du directeur de la Haitian Studies Association	
<i>Marc Prou</i>	15
Le mot du Recteur de l'Université Quisqueya	
<i>Jacky Lumarque</i>	17
Liste des auteurs et collaborateurs scientifiques	19
Note biographique des éditeurs des pré-actes et des modérateurs des deux (2) sessions	21
Plénière - Apport de la recherche universitaire à la compréhension du stress qualitatif et quantitatif de l'eau en Haïti	23
Eau en Haïti : Ressources menacées et écosystèmes fragiles	
<i>Evens Emmanuel</i>	23
I- Eau et assainissement dans les quartiers précaires de la RMPP	28
I.1 – L'eau dans les bidonvilles à Port-au-Prince : analyse de l'offre et de la demande à Canaan.	
<i>Yolette Jérôme et Evens Emmanuel</i>	28
I.2 - Accès des habitants du quartier de Carrefour-Feuilles (Port-au-Prince) aux services d'eau et d'assainissement : Regards Croisés sur les systèmes formel et informel.	
<i>Anie Bras, Anne-Laurence Verret, Osnick Joseph</i>	29
II - Qualité microbiologique et physicochimique de l'eau destinée à la consommation humaine	31
II.1 - Évaluation des risques pour la santé de <i>Cryptosporidium</i> dans les eaux souterraines: étude de cas des Cayes, Haïti.	
<i>Ketty Balthazard-Accou</i>	31
II.2 - Distribution des microorganismes pathogènes dans les ressources en eau de la Région Métropolitaine de Port-au-Prince.	32
<i>Elmyre Clervil et Ketty Balthazard-Accou</i>	
II.3 - Caractérisation du fluor et de l'arsenic dans l'eau destinée à la consommation humaine dans la région métropolitaine de Port-au-Prince	
<i>Franciot Wanelus, Ketty Balthazard-Accou, Vincent Debbaut et Evens Emmanuel</i>	33
III - Impacts des effluents urbains sur les écosystèmes aquatiques	35
III.1 - Evaluation des risques écotoxicologiques des métaux lourds contenus dans les effluents urbains sur la baie de Port-au-Prince.	
<i>Arnoux Lefranc, Evens Emmanuel et James Féthière</i>	35
IV - Épuration des effluents urbains et gestion des risques environnementaux	37

IV.1 - Utilisation de la bagasse de la canne à sucre dans la dépollution des effluents urbains. <i>David Noncent et Osnick Joseph</i>	37
Session ZAGROM - Zone Atelier Gros-Morne	39
V - Améliorer les conditions de vie au travers de la restauration et la préservation de l'environnement.	
Présentation de la session <i>Pascale Naquin et Rémy Bayard</i>	39
V.1 - Présentation des activités de l'AOG, Association communautaire paysanne des Originaires de Grande Plaine. <i>Audalbert Norvilus</i>	41
V.2 - Gérer les déchets municipaux dans les petites et moyennes villes, avec des moyens limités : quelle approche possible ? Exemple de la ville de Gros-Morne. <i>Joaneson Lacour</i>	42
V.3 - Les toilettes sèches à litière biomaîtrisée (TSLB), une solution d'assainissement écologique adaptée au contexte haïtien. Retour sur l'expérimentation menée à Grande Plaine. <i>Gaston Jean, Rémy Bayard, Joaneson Lacour, Pascale Naquin</i>	43
I- Dlo ak asenisman nan katye difisil yo	45
I.1 – Dlo nan bidonvil Pòtoprens yo: analiz òf ak demann nan Kanaran <i>Yolette Jérôme et Evens Emmanuel</i>	45
I.2 - Aksè abitan katye Kafou-fèy (Pòtoprens) nan sèvis dlo ak ansenisman : kout-je sou sistèm fòmèl ak enfòmèl <i>Anie Bras, Anne-Laurence Verret, Osnick Joseph</i>	46
II - Kalite mikwobyolojik e fiziko-chimik dlo pou moun sèvi	47
II.1 - Kontaminasyon mikwobyolojik nap-dlo yo avèk « oocystes de Cryptosporidium » an Ayiti. Evalyasyon risk pou santé popilasyon an <i>Ketty Balthazard-Accou</i>	47
II.2 - Distribisyon mikwovòganis ki bay maladi nan résous dlo nan rejyon metwopolitèn Pòtoprens lan <i>Elmyre Clervil et Ketty Balthazard-Accou</i>	48
II.3 - Karakterizasyon fliyò avèk asenik nan dlo pou moun sèvi nan zòn metwopolitèn Pòtoprens lan <i>Franciot Wanelus, Ketty Balthazard-Accou, Vincent Debbaut et Evens Emmanuel</i>	49
III - Enpak dlo sal lavil yo genyen sou ekosistèm akwatik yo	50
III.1 - Evalyasyon risk ekotoksikolojik metal lou yo sou kontni dlo sal lavil yo nan lakòt Pòtoprens <i>Arnoux Lefranc, Evens Emmanuel et James Féthière</i>	50
IV - Epirasyon dlo sal lavil e jesyon risk anviwònmantal	51
IV.1 - Itilizasyon bagas kann nan depolisyon dlo sal lavil yo <i>David Noncent et Osnick Joseph</i>	51
Sesyon ZAGWOM - Zòn Atelye Gwo-Mòn	52
V - Jesyon dechè: amelyore kondisyon lavi atravè restorasyon ak prezèvasyon anviwònman an	
Prezantasyon sesyon an <i>Pascale Naquin et Rémy Bayard</i>	52
V.1 - Prezantasyon aktivite AOG yo, Asosyasyon kominotè peyizan Gran Plèn <i>Audalbert Norvilus</i>	53

V.2 - Jere dechè minisipal yo nan ti vil ak mwayèn vil yo: ki apwòch nou ka anplwaye ? Egzanp vil Gwomòn. <i>Joaneson Lacour</i>	54
Plenary - Contribution of university research to the understanding of qualitative and quantitative water stress in Haiti	55
Water in Haiti: threatened Resources and vulnerable ecosystems <i>Evens Emmanuel</i>	55
I- Water and sanitation in informal settlements in MAPP	60
I.1 – The water in shantytowns in Port-au-Prince: analysis of the offer and demand in Canaan. <i>Yolette Jérôme et Evens Emmanuel</i>	60
I.2 - Access of the local residents of Carrefour-Feuilles (Port-au-Prince) to water and sanitation services: Crossing Viewpoints on the formal and informal systems. <i>Anie Bras, Anne-Laurence Verret, Osnick Joseph</i>	64
II - Physicochemical and microbiological qualities of water intended for human consumption	67
II.1 – Health risk assessment of Cryptosporidium in groundwater: Case study from Les Cayes, Haiti. <i>Ketty Balthazard-Accou</i>	67
II.2 - Distribution of the pathogenic microorganisms in the water resources of the Metropolitan Region of Port-au-Prince. <i>Elmyre Clervil et Ketty Balthazard-Accou</i>	71
II.3 - Physico-chemical characterization of fluoride and arsenic in water intended for human consumption in the metropolitan area of Port-au-Prince <i>Franciot Wanelus, Ketty Balthazard-Accou, Vincent Debbaut et Evens Emmanuel</i>	74
III - Impact of urban effluents on aquatic ecosystems	78
III.1 - Ecological Risk Assessment of heavy metals in urban effluents on the bay of Port-au-Prince. <i>Arnoux Lefranc, Evens Emmanuel et James Féthière</i>	78
IV - Treatment of urban effluents and environmental risk management	80
IV.1 - Use of the bagasse from sugar cane in the treatment of urban effluents. <i>David Noncent et Osnick Joseph</i>	80
ZAGROM Session - Gros Morne area workshop	83
V - Waste management: improve the living conditions through the restoration and preservation of the environment.	
Presentation of the session <i>Pascale Naquin et Rémy Bayard</i>	83
V.1 - Presentation of the activities of the AOG, peasant community Association of the Native of Grande Plaine (Haiti). <i>Audalbert Norvilus</i>	85
V.2 - Manage the municipal waste in the small and medium cities, with limited ways: what possible approach? Example of the town of Gros Morne (Haiti). <i>Joaneson Lacour</i>	86
V.3 - Ecological sanitation by the means of dry toilets biolitter (DTB), a suitable solution for Haitian context. Back on the experiment conducted in Grande Plaine (Haiti). <i>Gaston Jean, Rémy Bayard, Joaneson Lacour, Pascale Naquin</i>	87
Plenario - La contribución de la investigación universitaria a la comprensión del estrés cualitativo y cuantitativo del agua en Haití	
Agua en Haití: recursos amenazados y ecosistemas frágiles <i>Evens Emmanuel</i>	93

I- Agua y saneamiento en los barrios precarios de la RMPP	98
I.1 – El agua en los barrios pobres de Puerto Príncipe: el análisis de la oferta y la demanda en Canaán. <i>Yolette Jérôme et Evens Emmanuel</i>	98
I.2 - El acceso de los habitantes de la zona de Carrefour-Feuilles (Puerto Príncipe) a los servicios de agua y saneamiento: miradas Cruzadas sobre los sistemas formales e informales. <i>Anie Bras, Anne-Laurence Verret, Osnick Joseph</i>	102
II - Calidades microbiológicas y fisicoquímicas del agua destinada al consumo humano	105
II.1 - Evaluación de riesgo para la salud de <i>Cryptosporidium</i> en aguas subterráneas: Estudio de caso de Les Cayes, Haití. <i>Ketty Balthazard-Accou</i>	105
II.2 - Distribución de los microorganismos patógenos en los recursos hídricos de la región metropolitana de Puerto Príncipe. <i>Elmyre Clervil et Ketty Balthazard-Accou</i>	109
II.3 - Caracterización físico-química de flúor y arsénico en las aguas destinadas al consumo humano en la zona metropolitana de Puerto Príncipe <i>Franciot Wanelus, Ketty Balthazard-Accou, Vincent Debbaut et Evens Emmanuel</i>	112
III – Impactos de los efluentes urbanos sobre los ecosistemas acuáticos	116
III.1 - Evaluación de los riesgos ecotoxicológicos de los metales pesados contenidos en los efluentes urbanos sobre la bahía de Puerto Príncipe <i>Arnoux Lefranc, Evens Emmanuel et James Féthière</i>	116
IV - Tratamiento de los efluentes urbanos y gestión de riesgos ambientales	118
IV.1 - El uso de bagazo de caña de azúcar en el tratamiento de los efluentes urbanos. <i>David Noncent et Osnick Joseph</i>	118
Sesión ZAGROM - Zona Taller Gros Morne	121
V - Gestión de residuos: mejorar las condiciones de vida a través de la restauración y de la conservación del medio ambiente.	
Presentación de la sesión <i>Pascale Naquin et Rémy Bayard</i>	121
V.1 - Presentación de las actividades del AOG, Asociación comunitaria campesina de los nativos de Grande Plaine (Haití). <i>Audalbert Norvilus</i>	122
V.2 - El manejo de los residuos municipales en las ciudades pequeñas y medianas, con medios limitados: lo posible enfoque? Ejemplo de la localidad de Gros Morne. <i>Joaneson Lacour</i>	123
V.3 - El biolitter baño seco, una solución de saneamiento ecológico para el contexto de Haití. De vuelta en el experimento realizado en Grande Plaine. <i>Gaston Jean, Rémy Bayard, Joaneson Lacour, Pascale Naquin</i>	124
Annexes	
Listes des annexes	130
Annexe 1. Un manuel d'introduction aux sciences de l'environnement dans le système scolaire haïtien <i>Samuel Pierre</i>	131
Annexe 2. Le Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement (LAQUE) <i>Osnick Joseph</i>	133
Annexe 3. Le Centre de Recherche et d'Appui aux Politiques Urbaines (CRAPU) <i>Anie Bras</i>	135

Annexe 4. Appel à contribution au Numéro 1 de la revue « Environnement et Société » <i>Jean-Claude Bolay</i>	137
Annexe 5. Instructions aux auteurs de la revue « Environnement et Société » <i>Evens Emmanuel</i>	142
Annexe 6. Le laboratoire SIMulationTElecommunication et REalité virtuelle (SITERE) <i>Ben-Manson Toussaint</i>	144
Annexe 7. Le Collège doctoral d'Haïti (CDH) <i>Evens Emmanuel</i>	148
Annexe 8. L'Institut des Sciences, des Technologies et des Etudes Avancées d'Haïti (ISTEAH) : présentation sommaire <i>Samuel Pierre</i>	152
Annexe 9. Le CEFREPADE <i>Pascale Naquin et Rémy Bayard</i>	155
Annexe 10. L'Académie Haïtienne des Sciences (AHS) <i>Bénédictine Paul</i>	157

PRÉFACE

« **Eco-systèmes d'Haïti** : Focus sur les réalités et les espoirs de l'environnement », tel est le thème retenu cette année par l'Association des Études Haïtiennes pour sa Conférence qui se tient au Cap-Haïtien du 10 au 12 novembre 2016. A priori, cette conférence exprime l'existence d'une certaine solidarité entre les chercheurs, professeurs, et scientifiques haïtiens qui évoluent en dehors du pays et ceux qui professent leur métier au sein des universités haïtiennes. En effet, son lancement en ce 10 novembre déclaré par l'UNESCO « Journée mondiale de la science au service de la paix et du développement », traduit dans une certaine mesure la volonté des scientifiques de l'intérieur et de l'extérieur du pays de s'unir pour non seulement réaffirmer leur volonté d'appréhender les différents problèmes de développement auxquels Haïti est confrontée, mais également proposer, à partir de leur savoir et savoir-faire, des éléments de réponse à certaines questions sociétales sur la situation environnementale d'Haïti.



Selon l'UNESCO, « les raisons qui ont conduit à la célébration annuelle de la Journée mondiale de la science trouvent leurs racines dans le besoin d'établir un nouveau contrat social pour la science, qui rende compte de l'importance du rôle que cette dernière et les scientifiques jouent dans la création de sociétés durables, et qui garantisse que les citoyens soient informés des développements en science, et responsabilisés pour prendre part à la science ». Dans cet esprit, je déclare que la 28^e Conférence annuelle de l'Association des Études Haïtiennes est l'événement national de célébration de ce 10 novembre... C'est l'occasion pour nous de réfléchir et de nous poser des questions sur la science en Haïti, sur la nécessité d'utiliser la science et la technologie pour réduire les retards de développement que nous connaissons.

En effet, depuis la seconde moitié du XX^e siècle, la science et la technologie sont considérées par la plupart des dirigeants de la planète comme les moteurs fondamentaux de la croissance économique. Selon plusieurs leaders mondiaux, le développement accru de la recherche scientifique et de la technologie a permis de créer de nombreux emplois, de nouveaux secteurs économiques et a amélioré le niveau de vie des populations. Le développement accru de la recherche dans le domaine des sciences environnementales a conduit plusieurs pays à une gestion intégrée de leur environnement, et donc de leurs ressources naturelles.

La tenue en Haïti, de la 28^e Conférence annuelle de l'Association des Études Haïtiennes un mois après le passage de l'ouragan Matthew, qui a complètement dévasté les structures de production de biens et de services dans le Sud du pays, suscite plusieurs questionnements sur la contribution éventuelle de la recherche haïtienne en ce qui concerne la protection de l'environnement et le développement du pays. Quel est le niveau d'organisation de la recherche en Haïti ? L'activité scientifique a-t-elle une véritable raisonnable et une acceptabilité sociale au niveau national ?

Les pré-actes des Sessions sur l'Eau et de celle de la Zone Atelier Gros Morne, apportent un échantillon significatif de résultats de recherches réalisées en Haïti dans le domaine de la gestion de l'eau, de l'assainissement et de la gestion des déchets solides. Ils apportent les premières réponses aux questions d'organisation locale et de reconnaissance de la recherche en sciences de l'ingénieur en Haïti. Leur publication en quatre langues (français,

créole, anglais et espagnol) traduit la volonté des différents auteurs de s'exposer à la critique ou à l'évaluation nationale et internationale de leurs travaux, en lançant une invitation citoyenne à l'Etat haïtien et à la société des affaires pour une réflexion collective sur l'éventuelle valorisation au niveau national des travaux publiés.

Les travaux présentés dans ce document mettent en lumière l'adaptabilité au contexte haïtien d'un ensemble de méthodes, de modèles, et de solutions de gestion environnementale et ce, à cinq niveaux différents :

1. l'eau dans les quartiers précaires de la région métropolitaine de Port-au-Prince;
2. la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau destinée à la consommation humaine;
3. les impacts des effluents urbains sur les écosystèmes aquatiques;
4. l'épuration des effluents urbains et la gestion des risques environnementaux;
5. l'amélioration des conditions de vie au travers de la restauration et la préservation de l'environnement.

Ces pré-actes mettent également en perspective toute une série d'initiatives mises en œuvre par les universités, instituts et centres de recherche pour implanter, par la recherche, la culture scientifique dans le pays. Dans le cadre de coopérations durables avec de grandes universités, écoles polytechniques, laboratoires de recherche, réseaux internationaux de recherche, et avec le soutien de plusieurs partenaires techniques et financiers, des établissements haïtiens d'enseignement supérieur et de recherche ont pris leur responsabilité pour introduire le 3^e cycle universitaire, donc le DOCTORAT, au niveau national.

Les pré-actes des Sessions sur l'Eau et de celle de la Zone Atelier Gros Morne, fournissent un maximum d'informations sur le dispositif institutionnel de la recherche scientifique haïtienne. Ce secteur dispose aujourd'hui d'un Collège doctoral, de plusieurs universités, d'écoles doctorales et d'instituts qui offrent des enseignements et des directions de recherche au meilleur niveau, des revues scientifiques éditées par des institutions nationales et enfin une Académie Haïtienne des Sciences.

À un moment où les plus hautes autorités du pays travaillent sur les choix stratégiques pour atténuer la crise environnementale, redéfinir les politiques publiques en matière d'aménagement du territoire, de gestion des ressources naturelles et de reconstruction des espaces à la fois ruraux et urbains dévastés par les catastrophes naturelles, les pré-actes des Sessions sur l'Eau et de celle de la Zone Atelier Gros Morne de la 28^e Conférence annuelle de l'Association des Études Haïtiennes apportent une remarquable contribution de la communauté scientifique au développement de ces thématiques. J'estime que les efforts engagés par les différentes équipes et institutions haïtiennes mobilisées dans la réalisation de ces œuvres méritent l'hommage de la Nation.

Yves Romain **BASTIEN**
Minsitre de l'Économie et des Finances
Port-au-Prince
19 octobre 2016

LE MOT DU DIRECTOIRE DE LA HAÏTIAN STUDIES ASSOCIATION

En Haïti, la dégradation des écosystèmes naturels constitue en soi l'une des plus importantes menaces pour le développement. En effet, la rareté de l'eau douce, la sécheresse et les inondations périodiques, l'érosion des plages, la gestion inefficace des déchets solides, la salinisation des aquifères côtiers et les phénomènes climatiques amplifient de manière considérable la perte de biodiversité et agissent par conséquent sur la croissance économique et donc sur le bien être de la population. Interpellée par ces différents phénomènes, l'Association des Études Haïtiennes, regroupement des chercheurs et professeurs d'université travaillant sur la transdisciplinarité des questions sociales, culturelles, et littéraires d'Haïti, a pensé qu'il était important d'organiser une conférence internationale multidisciplinaire sur les problèmes environnementaux d'Haïti, tout en ayant le soin d'inviter les académiques de toutes les grandes familles scientifiques.



« Eco-systèmes d'Haïti: Focus sur les réalités et les espoirs de l'environnement » est donc le thème de la 28^e Conférence annuelle de l'Association des Études Haïtiennes. Cette manifestation scientifique qui se tient au Cap-Haïtien du 10 au 12 novembre 2016, semble être un événement qui marque une rupture organisationnelle entre les 27 premières et les prochaines éditions de la conférence annuelle de notre association.

En effet, plusieurs facteurs marquent le caractère particulier de cette 28^e conférence :

- elle coïncide avec la journée mondiale de la science au profit de la paix et du développement telle que déclarée par l'UNESCO ;
- la réunion de chercheurs haïtiens de l'intérieur et de l'extérieur du pays pour réfléchir ensemble sur les enjeux de la dégradation de l'environnement, à un moment où l'ouragan Matthew vient de dévaster toute la région du Grand Sud ;
- l'introduction des sciences de l'ingénieur dans les plénières des Conférences de l'Association des Études Haïtiennes ;
- l'innovation apportée par les collègues des sciences de l'ingénieur dans cette conférence par la publication des pré-actes.

Les pré-actes des Sessions sur l'Eau et de celle de la Zone Atelier Gros Morne, attirent d'abord l'attention des membres du Directoire de l'Association des Études Haïtiennes sur la nécessité d'adopter désormais cette contribution des collègues-Présidents de ces sessions plénières comme une norme pour toutes les plénières des prochaines conférences annuelles de notre association. En fait, cette innovation ouvre la voie à de solides partenariats scientifiques entre chercheurs haïtiens de l'intérieur et de l'extérieur du pays. De plus, sa publication en plusieurs langues (français, créole, anglais et espagnol) permet particulièrement à la communauté scientifique des Amériques d'être mieux informée de ce qui se fait en matière de recherche scientifique dans les sciences de l'environnement en Haïti avec la possibilité d'une éventuelle ouverture sur la Caraïbe.

L'Association des Études Haïtiennes (HSA) salue cette contribution remarquable du bureau du Vice-Rectorat à la Recherche ainsi que celle des collègues de l'Université Quisqueya (uniQ) et de leurs partenaires scientifiques par la production de ce document. Au nom du

conseil de direction, HSA applaudit chaleureusement le caractère novateur de ces Pré-actes qui met en évidence la capacité exemplaire des différentes entités de qualité de l'enseignement supérieur et de la recherche en Haïti, avec l'appui du secteur privé, du secteur public et de la coopération scientifique internationale, de réaliser des travaux qui valorisent la pensée haïtienne.

Les pré-actes des Sessions sur l'Eau et de celle de la Zone Atelier Gros Morne nécessitent d'être largement diffusés. Ils méritent également la reconnaissance du secteur académique haïtien, de l'Association des Études Haïtiennes, de la Caribbean Studies Association et de la Coopération internationale pour le développement durable d'une Haïti verte.



Dr. Marc **PROU**

Directeur Exécutif

Association des Études Haïtiennes (AEH)

19 octobre 2016

LE MOT DU RECTEUR DE L'UNIVERSITÉ QUISQUEYA

Nous voici en présence d'un ouvrage qui est le résultat d'un travail en profondeur mené par l'Université Quisqueya (uniQ), sous la direction intelligente et passionnée du Professeur Evens EMMANUEL, depuis au moins dix ans. C'est en effet l'âge atteint par l'Ecole doctorale « Société et Environnement » (EDSE) qu'il a créée et d'où est issue la quasi majorité des auteurs des pré-actes de la 28^e Conférence annuelle de la prestigieuse Association des Etudes Haïtiennes de l'Université du Massachusetts de Boston (HSA).



Soucieuse de sa double mission d'enseignement et de recherche, l'uniQ, établissement privé mais de service public, a concentré tous ses efforts et des moyens non négligeables au cours des dernières années dans la construction volontariste d'une formation doctorale et d'une recherche de haut niveau. C'est un fait inédit dans le système d'enseignement supérieur haïtien. Elle a investi des champs disciplinaires comme les sciences de l'ingénieur, l'environnement (sol, eau, air, développement urbain), la génétique végétale, la gestion et l'économie du développement.

Ses laboratoires LAQUE, CRAPU, CHIBAS et CREGED, soumis à évaluation internationale, figurent aujourd'hui parmi les meilleurs du pays. La voie que nous avons prise a consisté à mutualiser les ressources humaines, matérielles, technologiques et financières et à internationaliser les programmes. Mutualisation et internationalisation sont les deux conditions indispensables pour le développement d'une véritable capacité de recherche et d'innovation au sein de l'université haïtienne.

La 28^e Conférence de la HSA a pour thème : « Eco-systèmes d'Haïti : Focus sur les réalités et les espoirs de l'environnement ». Elle concrétise un vieux rêve de l'Université, celui de marier les sciences de l'ingénieur avec les sciences humaines et sociales, un domaine dans lequel l'Association des Etudes Haïtiennes excelle, mais qui, du côté de l'uniQ, est resté quelque peu orphelin par nécessité, compte tenu des priorités retenues lors de la création de l'établissement il y a 25 ans. Nous n'avons pas encore de Faculté des Sciences Humaines et Sociales. Nous avons cependant encouragé jusqu'à présent à l'intérieur de notre propre campus la constitution progressive d'un milieu d'interconnaissance afin de favoriser ce que j'appellerai le « côtoiement disciplinaire » entre sciences de l'ingénieur et sciences sociales, indispensable lorsqu'il s'agit d'étudier les interrelations entre société et environnement.

Le rapprochement avec l'Association des Etudes Haïtiennes est de ce point de vue extrêmement bénéfique et constitue un atout pour répondre en Haïti aux grandes questions environnementales du moment. Je forme le vœu que les sciences de l'ingénieur fassent désormais partie des axes d'intérêt de la HSA.

Les études prometteuses sur le développement urbain conduites par le Centre d'Appui aux Politiques Urbaines, en synergie étroite avec le LAQUE et le CREGED, devraient en ce sens démontrer la nécessité de l'approche multidisciplinaire, intégrant les questions environnementales, sociales et économiques, sans parler de la dimension politique, voire culturelle et historique.

Si l'on s'en tient aux seules catastrophes naturelles, je dirais que le patrimoine environnemental d'Haïti, sous la menace constante des cyclones et exposé aux effets dévastateurs des tremblements de terre, est menacé de dommages irréversibles et de destruction massive.

L'ouragan Matthew montre combien le coût humain, matériel et financier de l'ignorance, de l'imprévision, de la mauvaise gouvernance en matière d'environnement est énorme. Il faut que cesse ce cauchemar, qu'on s'occupe des conséquences, mais surtout qu'on traite les causes ! Sinon, nous serons sans cesse condamnés à la ruine et à l'impuissance.

Si j'ajoute à ce constat l'action destructrice de l'homme sur son environnement dans des proportions devenues intolérables (déforestation, espace public envahi de déchets, pollution de l'air et de l'eau, espaces naturels saccagés, etc.), je ne peux qu'inciter les universitaires haïtiens et les sociétés savantes, tous ceux qui détiennent le savoir, à faire usage de leur responsabilité sociale pour assurer non seulement le transfert des connaissances, mais aussi l'appropriation socio-économique des technologies, modèles et matériels permettant une gestion éco-compatible de l'environnement.

La recherche dans le domaine des sciences environnementales, la mise en œuvre d'actions rationnelles pour une gestion intégrée de l'environnement rural et urbain, l'éducation formelle (de la petite enfance jusqu'aux études supérieures) et informelle, la sensibilisation de la population à un changement de comportement vis-à-vis de l'environnement et des ressources naturelles sont les principaux éléments qui aideront la République d'Haïti à respecter ses engagements pris avec la signature de la COP21 et son adhésion aux Objectifs du Développement Durable en 2030. C'est l'affaire de tous, une nécessité collective.

Je souhaite plein succès à la 28^e Conférence annuelle de la HSA et me réjouis que l'Université Quisqueya y soit doublement présente, par les interventions et par les pré-actes. C'est l'occasion de souligner que cette présence ne serait pas possible sans le soutien indéfectible de nos partenaires scientifiques internationaux qui nous font confiance : l'INSA de Lyon, l'École Nationale des Travaux Publics de l'État (ENTPE), le CEFREPADE, l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), le Réseau d'excellence en Sciences de l'ingénieur pour la Francophonie (RESCIF), l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), l'Université du Québec, l'Université de Paris 8.

C'est aussi l'occasion de remercier le Vice-Rectorat à la Recherche et à l'Innovation d'avoir constitué une équipe de qualité dont la composition respecte l'équité de genre, un objectif auquel l'Université Quisqueya reste très attachée. Dans la plénière sur l'eau, sur les sept travaux publiés par l'uniQ, cinq sont (co)présentés par des enseignantes-chercheuses, par ailleurs membres de l'Association haïtienne «Femmes, Science et Technologie».

Enfin, je terminerai ce propos en faisant remarquer que les références à l'environnement se limitent souvent à traiter l'aspect physique en faisant l'économie du facteur humain. Il n'est pas question des hommes et femmes qui sont à la fois auteurs et victimes des dégâts causés à l'environnement. Pour un pays comme le nôtre, ce double statut est éminemment tragique. D'où l'exigence corollaire d'une vision qui inclut l'éducation, la fin de l'exclusion et l'élimination de la pauvreté.

En d'autres termes, pour notre pays, classé parmi les plus pauvres et les plus vulnérables de la planète, nous avons besoin d'un changement complet de paradigme.

Jacky LUMARQUE
23 octobre 2016

LISTE DES AUTEURS ET COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES

Balthazard-Accou, Ketty

Université Quisqueya, Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement, 218 Avenue Jean Paul II, Haut de Turgeau, Port-au-Prince, Haïti (Email : ketty.accou@univ.edu.ht)

Bayard, Rémy

Université de Lyon, INSA Lyon, laboratoire DEEP, F-69621 Villeurbanne Cedex, France (Email : remy.bayard@insa-lyon.fr)

Bolay, Jean-Claude

Centre Coopération et Développement CODEV, CM2 Station 10, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne EPFL, Lausanne, Suisse (Email : jean-claude.bolay@epfl.ch)

Bras, Anie

Université Quisqueya, Centre de Recherche et d'Appui aux Politiques Urbaines, 218 avenue Jean Paul II, Haut de Turgeau, Port-au-Prince, Haïti (Email : anie.bras@univ.edu.ht)

Clervil, Elmyre

Université Quisqueya, Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement, 218 Avenue Jean Paul II, Haut de Turgeau, Port-au-Prince, Haïti (Email : elmyre.clervil@univ.edu.ht)

Debbaut, Vincent

Université de Liège, Département des Sciences et gestion de l'environnement, Laboratoire des ressources hydriques, 185 avenue de Longwy, 6700 Arlon, Belgique (Email : v.debbaut@ulg.ac.be)

Désir, Steevens

Éditions Pédagogie Nouvelle S.A., 68 Rue Rebecca (coin Lambert), Pétion-Ville, Haïti (Email : steevens.desir@epn.ht)

Emmanuel, Evens

Université Quisqueya, 218 Avenue Jean Paul II, Haut de Turgeau, Port-au-Prince, Haïti - Collège doctoral d'Haïti, 51, rue Dufort, Bois Verna – BP 15185 Pétion-Ville, HT-6114, Port-au-Prince, Haïti (Email : evens.emmanuel@univ.edu.ht)

Féthière, James

Institut des Sciences, des Technologies et des Etudes Avancées d'Haïti (ISTEAH), 10, rue MercierLaham, Delmas 60, Mussau, Haïti (Email : james.fethiere@grahn-monde.org)

François, Jean-Claude

Éditions Pédagogie Nouvelle S.A., 68 Rue Rebecca (coin Lambert), Pétion-Ville, Haïti (Email : jeanclaude.francois@epn.ht)

Jean, Gaston

Université Quisqueya, Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement, 218 Avenue Jean Paul II, Haut de Turgeau, Port-au-Prince, Haïti (Email : gaston.jean@univ.edu.ht)

Govain, Renauld

Université d'État d'Haïti, Faculté de Linguistique Appliquée, Laboratoire Langue, Société, Éducation (LangSÉ), Rue Dufort, Port-au-Prince, Haïti (Email : rgovain@yahoo.fr)

Jérôme, Yolette

Université Quisqueya, Centre de Recherche et d'Appui aux Politiques Urbaines, 218 avenue Jean Paul II, Haut de Turgeau, Port-au-Prince, Haïti (Email : jerome.yolette_et@univ.edu.ht)

Joseph, Osnick

Université Quisqueya, Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement, 218 Avenue Jean Paul II, Haut de Turgeau, Port-au-Prince, Haïti (Email : osnick.joseph@univ.edu.ht)

Lacour, Joaneson

Université Quisqueya, Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement, 218 Avenue Jean Paul II, Haut de Turgeau, Port-au-Prince, Haïti (Email : joaneson.lacour@uniq.edu.ht)

Léandre, Marc Nahum

Éditions Pédagogie Nouvelle S.A., 68 Rue Rebecca (coin Lambert), Pétion-Ville, Haïti (Email : marcnaum.lean-dre@epn.ht)

Lefranc, Arnoux

Institut des Sciences, des Technologies et des Etudes Avancées d'Haïti (ISTEAH), 10, rue MercierLaham, Delmas 60, Mussau, Haïti (Email : arnouxlefranc@yahoo.fr)

Naquin, Pascale

CEFREPPE, INSA Lyon, F-69621 Villeurbanne Cedex, France (Email : pascale.naquin@cefreppe.org)

Noncent, David

Université Quisqueya, Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement, 218 Avenue Jean Paul II, Haut de Turgeau, Port-au-Prince, Haïti (Email : david.noncent@uniq.edu.ht)

Norvilus, Audalbert

Association des Originaires de Grande Plaine, commune de Gros-Morne (AOG), Gros-Morne, Haïti (Email : naudalbert@hotmail.com)

Paul, Bénédique

Académie Haïtienne des Sciences, c/o Éditions Pédagogie Nouvelle S.A., 68 Rue Rebecca (coin Lambert), Pé-tion-Ville, Haïti (Email : benedique.paul@uniq.edu.ht)

Pierre, Samuel

Groupe de Réflexion et d'Action pour une Haïti Nouvelle. (Email : samuel.pierre@grahn-monde.org)

Toussaint, Ben-Manson

École Supérieure d'Infotronique d'Haïti, Laboratoire SimulationTElecommunication et REalité virtuelle (SIT-ERE), Port-au-Prince, Haïti (Email : ben-manson.toussaint@sitere.science)

Verret, Anne-Laurence

Université Quisqueya, Centre de Recherche et d'Appui aux Politiques Urbaines, 218 avenue Jean Paul II, Haut de Turgeau, Port-au-Prince, Haïti (Email : annelaurenceverret@yahoo.com)

Wanelus, Franciot

Université de Liège, Département des Sciences et gestion de l'environnement, Laboratoire des ressources hy-driques, 185 avenue de Longwy, 6700 Arlon, Belgique (Email : franciotwanelus@gmail.com)

NOTE BIOGRAPHIQUE DES ÉDITEURS DES PRÉ-ACTES ET DES MODÉRATEURS DES DEUX (2) SESSIONS

Evens Emmanuel est professeur à l'Université Quisqueya (uniQ). Il est le fondateur et l'ex-directeur du Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement (LAQUE) toujours à l'uniQ. En septembre 2003, il a mis en place, à l'université Quisqueya, le Master Recherche en Écotoxicologie, Environnement et Gestion des Eaux (MEEGE). Il est à l'origine de la création en 2007 de l'École doctorale « Société et Environnement » de l'Université Quisqueya.

Professeur Emmanuel est le Directeur de l'École doctorale « Société et Environnement » de l'Université Quisqueya, Directeur du Collège doctoral d'Haïti, Président de la Commission régionale d'Experts du Bureau Caraïbe de l'AUF et membre du Conseil scientifique de l'Agence universitaire de la Francophonie (AUF). Professeur Emmanuel est le Vice-recteur à la recherche et à l'innovation de l'uniQ. Il assure la Vice-présidence des relations avec les milieux de savoir de GRAHN-Haïti. Il est membre fondateur et membre régulier de l'Académie Haïtienne des Sciences.



Pascale NAQUIN, 55 ans, Maître composteur, Maître-ès-Sciences en Biologie cellulaire, Docteur de l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon en Gestion et Traitement des Déchets. Co-Directrice jusqu'en mars 2016 de la plateforme PROVADEMSE de cet institut et Directrice depuis 2010 du CEFREPADE, Centre Francophone de Recherche Partenariale sur l'Assainissement, les Déchets et l'Environnement. Elle pilote depuis plus de 15 ans des études scientifiques et techniques sur la caractérisation et la valorisation des déchets dans les pays en développement. En Haïti, elle est actuellement chef de projet de la Zone Atelier de Gros-Morne ainsi que de la construction, mise en fonctionnement et suivi du futur Centre de Tri de Compostage de Limonade. Elle intervient également comme consultante indépendante.

Rémy Bayard, 47 ans est Maître de Conférences HDR à l'INSA de Lyon, membre du laboratoire DEEP (Déchets, Eau, Environnement, Pollution). De formation initiale en microbiologie, docteur de l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon en Gestion et Traitement des Déchets, ses activités de recherche portent sur le comportement biologique de déchets - sols pollués et le traitement biologique de déchets riches en matière organique tels que les déchets ménagers et assimilés, biodéchets, déchets agricoles. Il a participé à la mise en place de programmes de recherche dont le projet GEDEAH (ANR Flash Haïti 2010) intitulé « Gestion décentralisée et intégrée des Déchets et de l'Assainissement en zones urbaines et périurbaines Haïtiennes ».

Responsable pédagogique du Master recherche SEIU de 2012 à 2016, il est actuellement Président depuis 2014 de l'association CEFREPADE, Centre Francophone de Recherche Partenariale sur l'Assainissement, les Déchets et l'Environnement, et membre du directoire Scientifique de RE.CO.R.D., association professionnel de recherche coopérative sur les déchets et l'environnement.



PLÉNIÈRE - APPORT DE LA RECHERCHE UNIVERSITAIRE À LA COMPRÉHENSION DU STRESS QUALITATIF ET QUANTITATIF DE L'EAU EN HAÏTI

Eau en Haïti : Ressources menacées et écosystèmes fragiles
Evans Emmanuel

RÉSUMÉ

Ce travail présente une synthèse de l'apport de la recherche universitaire à la compréhension du stress qualitatif et quantitatif de l'eau en Haïti. Il met l'accent sur la fragilité des écosystèmes aquatiques ainsi que sur les menaces auxquelles sont exposées les ressources en eau du pays. Les travaux présentés dans cette plénière permettent d'avancer que la rareté de l'eau en Haïti n'est pas uniquement liée à la disponibilité de la ressource. Elle semble être avant tout un problème de gestion auquel la majorité de la population haïtienne et l'environnement géophysique général du pays sont confrontés. Ces travaux sont articulés autour de quatre axes principaux. Le premier axe se concentre sur la problématique de l'eau dans les quartiers défavorisés de la région métropolitaine de Port-au-Prince. Le deuxième axe touche la question de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau destinée à la consommation humaine. Le troisième axe présente les impacts des effluents urbains sur les écosystèmes aquatiques. Le quatrième axe est consacré à l'épuration des effluents urbains et la gestion des risques environnementaux. Cette organisation est importante puisqu'elle facilite une meilleure interprétation des différentes données collectées et traitées dans ces travaux sur l'eau en Haïti. Elle pose à nouveau la nécessité d'aborder la gestion de l'environnement du pays selon une approche holistique. La vérification des résultats présentés dans cette session, et leur application à des échelles temporelles et spatiales différentes, peuvent considérablement contribuer à la réduction des risques hydrosociaux et environnementaux, et in fine améliorer la santé et les conditions de vie de la population.

Mots clés : *stress hydrique, eau en Haïti, ressources menacées, écosystèmes fragiles, gestion de l'eau.*

I. MISE EN CONTEXTE DE LA PLÉNIÈRE

L'eau, élément fédérateur de toute communauté d'utilisateurs, est indispensable à la vie des organismes vivants et au fonctionnement des écosystèmes [1]. Elle est l'un des biens communs qui se retrouvent au cœur de la fondation de la vie communautaire [2, 3]. En effet, les premières civilisations humaines ont vu le jour autour de points d'eau comme les grandes vallées bordant le Nil, l'Indus, l'Euphrate et le Yang-Tsé Kiang, où l'agriculture de subsistance a pu se muer en économie agricole excédentaire [2]. Constituant un milieu complexe et fragile, à la fois ressource et écosystème, l'eau reste un facteur incontournable sans substitut possible dans presque toutes les activités de production et de consommation de l'espèce humaine [3].

De l'origine des premiers établissements humains jusqu'à la première moitié du XX^e siècle, les écosystèmes naturels exprimaient par l'auto-épuration et la dilution leurs

capacités à absorber les dégâts écologiques, dûs au double processus «d'appropriation-désappropriation» qui caractérise toute activité technique [4], et à stabiliser les rejets résultant de la démographie, de l'industrialisation et du développement économique. Cependant, la croissance incontrôlée de la population humaine, et l'expansion technologique et économique ont provoqué une augmentation considérable de la demande en ressources naturelles de la planète, en particulier les ressources en eau douce (superficielles et souterraines). Cette demande accrue en biens et services rend difficile le maintien de l'équilibre naturel des écosystèmes [5]. En effet, la production de biens et de services, donc la mise en œuvre d'activités humaines avec une utilisation rationnelle ou non de la matière, nécessite la mobilisation de ressources naturelles (exploitation de milieux naturels) [6]. En revanche, les chaînes d'activités humaines génèrent des déchets solides, des rejets liquides et effluents gazeux et donc provoquent des transferts de polluants vers les milieux naturels pouvant compromettre l'équilibre biologique des écosystèmes notamment aquatiques [6].

Aujourd'hui, l'inadéquation entre l'augmentation de la demande en eau et la disponibilité de cette ressource, tant sur le plan quantitatif (réduction des débits, tarissement des sources et des rivières, etc.) que qualitatif (salinisation des aquifères côtiers due à leur surexploitation, contamination des eaux de surface et souterraines par les eaux usées et déchets solides), donne naissance à de véritables conflits. Comme le souligne Naiman [7], « les conflits liés à la disponibilité de l'eau représentent de graves menaces pour la vitalité de la société humaine. Comprendre les capacités et les limites de l'eau douce est un défi majeur pour la science ainsi que pour la société » [7].

En 2010, le PNUE a avancé que « l'un des principaux défis, auquel sont confrontés les pays aujourd'hui, est de trouver les moyens de s'assurer que les hommes et l'environnement disposent de ressources en eau douce suffisantes pour maintenir et appuyer leur existence » [8]. « Aujourd'hui, un tiers de l'humanité vit dans une situation dite de « stress hydrique », avec moins de 1700 mètres cubes d'eau douce disponibles par habitant et par an. L'eau douce est donc une denrée rare. Pourtant, à l'échelle de la planète, elle semble ne pas manquer: environ 40 000 kilomètres cubes d'eau douce s'écoulent chaque année sur les terres émergées, lesquels, partagés entre les 6 milliards d'individus vivant sur Terre, devraient fournir 6 600 mètres cubes d'eau douce à chacun. Neuf pays seulement se partagent 60% des réserves mondiales d'eau douce : le Brésil, la Russie, les États-Unis, le Canada, la Chine, l'Indonésie, l'Inde, la Colombie et le Pérou [9] ». En analysant les interfaces sociales et la disponibilité en eau, Naiman [7] estime que « dans 30 ans, la population mondiale augmentera de 30 à 35%, alors que l'eau accessible n'augmentera que de moins de 10%. L'appropriation humaine de l'eau sera de 70% de celle disponible en 30 ans. Qu'en sera-t-il des exigences environnementales? En 2025, la population des pays se trouvant déjà en situation de stress hydrique augmentera de 6 fois. La plupart de ces pays seront obligés d'importer les produits alimentaires » [7].

Avec 11,1 millions d'habitants dont 53,5% en milieu urbain [10], un potentiel en eau renouvelable estimé entre 12 et 14 milliards de m³ par an [11, 12], Haïti fait déjà face à un important stress hydrique [13, 14]. Par ailleurs, la dégradation des bassins versants produit des effets négatifs sur la régulation des débits des sources, des rivières et la réalimentation des nappes [15]. Les ressources en eau souterraine des aquifères côtiers, notamment celles de la Plaine du Cul-de-Sac, sont contaminées par les eaux salées de la mer [16, 17]. Les eaux usées générées par les différentes activités humaines sont rejetées le plus souvent dans les écosystèmes aquatiques sans aucun traitement au préalable [18, 19]. Cette synthèse sur ces quelques particularités du cycle hydrologique et

de celui de l'hydrosocial en Haïti met non seulement en exergue plusieurs éléments de la crise de développement du pays, mais également l'absence d'harmonie qui existe dans les politiques publiques, plus particulièrement entre le développement économique, la gestion environnementale et la santé humaine.

Entre l'état de stress hydrique, le problème d'accès à l'eau (plus particulièrement dans les quartiers précaires), le rejet des eaux usées dans les écosystèmes aquatiques, et l'absence d'une politique nationale de gestion des ressources en eau, les présentateurs pensent qu'il est important d'avoir aujourd'hui un nouveau débat sur l'eau dans le pays. Comment les scientifiques, la société civile et les autorités publiques du pays peuvent-ils ensemble approcher le problème de la sécurité de l'eau en Haïti et essayer, à partir de l'observation et de l'expérience, d'apporter des réponses aux défis qui menacent le pays ?

L'UNESCO [20] entend par sécurité de l'eau la capacité d'une population à préserver l'accès à des quantités suffisantes d'eau de qualité acceptable pour maintenir durablement la santé des êtres humains et des écosystèmes à l'échelle d'un bassin hydrologique, et d'assurer une protection efficace de la vie et des biens contre les risques liés à l'eau. Dans un contexte de stress hydrique, à la fois quantitative et qualitative, d'absence de politique environnementale et de gestion des ressources en eau, juxtaposé à des situations socio-économiques difficiles souvent généralisées, quelles sont les variables que les chercheurs haïtiens devront-ils retenir pour élaborer le modèle de gestion devant atténuer la crise de l'eau ?

L'Université Quisqueya regroupe dans cette plénière sur l'eau 7 travaux, répartis en 4 présentations sous la forme de poster et 3 communications orales. Ces travaux traitent de : l'eau dans les quartiers précaires, la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau destinée à la consommation humaine, les impacts des effluents urbains sur les écosystèmes aquatiques, l'épuration des effluents urbains et la gestion des risques environnementaux. Ce que l'on retrouve dans les travaux suivants :

1. Yolette Jérôme et Evens Emmanuel traitent de l'eau dans les bidonvilles à Port-au-Prince : analyse de l'offre et de la demande à Canaan.
2. Anie Bras et *al.* analysent l'accès des habitants du quartier de Carrefour-Feuilles (Port-au-Prince) aux services d'eau et d'assainissement : Regards Croisés sur les systèmes formel et informel.
3. Ketty Balthazard-Accou évalue des risques pour la santé que représente le *Cryptosporidium sp.* dans les eaux souterraines: étude de cas des Cayes, Haïti.
4. Elmyre Clervil et Ketty Balthazard-Accou analysent la distribution des microorganismes pathogènes dans les ressources en eau de la Région Métropolitaine de Port-au-Prince.
5. Franciot Wanelus et *al.* présentent les résultats de la caractérisation du fluor et de l'arsenic dans l'eau destinée à la consommation humaine dans la région métropolitaine de Port-au-Prince.
6. Arnoux Lefranc et *al.* évaluent les risques écotoxicologiques des métaux lourds contenus dans les effluents urbains sur la baie de Port-au-Prince.
7. David Noncent et Osnick Joseph utilisent la bagasse de la canne-à-sucre pour dépolluer des effluents urbains.

II. REMARQUES FINALES

Le but de cette session plénière est de présenter une synthèse de l'apport de la recherche universitaire à la compréhension du stress qualitatif et quantitatif de l'eau en Haïti, en mettant l'accent sur la fragilité des écosystèmes aquatiques ainsi que sur les menaces auxquelles sont exposées les ressources en eau du pays. Les 7 travaux retenus fournissent un ensemble d'éléments permettant d'approfondir la réflexion sur la nécessité de développer au niveau national un modèle favorisant l'appropriation du concept de sécurité de l'eau. La vérification des résultats présentés dans cette session, et leur application à des échelles temporelles et spatiales différentes, peuvent considérablement contribuer à la réduction des risques hydrosociaux et environnementaux, et in fine améliorer la santé et les conditions de vie de la population.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. Rosillon F. L'eau dans les pays en développement. Retour d'expériences de gestion intégrée et participative avec les acteurs locaux. Paris: Editions Johanet, 2016, 415 p. ISBN: 979-10-91089-24-1.
- [2]. Mayor, F. (1997) : L'eau et la civilisation. Allocution prononcée à l'occasion du 1er Forum mondial de l'eau. Vision for Water, Life and the Environment. Marrakech, 22 mars 1997. Conseil Mondial de l'eau, 1997.
- [3]. Emmanuel E. Gestion sociale de l'eau et développement local. In : Ariel Azael et Narcisse Fièvre. Décentralisation et développement local. Actes du Colloque International sur le Développement local. Port-au-Prince : Université Quisqueya, juin 1998, pp 324-335.
- [4]. Blanc A. Analyse de cycle de vie des filières de traitement des sites industriels pollués. Thèse. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 1999, 209 p.
- [5]. Laboy-Nieves E. N., Goosen M. F. A., Emmanuel E. Environmental and Human Health: Risk Management in Developing Countries. London: Taylor and Francis. 2010, 276 p. ISBN : 978-0-415-60162-7
- [6] Emmanuel E. Evaluation des risques sanitaires et écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers. Thèse. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2004, 249 p.
- [7]. Naiman R.J. UNESCO's Ecohydrology Programme: Linking Freshwaters and Society. SAC Chair, IHP – Ecohydrology. Joint meeting of the Scientific Advisory Committee and Task Forces on UNESCO's Ecohydrology Programme. Maringa, Brazil (1–6 December 2007). CDROM.
- [8]. PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement). Un droit de l'eau plus vert : Gérer les ressources en eau douce pour les hommes et l'environnement. PNUE – Division du Droit de l'Environnement et des Conventions (DELIC), 2010, ISBN: 978-92-807-3206-1, 120 p.
- [9]. CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) (2015). Des situations contrastées. Disponible sur : http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/mondial/02_situation.htm . Consulté le 15 mai 2015.
- [10]. PNUD (Programme des Nations Unies pour le développement). Rapport sur le développement humain 2011. Durabilité et équité : un meilleur avenir pour tous. Ed. Communications Development Incorporated, Washington DC, 2011, 195 p.
- [11]. PNUD (Programme des Nations Unies pour le développement). Développement et gestion des ressources en eau. Haïti : Disponibilité en eau et adéquation aux besoins. Projet HAI/86/03, New-York : Nations-Unies, 1991.
- [12]. Ministère de l'Environnement (MDE). Atelier sur la gestion et la législation de l'eau en Haïti- Rapport de synthèse. Programme de formulation de la politique de l'eau, Port-au-Prince : MDE, 1998.
- [13]. Falkenmark M., Widstrand C. Population and water resources: a delicate balance. Population Bulletin, Population Reference Bureau, 1992, 47:1-30.
- [14]. St-Hilaire S.M., Jean-Baptiste W., Emmanuel E. Use of environmental accounting of natural resources to manage risk of water stress in Port-au-Prince (Haiti). Geological Society of America Abstracts with Programs, 2013, 45, 2. Available on: http://www.geosociety.org/Sections/se/2013mtg/documents/2013_SE-AWP.pdf
- [15]. Rosillon F., Deroy J., Emmanuel E. Face à la détresse humaine et environnementale, gestion intégrée de l'eau et écosanté, leviers de développement pour une Haïti nouvelle. In : Francis Rosillon : L'eau dans les pays en développement. Retour d'expériences de gestion intégrée et participative avec les acteurs locaux. Paris : Editions Johanet, 2016, pp. 313-366. ISBN: 979-10-91089-24-1.
- [16]. Bois M., Emmanuel E., Prévilon E., Laraqe E. Water salinity evaluation from the principal wells of Cul-de-

I- EAU ET ASSAINISSEMENT DANS LES QUARTIERS PRÉCAIRES DE LA RMPP

I.1 – L'EAU DANS LES BIDONVILLES À PORT-AU-PRINCE : ANALYSE DE L'OFFRE ET DE LA DEMANDE À CANAAN.

Yolette Jérôme et Evens Emmanuel

Yolette JÉRÔME est architecte. Elle est titulaire d'un Master en Développement Urbain et Régional du Centre Technique de Planification et d'Economie Appliquée (CTPEA). Elle réalise, sous la direction de Monsieur le Professeur Evens EMMANUEL, un doctorat en Etudes urbaines au Centre de Recherche et d'Appui aux Politiques Urbaines (CRAPU) de l'Université Quisqueya. Sa thématique de recherche est « L'eau dans les bidonvilles en formation ». Madame Yolette JÉRÔME est membre fondateur de l'Académie Haïtienne des Sciences. Elle est également membre régulier de l'Association Haïtienne « Femmes, Science et Technologie ».



RÉSUMÉ

Le tremblement de terre du 12 janvier 2010 a causé, entre autres conséquences, un déplacement de la population, la désarticulation des réseaux et services d'eau potable et d'assainissement, la création dans la région métropolitaine de Port-au-Prince (RMPP) de plusieurs camps de fortune et de nouveaux bidonvilles, dont le plus important est Canaan, dans lequel vivent aujourd'hui plus de 200 000 habitants. Ces effets mettent en évidence les faiblesses en matière d'aménagement du territoire et de planification urbaine au niveau de la RMPP. Dans le contexte particulier d'Haïti où, en 2015, 42% de la population n'a pas accès à l'eau potable, et où seulement 28% dispose d'une installation sanitaire améliorée, où l'accroissement incontrôlé de la population impose d'énormes pressions aux faibles infrastructures urbaines, il semble pertinent de questionner les modes de développement urbain, en particulier les stratégies adoptées pour la fourniture de l'eau et de l'assainissement dans les villes haïtiennes, alors qu'il convient d'accorder une attention particulière aux quartiers insalubres et aux zones périurbaines.

En Haïti, ce questionnement sur le développement urbain et l'eau dans les établissements humains du futur ou les bidonvilles en formation, trouve une justification théorique dans l'adhésion en 2015 de l'Etat haïtien aux nouveaux objectifs pour le Développement Durable (ODD) des Nations Unies. En effet, les objectifs 6 et 11 visent à: (i) Garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau, et (ii) Faire en sorte que les villes et les établissements humains soient ouverts à tous, sûrs, résilients et durables. Dans le cas spécifique de Canaan, l'atteinte de ces ODD impose a priori des connaissances approfondies sur le comportement des usagers vis-à-vis de l'eau et le développement de nouvelles approches de gestion des ressources hydriques. Comment les habitants de cet établissement humain s'organisent-ils pour satisfaire leurs besoins en eau? L'objectif de ce travail est d'analyser, à partir des résultats de deux enquêtes de terrain, l'offre et la demande en eau à Canaan.

Mots clés : offre et demande en eau, établissement humain, quartiers insalubres, ODD, Canaan.

I.2 - ACCÈS DES HABITANTS DU QUARTIER DE CARREFOUR-FEUILLES (PORT-AU-PRINCE) AUX SERVICES D'EAU ET D'ASSAINISSEMENT : REGARDS CROISÉS SUR LES SYSTÈMES FORMEL ET INFORMEL.

Anie Bras, Anne-Laurence Verret, Osnick Joseph



Dr Anie BRAS est enseignant-chercheur à l'Université Quisqueya (uniQ). Elle est la directrice du Centre de Recherche et d'Appui aux Politiques Urbaines (CRAPU). Elle anime conjointement avec le CODEV de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), l'équipe de chercheurs de l'uniQ impliquée dans le projet européen dans le champ de l'urbain. Elle est spécialiste en Environnement/Propreté urbaine et auteur de plusieurs articles à ce sujet. Dr BRAS est membre régulier de l'Association Haïtienne « Femmes, Science et Technologie ». Dr BRAS est le Coordonnateur du programme de formation doctorale en Études urbaines de l'Université Quisqueya.

Anne-Laurence VERRET est architecte de formation, diplômée de l'Université Quisqueya (uniQ). Elle détient un Master 2 en Urbanisme et Aménagement de l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon, ainsi qu'un DPEA en Constructions Parasismiques de l'École Nationale Supérieure d'Architecture (ENSA) de Marseille. Mlle VERRET est doctorante en Études Urbaines à l'École Doctorale Société et Environnement (EDSE) de l'uniQ. La thèse de Mlle VERRET, réalisée au sein du Réseau d'Excellence des Sciences de l'Ingénieur de la Francophonie (RESCIF), s'effectue en alternance entre le Centre de Recherche et d'Appui aux Politiques Urbaines (CRAPU) de l'uniQ et le Centre Coopération & Développement (CODEV) de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Elle est dirigée par les Professeurs Jean-Claude BOLAY (EPFL) et Evens EMMANUEL (uniQ). Elle est membre régulier de l'Association Haïtienne « Femmes, Science et Technologie ».



RÉSUMÉ

En Haïti, la fourniture des services publics de base est réalisée dans un contexte de forte croissance démographique juxtaposée à des conditions de pauvreté socio-économique et urbanistiques alarmantes. Moins de 50% de la population a accès à l'eau potable et l'assainissement, soit l'un des taux moyens d'accès les plus bas de l'Amérique Latine et de la Caraïbe. Carrefour-Feuille abrite un vaste regroupement de quartiers défavorisés de la commune de Port-au-Prince dont la population dépasse les 200 000 habitants; le service public formel peine à l'alimenter en eau et services d'assainissement. Cette situation affecte la nature et la continuité des services fournis et se traduit par une distribution inégale des services publics – lorsqu'ils existent –, des taux de couverture très faible au regard des besoins. La population est ainsi amenée à trouver d'autres sources d'approvisionnement, notamment auprès d'une offre informelle. Les résultats des observations directes et des enquêtes par questionnaires ont montré que les ménages achètent en moyenne 132 litres d'eau par jour et le coût de l'approvisionnement en eau représente 20% du panier de la ménagère. Cette si-

II - QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE ET PHYSICOCHIMIQUE DE L'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE

II.1 - ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ DE *CRYPTOSPORIDIUM* DANS LES EAUX SOUTERRAINES: ÉTUDE DE CAS DES CAYES, HAÏTI.

Ketty Balthazard-Accou

Dr Ketty BALTHAZARD-ACCOU, est enseignant-chercheur au Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement (LAQUE) de l'Université Quisqueya. Elle détient un Master en écotoxicologie, environnement et gestion des eaux de l'Université Quisqueya. Elle a réalisé, dans le cadre d'une cotutelle de thèse entre l'Université Quisqueya et l'Université Picardie Jules Verne, son doctorat sur l'évaluation des risques microbiologiques de l'eau contaminée par les parasites. Dr BALTHAZARD-ACCOU assure la coordination de l'association Haïtienne « Femmes, Science et Technologie », et siège au sein du conseil de direction de l'Observatoire sur la qualité microbiologique de l'eau douce dans les grandes villes d'Haïti, programme de recherche du LAQUE. Sa thématique de recherche est l'évaluation des risques environnementaux liés à l'eau. Dr BALTHAZARD-ACCOU est le Coordonnateur du programme de formation doctorale en Environnement de l'Université Quisqueya.



RÉSUMÉ

La contamination des écosystèmes aquatiques naturels par *Cryptosporidium parvum* constitue une véritable préoccupation de santé humaine et environnementale principalement dans les pays en développement. *C. parvum* est un protozoaire pathogène qui infecte les intestins d'une variété d'animaux sauvages et domestiques. Certaines espèces infectent les humains, ce qui entraîne la cryptosporidiose. La contamination se fait par ingestion d'aliments ou de l'eau souillée par les oocystes. En Haïti, des oocystes de cryptosporidies ont été retrouvés dans plusieurs villes du pays dans les eaux de surface et dans les eaux destinées à la consommation humaine. Dans les eaux souterraines de la ville des Cayes (Haïti), des concentrations significatives de 1 à 989 oocystes dans 100 litres d'eau filtrée ont été déterminées. Les résultats de ces études ont révélé un niveau élevé de pollution par des oocystes de *Cryptosporidium* dans les eaux de surface et des eaux souterraines. Par conséquent, les ressources en eau contaminées par des oocystes constituent un véritable risque sanitaire principalement pour les enfants et les personnes immunodéprimées. Ainsi, il apparaît nécessaire d'évaluer le risque biologique pour les populations desservies par ces ressources en eau polluées. Le but de cette étude est de présenter: (i) les étapes d'une procédure destinée à évaluer les risques pour la santé humaine liés à la consommation d'eau provenant des eaux souterraines; et (ii) les résultats de l'application de cette procédure sur les eaux souterraines référencées. La procédure est basée sur un scénario qui décrit l'existence d'une décharge sauvage où les lixiviats ne sont ni collectés, ni traités. Les déchets sont directement en contact avec le sol et suivent les mécanismes de transfert vers la nappe. En outre, les latrines et fosses septiques, rejetant leurs effluents dans la zone non saturée de la matrice géologique, sont également

retenues. L'estimation du risque a été calculée pour deux groupes dans la population exposée: les immunodéprimés et les immunocompétents. De là, un risque élevé pour les immunodéprimés.

Mots clés : eaux souterraines, contamination microbiologique, santé, risques biologiques, évaluation des risques, *Cryptosporidium spp.*

II.2 - DISTRIBUTION DES MICROORGANISMES PATHOGÈNES DANS LES RESSOURCES EN EAU DE LA RÉGION MÉTROPOLITAINE DE PORT-AU-PRINCE.

Elmyre Clervil et Ketty Balthazard-Accou



Elmyre CLERVIL est ingénieur civil et détient un Master en écotoxicologie, environnement et gestion des eaux de l'Université Quisqueya. Travaillant depuis plus de 7 ans dans le domaine de la gestion des eaux en Haïti, elle est présentement doctorante à l'École doctorale Société et Environnement, et réalise ses recherches au Laboratoire de la qualité de l'eau et de l'environnement (LAQUE) de l'Université Quisqueya. Ses travaux de recherche concernent notamment la microbiologie des eaux – les procédés de traitement des eaux et les évaluations environnementales. Elle est membre régulier de l'Association Haïtienne « Femmes, Science et Technologie ».

RÉSUMÉ

Les maladies liées à la contamination de l'environnement par des microorganismes sont nombreuses dans les pays en voie de développement, notamment celles dues à des bactéries, virus et protozoaires transmis par l'eau. Or la majorité des agents pathogènes contenus dans l'eau utilisée pour la boisson et les différents besoins de la vie, pour la baignade, voire pour les activités de loisir proviennent d'une contamination fécale d'origine humaine mais aussi animale. L'impact de ces infections est drastique pour ces populations. En Haïti, l'exposition de la population à l'eau de boisson contaminée par les microorganismes pathogènes et l'évaluation des risques biologiques qui en découlent ont fait l'objet de plusieurs études. Le risque de contamination fécale de l'environnement est particulièrement élevé. À Port-au-Prince, plus particulièrement, un numéro plus probable (NPP) de 700 coliformes fécaux pour 100 ml a été dénombré dans les eaux souterraines de cet espace urbain. Ces valeurs, largement supérieures à 0 NPP/100ml, mettent en évidence l'existence d'un danger microbiologique lié à l'eau de boisson pour la santé des consommateurs. L'objectif de ce travail a été d'étudier, durant les saisons sèche et pluvieuse, la contamination de l'eau destinée à la consommation humaine, les eaux de surface et souterraine de la de la Région Métropolitaine de Port-au-Prince. Les principaux marqueurs de contamination fécale (bactéries, virus et protozoaires) ont été étudiés dans les campagnes de prélèvement d'eau sur différents points de la RMPP. 250 UFC/100ml de *Esherishia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhosa*, *Streptococcus faecalis* ont été dénombrés dans les échantillons étudiés. Des oocystes de *Cryptosporidium* allant de 6 à 233 dans 100 litres d'eau ont été détectés. La présence d'adénovirus, de polyomavirus, de

virus hépatite E et A et de norovirus, est décelée dans les principales ressources en eau de la RMPP. Il faudra à l'avenir vérifier les résultats d'une si large caractérisation, tout en ayant le soin d'inclure le *Vibrio cholerae* parmi les marqueurs à observer. Dans le contexte géographique de la République d'Haïti, où la température contribue favorablement au développement et à la croissance des germes pathogènes, il paraît tout à fait indiqué de mettre en place des collaborations scientifiques sur la microbiologie de l'eau douce et lancer de manière irréversible le programme de recherche visant à la création d'un observatoire sur la qualité microbiologique des ressources en eau douce de certaines grandes villes d'Haïti.

Mots clés : *bactéries, protozoaires, virus, microorganismes pathogènes, microbiologie aquatique, ressources en eau, RMPP.*

II.3 - CARACTÉRISATION DU FLUOR ET DE L'ARSENIC DANS L'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE DANS LA RÉGION MÉTROPOLITAINE DE PORT-AU-PRINCE.

Franciot Wanelus, Ketty Balthazard-Accou, Vincent Debbaut et Evens Emmanuel

Franciot WANELUS est Ingénieur-Agronome. Il détient le Master de Spécialisation en Sciences et Gestion de l'Environnement dans les Pays en Développement (MS SGE/PED) de l'Université de Liège (ULg-Belgique). Son champ de recherche concerne la qualité physicochimique de l'eau destinée à la consommation humaine. Il est particulièrement intéressé par la « Caractérisation du fluor et de l'arsenic dans l'eau destinée à la consommation humaine », thématique sur laquelle il travaille au Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement (LAQUE) de l'Université Quisqueya (UNIQ-Haïti) et au Laboratoire des Ressources Hydriques de la Faculté des Sciences de l'ULg.



RÉSUMÉ

Les substances inorganiques d'origine naturelle présentes dans l'eau destinée à la consommation humaine peuvent, à certaines concentrations, avoir des effets indésirables sur la santé de l'homme et par conséquent être à l'origine de plusieurs maladies chroniques de types neurologiques, cancérigènes et cardiovasculaires, ainsi que d'autres maladies complexes insuffisamment documentées à date. Parmi ces substances inorganiques, le fluor et l'arsenic sont omniprésents dans l'environnement. Des milliers de gens souffrent d'effets toxiques de l'arsenic et du fluor dans de nombreux pays du monde. Ils sont présents à des concentrations importantes dans les eaux souterraines. Les manifestations cliniques non cancérigènes de l'intoxication chronique à l'arsenic comprennent les hyper- et hypo pigmentations, la kératose, l'hypertension, les maladies cardiovasculaires et le diabète. Les données épidémiologiques indiquent que pour des concentrations supérieures à 50 µgAs/l dans l'eau potable, la santé des consommateurs n'est pas protégée. La valeur seuil recommandée par l'OMS pour l'arsenic dans l'eau potable est de 10 µg/l.

III - IMPACTS DES EFFLUENTS URBAINS SUR LES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES

III.1 - EVALUATION DES RISQUES ÉCOTOXICOLOGIQUES DES MÉTAUX LOURDS CONTENUS DANS LES EFFLUENTS URBAINS SUR LA BAIE DE PORT-AU-PRINCE.

Arnoux Lefranc, Evens Emmanuel et James Féthière

Arnoux LEFRANC est chirurgien-dentiste diplômé de la Faculté d'Odontologie de l'Université d'Etat d'Haïti (UEH). Il réalise une maîtrise en science de l'éducation, orientation biologie et sciences de la vie à l'Institut des Sciences, des Technologies et des Études Avancées d'Haïti (ISTEAH). Sous la direction du professeur Evens EM-MANUEL (Université Quisqueya) et du professeur James FÉTHIÈRE (Professeur à l'Université de Montréal et à l'ISTEAH et Directeur scientifique chez IniXium), il travaille sur l'évaluation des risques écotoxicologiques des métaux lourds contenus dans les effluents urbains sur l'écosystème marin.



RÉSUMÉ

L'un des soucis majeurs de nos sociétés contemporaines, est la protection de l'environnement. En Haïti, l'aspect protection des milieux aquatiques récepteurs est très négligé, tout au moins, les mesures y relatives ne sont pas clairement définies ou appliquées adéquatement. La mauvaise gestion des effluents urbains entraîne la contamination des ressources en eau. Ces effluents sont le plus souvent rejetés dans les milieux récepteurs sans aucun traitement préalable. Des concentrations de 500 µg de Cu /l et de 700 µg de Pb /l ont été mesurées dans les eaux usées générées par les usines de peinture à Port-au-Prince. De plus des teneurs en DCO (611 mg/l), de chrome (234 µg/l), de nickel (128 µg/l) et de plomb (31 µg/l) ont été mesurées dans des effluents hospitaliers de la ville de Port-au-Prince. On assiste à une pollution accélérée de la baie de Port-au-Prince par les métaux lourds et à une dégradation des écosystèmes marins. En effet, ces métaux lourds peuvent affecter le cycle des éléments nutritifs des sédiments, la croissance et la régénération cellulaire, ainsi que les cycles de reproduction et le potentiel photosynthétique des organismes marins. L'objectif de ce travail était d'évaluer les risques écotoxicologiques (ERE) des métaux lourds contenus dans les effluents urbains sur les organismes aquatiques de la baie de Port-au-Prince. Des informations disponibles sur l'origine du Cu, du Pb et du Ni dans les effluents urbains de Port-au-Prince, et leurs effets sur des algues (*Asterionella glacialis*, *Asterionella japonica* et *Isochrysis galbana*) et crustacés (*Cancer anthonyi* et *Mysidopsis intii*) ont été collectées et analysées. Pour la détermination de la PEC, la concentration maximale rapportée dans la littérature sur Port-au-Prince pour ces stressseurs et le facteur de dilution de 23,15 fois ont été utilisés. La NOEC (concentrations sans effets observés) des polluants retenus (données toxicologiques rapportées), soumise à un facteur de sécurité de 500 a été adoptée pour estimer la PNEC. L'approche de l'ERE (Analyse des substances prises individuellement), ainsi que le rapport PEC/PNEC ont été utilisés pour caractériser les risques. Les résultats ont conduit à des quotients de risque largement supérieurs à 1. Ces résultats montrent que des organismes évoluant dans la baie de Port-au-Prince sont exposés à d'importants risques écologiques. Il faut maintenant procéder à la confirmation de ces résultats et à l'amélioration de la méthodologie par

la mise en œuvre : (i) de plusieurs campagnes de prélèvement d'échantillons des effluents urbains de Port-au-Prince pour des analyses de laboratoire, (ii) d'une collecte d'informations sur l'évolution de la toxicité à long terme de ces polluants sur les organismes cibles, (iii) de l'identification et l'expérimentation de procédés permettant une gestion efficiente de ces risques.

Mots clés : *risques écotoxicologiques, métaux lourds, effluents urbains, Asterionella glacialis, Isochrysis galbana, Cancer anthonyi, Mysidopsis intii, baie de Port-au-Prince.*

NOTES

IV - ÉPURATION DES EFFLUENTS URBAINS ET GESTION DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX

IV.1 - UTILISATION DE LA BAGASSE DE LA CANNE À SUCRE DANS LA DÉPOLLUTION DES EFFLUENTS URBAINS.

David Noncent et Osnick Joseph



David Noncent est chimiste diplômé de l'École Normale Supérieure de l'Université d'État d'Haïti. Il a un Master en chimie et microbiologie de l'eau. Il est doctorant à l'Ecole Doctorale Société et Environnement (EDSE), attaché au Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement (LAQUE) de l'Université Quisqueya. Il mène ses recherches dans le domaine de la chimie des eaux usées et les procédés de traitement.

Dr Osnick JOSEPH est enseignant-chercheur à l'Université Quisqueya (uniQ), détenteur d'un doctorat en Sciences de l'Environnement et actuel Directeur du Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement (LAQUE). En mai 2010, il a collaboré à la création du Master professionnel en administration et gestion des systèmes d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement et en 2012 à la création de la formation doctorale en environnement de l'Université Quisqueya. Dr JOSEPH a produit en 2015, en collaboration avec Dr Anie BRAS et Pr Evens EMMANUEL, l'ouvrage « Introduction aux Sciences de l'Environnement ». Dr Osnick JOSEPH est membre fondateur de l'Académie Haïtienne des Sciences.



RÉSUMÉ

En Haïti, les effluents urbains (domestiques et industriels) sont le plus souvent rejetés dans les écosystèmes aquatiques sans aucun traitement au préalable. Ces matrices contiennent des substances chimiques, dont les plus importants sont les métaux lourds, les composés organiques, les nitrates et les phosphates et les résidus de médicaments. Dans la Région Métropolitaine de Port-au-Prince (RMPP), espace dépourvu de station d'épuration, des concentrations importantes de NO_3^- (23 mg/l), PO_4^{3-} (62 mg/l), DCO (1500 mg/l), Pb (1670 $\mu\text{g/l}$), Hg (105 $\mu\text{g/l}$) ont été mesurées dans ses effluents urbains. Le rejet de polluants dans les écosystèmes aquatiques provoque des changements dans la structure des communautés biotiques. Des procédés de dépollution des eaux usées, notamment l'absorption par des matériaux poreux ont été développés dans la perspective de réduire ou d'éliminer la charge polluante les effluents urbains avant leur rejet dans le milieu recepateur. Cependant, la mise en application de ces procédés particulièrement dans les pays en développement (PED) se révèle très onéreux. Au cours des dernières décennies plusieurs travaux entrepris dans les PED sur l'adsorption ont permis d'identifier et de développer à partir des déchets agricoles des biosorbants pouvant garantir à faible coût la dépollution des effluents urbains. Les travaux de physicochimie des matériaux initiés au LAQUE sur la bagasse de canne à sucre conduisent à retenir à la fois ce matériau poreux comme biosorbant et

SESSION ZAGROM - ZONE ATELIER GROS-MORNE

QU'EST-CE QU'UNE ZONE ATELIER ?

ZA

Les Zones ateliers : un dispositif interdisciplinaire de recherche à long terme sur l'environnement et les interactions hommes-milieus.

Les **ZA** sont des fédérations de recherches interdisciplinaires, inter instituts et inter organismes, portés par le CNRS en France, depuis 12 ans.

Elles constituent un service national d'observation et de recherche en environnement, ancré dans un réseau international.

Les **ZA** mènent des recherches fondamentales et appliquées sur le long terme, dans le domaine de l'environnement, en réponse aux demandes de la société.

Les **ZA** sont organisées autour d'un élément structurant (fleuve, agropaysage, ville, parc naturel).

Disponible sur : http://www2.cnrs.fr/sites/communique/fichier/les_za.pdf. Consulté le 10 octobre 2016.

V - AMÉLIORER LES CONDITIONS DE VIE AU TRAVERS DE LA RESTAURATION ET LA PRÉSERVATION DE L'ENVIRONNEMENT.

Présentation de la session

Dr Pascale Naquin, Directrice du CEFREPADE

Dr Rémy Bayard, Enseignant-chercheur à l'INSA de Lyon, Président du CEFREPADE

Cette session a pour but de faire découvrir comment quatre structures (deux haïtiennes, deux françaises) arrivent, avec peu de moyens, en conjuguant leurs efforts à ceux de la population, à améliorer les conditions de vie au travers d'actions de restauration et de préservation de l'environnement.

RÉSUMÉ :

Le développement piétine, les solutions proposées à Haïti ne répondent pas aux attentes de la population qui rejette de plus en plus les projets des ONG, des services de coopération, des structures internationales, qui imposent trop souvent leurs manières de voir et de faire, en ne prenant pas assez en compte les aspirations des premiers intéressés. L'aide au développement fait l'objet de nombreuses conférences internationales, de nombreux projets à budgets pharaoniques, emploie de nombreux fonctionnaires et fait vivre de gros bureaux d'études mais concrètement, sur le terrain, les habitants ne voient pas leur vie changer : il faut donc croire que ce n'est pas la bonne route ! On a assez perdu de temps, il faut changer de cap, innover...

Depuis fin 2008, le **CEFREPADE**, l'**Université Quisqueya** et l'**INSA de Lyon** accompagnent une expérimentation de gestion décentralisée des déchets à petite échelle à Cité Soleil, au Centre Jean-Christophe Fernandes de l'Athlétique d'Haïti. Aujourd'hui c'est au Cap Haïtien, à Limonade, que nous accompagnons la création d'un centre de tri et de compostage des déchets. Mais depuis 2012, nous avons décidé de concentrer nos efforts à Gros-Morne pour travailler avec la commune et l'**AOG, Association des Originaires de Grande Plaine** et montrer que l'on peut faire beaucoup avec peu, en travaillant tous ensemble dans la même direction. Depuis les années 90, l'AOG, association communautaire paysanne, déploie ses activités sur la commune de Gros-Morne en faveur du reboisement et de l'amélioration des conditions de vie des populations locales. Son éthique et son mode de fonctionnement ont convaincu le CEFREPADE, l'uniQ et l'INSA de Lyon de travailler avec elle en créant cette Zone Atelier.

Dans ces projets, **le développement est centré sur l'amélioration des conditions de vie des populations les plus défavorisées**. Créer des richesses par une meilleure prise en compte de l'environnement, la restauration et la préservation des écosystèmes : c'est à notre avis, une bonne voie d'entrée.

Au travers de projets expérimentaux diversifiés, ce programme vise à démontrer qu'une bonne gestion des milieux naturels (eau, sol, air, biodiversité) peut permettre le développement harmonieux de l'agriculture, de l'élevage, du tourisme, pour une population dont l'éducation, la sécurité alimentaire, la santé, les besoins en énergie sont garantis.

Dans le cadre de la Zone Atelier de Gros-Morne, les objectifs principaux sont :

- Rendre la ressource en eau accessible et disponible
- Récupérer des sols agricoles, avec des pratiques agro-écologiques
- Permettre l'accès à l'assainissement pour tous en milieu rural
- Gérer les déchets même avec peu de moyens

Les premiers projets lancés portent sur l'organisation de la gestion des déchets de la ville de Gros Morne, la mise en place de toilettes écologiques et le traitement des résidus, l'accès à l'énergie solaire, l'amélioration de l'accès à l'eau pour alimenter un village et créer une pépinière en vue du reboisement d'un secteur et de la protection de l'aquifère.

V.1 - PRÉSENTATION DES ACTIVITÉS DE L'AOG, ASSOCIATION COMMUNAUTAIRE PAYSANNE DES ORIGINAIRES DE GRANDE PLAINE.

Audalbert Norvilus

Audalbert Norvilus, Zootechnicien, fondé de pouvoir et animateur territorial. Responsable de l'appui technique au sein de l'association des Originaires de Grande Plaine (AOG), dans la Zone Atelier de Gros-Morne (ZAGROM) et auprès du Comité de Suivi nommé par la Mairie de Gros-Morne dans le cadre du processus de mise en place d'un plan stratégique concerté de gestion des déchets. Il accompagne l'unité de pré-collecte et de valorisation des déchets « Pwòpte Mobil » et les groupes des quartiers réalisant des activités de tri et de valorisation à Gros-Morne. Il assure le suivi auprès des familles qui expérimentent les toilettes sèches à litière biomaitrisée à Grande Plaine.



Depuis les années 90, l'AOG déploie ses activités dans la commune de Gros-Morne en faveur du reboisement et de l'amélioration des conditions de vie des populations locales. Son éthique et son mode de fonctionnement ont convaincu le CEFREPADE, l'uniQ et l'INSA de Lyon de travailler avec elle en créant cette Zone Atelier.

RÉSUMÉ

L'AOG (Association des Originaires de Grande Plaine, commune de Gros-Morne), association paysanne communautaire forte de 850 membres adhérents, a entrepris depuis sa création en 1992 d'agir à son échelle avec ses moyens. C'est sans doute son fonctionnement démocratique et tourné vers l'avenir (plusieurs commissions décisionnaires où chacun a droit à la parole, un groupe de jeunes pour préparer la relève, ...) qui font qu'elle est toujours aussi active aujourd'hui.

En créant le premier centre internet haïtien en milieu rural et en construisant des routes au moyen de konbits (chantiers communautaires bénévoles rassemblant plusieurs centaines de personnes), elle a contribué au désenclavement de la commune.

A l'initiative du premier réseau d'écoles vertes (65 écoles à ce jour), elle a fait de l'éducation à la restauration et la préservation de l'environnement une priorité pour permettre un changement de mentalité. L'effectivité du reboisement local initié depuis plusieurs années, grâce aux écoles du réseau mais aussi à la mobilisation des populations, atteste de l'efficacité de ses actions. Un projet encore plus ambitieux est en train de voir le jour : reboiser tout un territoire, essentiel pour le rechargement de sources locales en cours de tarissement, grâce à la création de réserves d'eau et celle d'une pépinière.

Outre le reboisement, l'AOG travaille aujourd'hui à l'irrigation de terres agricoles par la mise en place de pompes solaires, au développement de l'élevage de poules « pays », à la formation des charbonniers pour une gestion raisonnée de la ressource.

Après plus de vingt ans d'activités, l'AOG a élaboré une stratégie d'évolution autour de la construction d'un centre d'accueil et de formation. Il permettra de faciliter les formations mises en place actuellement (citoyenneté, appui technique et pédagogique aux écoles, agriculture, environnement) et d'en développer de nouvelles (développement urbain et agriculture durables). Les zones de démonstration déjà existantes ainsi que celle à renforcer permettront l'apprentissage par l'observation, l'échange d'expériences et la pratique.

L'AOG et le CEFREPADE collaborent depuis 2011 sur le programme qu'ils ont intitulé « Zone Atelier de Gros-Morne » démontrant, par la pratique, un développement durable territorial intégré.

V.2 - GÉRER LES DÉCHETS MUNICIPAUX DANS LES PETITES ET MOYENNES VILLES, AVEC DES MOYENS LIMITÉS : QUELLE APPROCHE POSSIBLE ? EXEMPLE DE LA VILLE DE GROS-MORNE.

Joaneson Lacour



Joaneson LACOUR. Ing. Agronome, Msc. Sciences de l'Environnement, Docteur en chimie de l'environnement. Enseignant-chercheur à l'Université Quisqueya (Haïti) et à l'Université d'État d'Haïti. Membre fondateur de l'Institut Haïtien de l'Énergie. Représentant en Haïti du CEFREPADE, réseau d'experts francophones en assainissement, déchets, environnement et énergie. Président du Conseil d'Administration de la Wastek S.A., bureau de services et d'innovation en gestion intégrée de l'environnement et des déchets. Coordinateur national du programme Re-Sources en Haïti. Consultant auprès du gouvernement haïtien et d'organisations non gouvernementales sur les stratégies de gestion et les mécanismes de valorisation matière/énergie des déchets solides.

Les petites et moyennes villes des pays en développement sont souvent dépourvues de moyens quant à la gestion de leurs déchets. A Gros-Morne, nous cherchons ensemble des solutions à bas coûts qui, nous l'espérons, permettront à terme de résorber les multiples décharges sauvages qui salissent la ville.

RÉSUMÉ

De très nombreuses villes de taille moyenne des pays en développement, Haïti inclue n'ont pas le soutien de coopérations internationales, d'ONG, de bureaux d'études, de bailleurs pour gérer leurs déchets. Elles se retrouvent complètement démunies face à l'ampleur du problème. La faiblesse de leurs ressources financières leur semble un obstacle insurmontable pour trouver une solution, alors qu'il s'agit souvent d'abord d'un manque de connaissance des solutions possibles et d'un manque de méthode.

Le CEFREPADE et l'uniQ ont proposé en juillet 2013 à Port-au-Prince, à une vingtaine de représentants de collectivités et d'associations haïtiennes, une formation théorique et pratique sur 5 jours à laquelle de très nombreuses personnes avaient participé.

Au cours de cette formation, nous avons pu montrer que la gestion des déchets nécessitait avant tout de la volonté, notamment politique, de l'organisation et du bon sens, avant des moyens financiers qui peuvent être plus faibles que ce que l'on pourrait penser.

Mettre en œuvre ces outils nécessite de former a minima ceux qui animent le processus. Il peut s'agir de personnel technique de collectivités, de membres d'associations locales ou de simples habitants souhaitant s'impliquer activement dans la recherche de solutions adaptées au contexte local. De telles formations sont aujourd'hui proposées en Haïti, la première cette année pour le Nord du pays.

Partenaire de la plateforme Re-Resources (financement UE, programme Africompost AFD FFEM, ADEME et partenaires), nous nous attachons en effet à travailler à la construction d'outils méthodologiques et techniques qui devraient permettre à toute collectivité ou association d'organiser par elle-même la gestion des déchets à l'échelle de son territoire. Ces outils, basés sur la participation active de la société civile, sur la formation, la démonstration, sont expérimentés depuis plusieurs mois à Gros-Morne et semblent conduire progressivement aux résultats escomptés : organisation de la collecte des déchets pré-triés à la source par les ménages, création de petites plateformes de quartier pour la valorisation optimisée des déchets collectés (tri des matériaux recyclables, compostage), identification d'un site acceptable pour la mise en décharge des déchets... Une première évaluation de cette expérimentation est prévue pour le milieu de l'année 2017.

V.3 - LES TOILETTES SÈCHES À LITIÈRE BIOMÂÎTRISÉE (TSLB), UNE SOLUTION D'ASSAINISSEMENT ÉCOLOGIQUE ADAPTÉE AU CONTEXTE HAÏTIEN. RETOUR SUR L'EXPÉRIMENTATION MENÉE À GRANDE PLAINE.

Gaston Jean, Rémy Bayard, Joaneson Lacour, Pascale Naquin

Gaston JEAN, ancien professeur de lycée, est détenteur d'un Master 2 en ingénierie de développement local. Il a effectué un stage au sein du CEFREPADE et au laboratoire DEEP de l'INSA de Lyon. Il est également détenteur d'un Master 2 en ingénierie de projets de coopération. Fondateur de l'Association des Originaires de Grande Plaine (AOG) et du Réseau des écoles vertes de Gros-Morne, qui mènent notamment des activités de protection de l'environnement (protection des ressources en eau, reforestation, gestion de déchets), il co-anime une action pilote de la plateforme Re-Resources qui accompagne actuellement la collectivité de Gros-Morne dans la mise en place d'une stratégie concertée de gestion de déchets. Attaché au Laboratoire de la Qualité de l'Eau et de l'Environnement de l'Université Quisqueya (LA-QUE) en Haïti et au Laboratoire DEEP de l'INSA de Lyon, il prépare une thèse en cotutelle sur la mise en place des toilettes sèches à litière biomaitrisée en Haïti. Gaston JEAN est aussi membre fondateur de l'Académie Haïtienne des Sciences.



Trouver une solution d'assainissement respectueuse de l'environnement, de la santé et de la dignité humaine, à un coût accessible même pour les ménages les plus précaires, tel est le pari de cette expérimentation de TSLB menée à Grande Plaine, commune de Gros-Morne.

RÉSUMÉ

En Haïti, 72% des habitants en milieu rural et 18% dans les villes, 15% dans l'aire métropolitaine de la capitale, n'ont pas accès à des toilettes décentes. 23% de la population pratiquent la défécation à l'air libre, 41% en zone rurale, avec tous les risques que cette pratique génère. Les latrines traditionnelles, souvent coûteuses mais mal conçues et mal gérées, peuvent par ailleurs présenter des risques importants de contamination des eaux.

Les toilettes écologiques individuelles à litière sont une solution à bas coût pour les utilisateurs. La transformation des sous-produits en engrais et amendements hygiénisés permet quant à elle d'éviter la contamination des eaux. Si des règles élémentaires d'hygiène sont respectées, les TSLB peuvent s'avérer un bon compromis pour toutes les couches de la population et pas seulement les plus défavorisées.

Tout l'enjeu est aujourd'hui de conscientiser les communautés sur les dangers liés aux latrines mal conçues, à la mauvaise gestion des boues de vidange et de présenter les toilettes sèches à litière comme une alternative pertinente au niveau sanitaire, environnemental, social, technique et économique.

Au Cap-Haïtien et à Port-au-Prince, l'ONG SOIL a mis en place depuis plusieurs années toute une filière destinée à développer ce mode d'assainissement. Sur la base de ce modèle mais avec une approche différente, nous menons depuis plusieurs mois une expérimentation auprès de 25 ménages d'un même village, qui sera bientôt suivie d'une deuxième expérimentation équivalente en zone péri-urbaine, dans la commune de Gros-Morne (Artibonite).

Le but de ce travail est de contribuer à réduire le taux de défécation à l'air libre en Haïti en proposant une solution d'assainissement peu coûteuse, digne et respectueuse de l'environnement.

NOTES

I- DLO AK ASENISMAN NAN KATYE DIFISIL YO

I.1 – DLO NAN BIDONVIL PÒTOPRENS YO: ANALIZ ÒF AK DEMANN NAN KANARAN

Yolette Jérôme et Evens Emmanuel

Yolette JÉRÔME se Achitèk. Li genyen yon Mastè nan devlopman lavil e Rejyonal nan « Centre Technique de Planification et d'Économie Appliquée (CTPEA) ». Li ap prepare yon tèt doktora sou direksyon Pwofesè Evens EMMANUEL, nan « Centre de Recherche et d'Appui aux Politiques Urbaines (CRAPU) » nan « Université Quisqueya ». Tematik rechèch li chita sou « pwoblèm dlo nan bidonvil yo ap kreye yo ». Madam Yolette JÉRÔME se manm fondatè Akademi ayisyen pou Lasyans. Li se manm Asosyasyon ayisyen « Fanm, Syans et Teknoloji ».

REZIME

Tranblemanntè 12 janvyè 2010 la gen plizyè konsekans pami yo depasman popilasyon an, pwoblèm atikilasyon nan rezo ak sèvis dlo potab ak asenisman, kreyasyon plizyè kan pou moun ki deplase ak yon seri nouvo bidonvil nan rejyon metwopolitèn Pòtoprens (RMP) lan. Bidonvil ki pi gran nan yo se Kanaran kote plis pas 200 000 moun ap viv. Esperyans sa yo montre feblès peyi a nan zafè amenajman teritwa ak planifikasyon lavi nan nivo zòn metwopolitèn nan. Nan kontèks patikilye sa a, kote an 2015, 42% popilasyon an pa jwenn dlo potab e 28% sèlman genyen yon enstalasyon sanitè plizoumwen aseptab, e lè nou konsidere presyon ogmantasyon san kontwòl popilasyon an sou enfrastikti lavil la ki deja fèb, li vin parèt enpòtan pou nou kesyone kalite devlopman lavil la, e an patikilye estrateji yo adopte pou distribiye dlo ak òganize asenisman nan vil ayisyen yo, pandan nou ap mete yon atansyon espesyal sou katye sal yo avèk zòn ki nan vwazinay lavil yo.

An Ayiti, kesyònman sou devlopman lavil ak dlo nan espas yo fè pou moun viv nan tan ki ap vini la yo avèk bidonvil ki ap fòme yo jwenn yon jistifikasyon teyorik nan antre Leta ayisyen, an 2015, nan objektif pou Devlopman Dirab (ODD) Nasyonzini yo. E objektif 6 ak 11 yo vize : 1) garanti tout moun jwenn dlo ak asenisman e asire yon jesyon dirab resous ki gen pou wè ak dlo; 2) fè yon jan pou vil ak kote pou moun viv ouvè pou tout moun, pou yo byen konstwi, rezistan e dirab. Nan ka Kanaran an menm, rive atenn ODD yo mande pou nou genyen kèk konesans pwofon sou konpòtman moun yo sou kesyon dlo ak devlopman nouvo apwòch sou jesyon resous dlo. Kòman abitan espas pou moun viv sa yo òganize tèt yo pou satisfè bezwen yo nan sa ki gen pou wè ak dlo? Objektif travay sa a se analize òf ak demann dlo nan Kanaran dapre rezilta de (2) ankèt teren.

Mo-kle : òf ak demann dlo, kote pou moun viv, katye sal, ODD, Kanaran.

I.2 - AKSÈ ABITAN KATYE KAFOU-FÈY (PÒTOPRENS) NAN SÈVIS DLO AK ANSENISMAN : KOUT-JE SOU SISTÈM FÒMÈL AK ENFÒMÈL

Anie Bras, Anne-Laurence Verret, Osnick Joseph

Anie BRAS se anseyan-chèchè nan « Université Quisqueya (uniQ) ». Li se direktris « Centre de Recherche et d'Appui aux Politiques Urbaines (CRAPU) ». Li nan tèt yon ekip rechèch nan uniQ ki enplike nan pwojè ewopeyen sou fonksyonman lavil nan tèt kole avèk « CODEV » ki nan « École Polytechnique Fédérale de Lausanne ». Li se espesyalis nan Anviwònman ak Pwòpte lavil e li pibliye plizyè batik sou sijè sa a. Li se manm Asosyasyon ayisyen « Fanm, Syans et Teknoloji ».

Anne-Laurence VERRET se achitèk, diplôme nan « Université Quisqueya (uniQ) ». Li gen yon Mastè nan Ibanis ak Amenajman nan « Institut National des Sciences Appliquées (INSA) / Lyon », ak yon « DPEA » nan Konstriksyon parasismik nan « Ecole Nationale Supérieure d'Architecture (ENSA) /Marseille ». Matmwazèl VERRET doctorante nan « Etudes Urbaines » nan « Ecole Doctorale Société et Environnement (EDSE) ». Li anseye nan depatman Achitekti a. Travay rechèch li a chita sou pwoblematik abita an Ayiti, kote li ap fè yon etid sou lojman nan kad rekonstriksyon sosyo-espasyal rejyon metwopolitèn Pòtoprens lan. Li ap fè tèt li a an altènans nan kad « Réseau d'Excellence des Sciences de l'Ingénieur de la Francophonie (RESCIF) », avèk « Centre de Recherche et d'Appui aux Politiques Urbaines (CRAPU) » nan « uniQ » avèk « Centre Coopération & Développement (CODEV) » nan « Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) ». Se Pwofesè Jean-Claude BOLAY (EPFL) ak Evens EMMANUEL (uniQ) ki dirije li. Li se manm Asosyasyon ayisyen « Fanm, Syans et Teknoloji ».

REZIME

An Ayiti, sèvis piblik debaz yo distribye nan yon kontèks kote popilasyon an ap ogmante, mete sou move kondisyon povrete sosyo-ekonomik ak ibanistik. Mwens pase 50% popilasyon an jwenn sèvis dlo potab ak asenisman, se youn nan to (pousantaj) mwayen ki pi ba nan Amerik Latin nan ak nan Karayib la. Nan Kafou-fèy, yon gwo zòn ki regwoupe yon seri katye defavorize nan komin Pòtoprens lan, ki genyen yon popilasyon ki depase 200 000 moun, sèvis piblik nan alimantasyon dlo ak asenisman rive jwenn moun yo avèk anpil difikilte. Sitiyasyon sa a gen konsekans sou kalite sèvis yo bay moun yo e sa fè sèvis piblik yo ofri moun yo pa distribye yon fason ki egal : lè sèvis sa yo egziste, yo rive kouvri yo kantite trè fèb nan mitan popilasyon an. Popilasyon oblije chèche lòt mwayen pou apwovizyone yo, an patikilye nan òf enfòmèl. Rezilta obsèvasyon dirèk avèk ankèt ki sèvi avèk kesyonè yo montre fanmi yo achte 132 lit dlo an mwayèn chak jou e sa koute 20% nan depans jeneral kay la. Sitiyasyon an preyokipe lespri moun anpil paske dapre done yo rekeyi sèlman yon moun (an mwayèn) ki genyen yon salè nan chak fanmi alòske kantite mwayèn nou ka jwenn nan yon fanmi se senk (5) moun. 45% nan sa ki jwenn dlo DINEPA lakay yo a abitye achte dlo lakay moun pou yo ka konble mank nivo distribisyon DINEPA a kite. Se pa 'tout' fanmi yo ki pakab peye òf enfòmèl la, men demann ki atire òf sa a soti nan rapò kapasite pou 'acha-distans' oswa yon chwa 'entè-tanporèl' ki soti nan bezwen pou yo satisfè a avèk dèle li ki mennen fanmi yo panche pou yon konsomasyon ki pi chè yo ka jwenn sou-la-men tan pou yo ta rete tann yon konsomasyon ki gen pou vini epi ki mwen chè.

Mo-kle : Katye defavorize, sistèm fòmèl, sistèm enfòmèl, dlo potab ak asenisman.

II - KALITE MIKWOPYOLOJIK E FIZIKO-CHIMIK DLO POU MOUN SÈVI

II.1 - KONTAMINASYON MIKWOPYOLOJIK NAP-DLO YO AVÈK « OOCYSTES DE CRYPTOSPORIDIUM » AN AYITI. EVALYASYON RISK POU SANTÉ POPILASYON AN

Ketty Balthazard-Accou

Ketty BALTHAZARD-ACCOU PhD., se anseyan-chèchè nan Fakilte Syans pou Enjényè ak Achitekti nan « Université Quisqueya » kote li anseye chimie jeneral, chimie anviwònman, byoloji ak mikwobyoloji. Li se responsab Laboratwa chimi nan inivèsite a tou. Li espesyalis nan Syans anviwònman, espesyalman nan tretman mikwobyoloji dlo, evalyasyon risk sanitè, evalyasyon risk anviwònman. Li pibliye plizyè atik nan domèn sa a. Li se manm Asosyasyon ayisyen « Fanm, Syans et Teknoloji ».

REZIME

Kontaminasyon ekosistèm akwatik natirèl yo avèk *Cryptosporidium parvum* tounen yon gwo preyokipasyon pou sante moun ak anviwònman an prensipalman nan peyi ki ap fè jefò pou devlope yo. « *C. parvum* » se yon pwotozowè mekan ki atake entesten yon seri zannimo sovaj ak domestik. Yon seri espès atake moun, sa mennen yo devlope maladi syantifik rele « kriptosporidyoz ». Kontaminasyon an soti nan manje oswa dlo ki enfekte ak owosis. An Ayiti, yo jwenn owosis kriptosporidyòm nan plizyè vil nan dlo-poze ak nan dlo moun ap sèvi. Nan dlo anba tè nan zòn Okay yo egzaminen soti youn rive 989 owosis nan 100 lit dlo. Rezilta etid sa yo montre yon wo nivo polisyon avèk prezans owosis kriptosporidyòm nan dlo-poze ak nap-dlo. Kon sa, resous dlo ki kontamine avèk owosis se prensipal risk pou timoun ak moun sistèm defans yo fèb anpil. Nan sans sa a, li nesesè pou nou evalye risk byolojik pou popilasyon ki konsome dlo kontamine sa a. Objektif etid sa a se prezante: (i) diferan etap ki pèmèt nou evalye risk pou sante moun ki konsome dlo ki soti nan sous yo; (ii) rezilta aplikasyon pwosedi sa a sou nap-dlo Okay, yon vil nou jwenn nan blòk sidwès Ayiti. Pwosedi a chita sou yon esperyans ki dekri egzistans yon sous fatra sovaj kote yo pa ni idantifye ni trete « ligziviyat » yo. Dechè yo an kontak dirèk avèk atè a epi yo suiv menm mòd transfè pou ale nan sous yo. Anplis, latrin yo, fòs septik yo, ki ap jete dechè pou pou nan zòn ki ap souse yo nan matris jewolojik la, patisipe nan koz yo tou. Yo kalkile estimasyon risk yo pou de (2) gwoup popilasyon ki espoze a sitiyasyon sa a: yon sistèm defans kò yo febli anpil ak yon sistèm defans kò li fò anpil. Jan nou te kapab panse, yo dekouvri yon gwo risk pou moun sistèm defans kò yo febli anpil yo.

Mo-kle : *nap-dlo, kontaminasyon mikwobyolojik, sante, risk byolojik, evalyasyon risk, kriptosporidyòm spp.*

II.2 - DISTRIBISYON MIKWOWÒGANIS KI BAY MALADI NAN RÉSOUS DLO NAN REJYON METWOPOLITÈN PÒTOPRENS LAN

Elmyre Clervil et Ketty Balthazard-Accou

Elmyre CLERVIL se yon enjényè civil ki genyen yon diplòm Mastè nan « ekotoksikoloji, anviwònman ak jesyon dlo » nan « Université Quisqueya ». Li ap travay depi plis pase 7 an nan domèn jesyon dlo an Ayiti. Li doktora nan lekòl doktora Sosyete e Anviwònman. Li ap rayalize rechèch li yo nan kad « Laboratoire de la qualité de l'eau et de l'enseignement (LAQUE) » nan « Université Quisqueya ». Rechèch li konsène espesyalman mikwobyoloji dlo, – pwosede tretman dlo ak evalyasyon anviwònman an. Li se manm Asosyasyon ayisyen « Fanm, Syans et Teknoloji ».

REZIME

Maladi ki gen rapò ak kontaminasyon anviwònman avèk mikwowòganis yo anpil nan peyi ki ap fè jefò pou yo devlope yo, espesyalman sila ki soti nan kèk bakteri, viris ak pwotozowè yo jwenn nan dlo. Men, majorite eleman ki bay maladi nou jwenn nan dlo yo bwè oswa yo sèvi pou diferan bezwen moun, pou benyen, oubyen pou aktivite lwazi soti nan pou pou oswa bèt. Enpak enfeksyon sa yo fò anpil nan mitan popilasyon sa yo. An Ayiti, kontak popilasyon an avèk mikwowòganis ki bay maladi e evalyasyon risk byolojik ki soti ladan yo mennen kèk espesyalis fè plizyè etid. Risk pou moun kontamine avèk mikwòb ki soti nan pou pou wo anpil, plis pase nenpòt lòt kote. Nan Pòtoprens an patikilye, yo analize yon nimewo pi pwobab (NPP) 700 « kolifòm » yon mikwòb ki soti nan pou pou pou 100 lit nap-dlo. Valè sa yo ki siperyè 0 NPP/100ml dlo montre gen yon danje mikwobyolojik pou sante konsomatè yo ki gen rapò ak dlo yo ap sèvi. Objektif travay sa a se etidye pandan sezon sèk ak sezon lapli nivo kontaminasyon dlo moun ap sèvi, dlo-poze ak nap-dlo nan rejyon metwopolitèn Pòtoprens lan. Yo etidye prensipal eleman kontaminasyon yo (bakteri, viris ak pwotozowè) nan kanpay prelèvman nan dlo yo te fè nan diferan zòn nan rejyon metwopolitèn nan. Yo jwenn « 250 UFC/100ml de *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* *Salmonella typhosa*, *Streptococcus faecalis* » nan echantyon yo te etidye a. Yo detekte yon seri owosis kriptosporidyòm soti 6 rive 233 nan 100 lit dlo. Yo detèmine prezans adenoviris, polimaviris epatit E ak A avèk nowoviris nan prensipal resous dlo nan zòn metwopolitèn nan. Li ta enpòtan pou yo ta chèche mennen etid la sou yon pi gwo popilasyon pandan yo ap entegre « *Vibrio cholerae* » a pami eleman yo ap obsève yo. Nan kontèks jewografik Ayiti a, kote tanperati a favorize devlopman ak kwasans jèm ki bay maladi, li nòmal pou monte kèk kolaborasyon syantifik sou mikwobyoloji dlo dous kote yo ap lanse yon pwogram rechèch san fòskote ki vize tablisman yo obsèvatwa sou kalite mikwobyolojik resous dlo dous nan yon seri gran vil nan peyi a.

Mo-kle : *bakteri, pwotozowè, viris, mikwowòganis ki bay maladi, mikwobyoloji akwatik, resous dlo, RMP.*

II.3 - KARAKTERIZASYON FLIYÒ AVÈK ASENIK NAN DLO POU MOUN SÈVI NAN ZÒN METWOPOLITÈN PÒTOPRENS LAN

*Franciot Wanelus, Ketty Balthazard-Accou,
Vincent Debbaut et Evens Emmanuel*

Franciot WANELUS se yon enjényè-agwonòm ki genyen yon diplòm Mastè nan Syans ak Jesyon Anviwònman nan peyi ki ap fè jefò pou yo devlope yo nan « Université de Liège (ULg-Belgique) ». Rechèch li konsène « Karakterizasyon fliyò avèk asenik nan dlo pou moun sèvi », sou direksyon Doktè Ketty BALTHAZARD-ACCOU avèk Pwofesè Evens EMMANUEL. Li fè memwa Mastè a nan « Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement (LAQUE) » nan « Université Quisqueya (UNIQ-Haïti) » e nan « Laboratoire des Ressources Hydriques » nan Fakiltè Syans nan « ULg ».

REZIME

Sibstans ki pa òganik ki soti nan lanati epi yo jwenn nan dlo pou moun sèvi kapab, dapre kantite yo, gen move efè sou sante moun. Yo kapab bay plizyè maladi kwonik ki gen pou wè ak newòn, kansè, kè, mete sou lòt maladi konplike yo pa tèlman etidye. Pami sibstans ki pa òganik sa yo, nou jwenn fliyò ak asenik toupatou nan anviwònman an. Plizyè milye moun soufri maladi ki soti nan kontaminasyon ase-
nik ak fliyò nan anpil peyi nan lemond. Nou jwenn yo anpil nan nan-dlo.

Manifestasyon klinik entoksikasyon kwonik asenik ki pa bay kansè konsènen pigman-
tasyon ki nan nivo ki pi ba ak pigmantasyon ki nan nivo ki pi wo, keratoz, tansyon,
maladi kè ak dyabèt. Done epidemyolojik yo montre sante konsomatè yo pa pwoteje
kont konsantrasyon ki pi wo pase 50 µgAs/l nan dlo potab. Valè asenik nan dlo potab
ki pi ba OMS rekòmande se 10 µg/l.

Fliyò a endispensab pou lavi moun. Li patisipe nan fòmasyon zo ak dan nou e li jwe
yon wòl nan solidifikasyon yo. Dlo pou bwè se prensipal sous alimantasyon fliyò pou
òganis moun. Kantite maksimòm fliyò nan dlo pou bwè soti 1 rive 1.5 ppm. Yon kan-
tite fliyò ki fèb nan dlo pou bwè (mwens pase 0.5 ppm) kapab pwovoke devlopman
kari (twou) nan dan moun ak rediksyon mineralizasyon zo ak dan yo. Men tou, yon
konsantrasyon ki siperyè 1.5 ppm kapab fè yon moun trape maladi yo rele fliyowoz
la nan zòn andemik ak nan zòk ki pa andemik yo. An Ayiti, done sou polisyon asenik
nan dlo ra anpil. Enfòmasyon ki disponib sou prezans fliyò nan resous dlo nan zòn ki
genyen dlo yo nan santsid peyi a montre genyen yon konsantrasyon fliyò ki soti 0 pou
rive 2 mg/l. Se yon wo nivo risk fliyowoz ki soti 120 rive 849 pou 100 000 abitan yo
kalkile pou zòn Kabarè ak Akayè.

Objektif travay sa a se karakterize fliyò ak asenik nan diferan pwen dlo sou rezo
DINEPA nan rejyon metwopolitèn Pòtoprens lan. Soti 29 mas rive 4 avril 2016, yo
reyalize yon kanpay prelèyman nan senk (5) pwen dlo (4 sous ak yon pi) nan twa
komin RMP. Rezilta kanpay sa a montre dlo pou moun sèvi nan RMP genyen yon
konsantrasyon fliyò soti 0.1 rive 0.32 mg/l e soti 0.11 rive 0.28 µg/l pou asenik la. Fòk
yo ta chèche verifye rezilta sa yo pandan yo konsidere yon karakterizasyon ki kouvri
sezon sèk ak sezon lapli epi etidye rapò ki kapab genyen ant fliyò ak asenik e evalye
risk sa ka genyen ou sante konsomatè yo.

Mo-kle : *fliyò, asenik, dol pou moun bwè, sante piblik, risk sanitè, RMP.*

III - ENPAK DLO SAL LAVIL YO GENYEN SOU EKOSISTÈM AKWATIK YO

III.1 - EVALYASYON RISK EKOTOKSIKOLOJIK METAL LOU YO SOU KONTNI DLO SAL LAVIL YO NAN LAKÒT PÒTOPRENS

Arnoux Lefranc, Evens Emmanuel et James Féthière

Arnoux LEFRANC se yon chirijyen-dantis diplome nan Fakilte Odontoloji nan Inivèsite Leta Ayiti a. Li ap fè yon metriz nan syans edikasyon, espesyalite byoloji ak syans lavi nan « Institut des Sciences, des Technologies et des Études Avancées d'Haïti (ISTEAH) ». Li ap travay sou evalyasyon risk ekotoksikolojik metal lou nou jwenn nan dechè lavil yo sou ekosistèm lanmè a sou direksyon pwofesè Evens EMMANUEL (Université Quisqueya) ak pwofesè James FÉTHIÈRE (Université de Montréal ak ISTEAH ki tou direktè syantifik nan IniXium).

REZIME

Youn nan pi gwo pwoblèm moun nou ap viv ladan jodi a se pwoteksyon an-vivònman an. An Ayiti, kesyon pwoteksyon zòn akwatik yo neglije anpil. Oubyen, yo pa ni idantifye ni pran ase mezi ki gen pou wè ak sa. Move jesyon dechè lavil yo mennen nan kontaminasyon resous dlo yo. Pi souvan, yo jete dechè sa yo nan zòn yo mete la pou sa san yo pa trete yo anvan. Yo mezire yon konsantrasyon 500 µg/l XXX^e 700 µg/l Pb nan izin penti Pòtoprens yo. Anplis, yo idantifye yon konsantrasyon DCO (611 mg/l), kwòm (234 µg/l), nikèl (128 µg/l) ak plomb 31 µg/l nan dechè ki soti nan lopital ki nan Pòtoprens yo. Kon sa, nou ap asiste akselerasyon polisyon nan lakòt Pòtoprens lan avèk metal lou, sa ki degrade ekosistèm lanmè a. Metal lou sa yo kapab afekte lavi eleman ki la pou nourri sediman yo, kwasans ak rejenerasyon selil yo, ajoute sou mouvman repwodiksyon ak potansyèl fotozentèz òganis ki ap viv nan lanmè yo. Objektif travay sa a se evalye risk ekotoksikolojik (ERE) metal lou nou jwenn nan dechè lavil yo sou òganis akwatik nan lakòt Pòtoprens yo. Kèk etid kolekte e analize enfòmasyon ki disponib sou orijin Cu, Pb ak Ni nan dechè lavil Pòtoprens avèk efè yo sou alg (*Asterionella glacialis*, *Asterionella japonica* et *Isochrysis galbana*) yo avèk krsitase yo (*Cancer anthonyi* et *Mysidopsis intii*). Pou detèminasyon PEC la, nou apiye sou faktè dilisyon 1157 yo itilize nan literati syantifik ki disponib sou Pòtoprens nan kesyon konsantrasyon maksimal pou ajan ki bay estrès yo. NOEC (konsantrasyon ki pa gen efè nou ka obsève), polyan nou idantifye yo, obeyi yon faktè sekirite 500 pou pèmèt yo evalye PNEC la. Yo sévi avèk apwòch sibstans ERE a, ajoute sou rapò PEC/PNEC pou karakterize risk yo. Rezilta yo detèmine yon seri kosyan risk ki siperyè 1. Rezilta sa yo montre kèk òganis ki ap evolye nan lakòt Pòtoprens kapab sibi gwo risk ekolojik. Li enpòtan pou yo konfime rezilta sa yo e amelyore metodoloji yo itilize a: (i) òganize plizyè kanpay prelevman echantiyon dechè lavil nan Pòtoprens pou analiz nan laboratwa; (ii) kolekte enfòmasyon sou evolusyon toksisite polyan yo sou yon long dire sou òganis nou sible yo; (iii) idantifye e esperimente kèk pwosede ki va pèmèt yon jesyon risk yo ki pi efikas.

Mo-kle : *risk ekotoksikolojik, metal lou, dlo sal lavil, Asterionella glacialis, Isochrysis galbana, Cancer anthonyi, Mysidopsis intii, lakòt Pòtoprens.*

IV - EPIRASYON DLO SAL LAVIL E JESYON RISK ANVIWÒNMANTAL

IV.1 - UTILIZASYON BAGAS KANN NAN DEPOLISYON DLO SAL LAVIL YO

David Noncent et Osnick Joseph

David Noncent se chimis, nòmalyen siperyè. Li gen yon Mastè nan chimi epi nan mikwobyoloji dlo. Li doktoran nan « Ecole Doctorale Société et Environnement (EDSE) », ki atache ak « Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement (LAQUE) » nan « Université Quisqueya ». Li fè rechèch li yo nan domèn chimi dlo fin sèvi e sou pwosede pou trete yo.

Osnick JOSEPH anseyan-chèch nan « Université Quisqueya ». Li genyen yon doktora nan Syans anviwònman. Li se direktè « Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement (LAQUE) ». An me 2010, li patisipe nan kreyasyon Mastè pwofesyonèl nan administrasyon ak jesyon sistèm apwovizyonman dlo potab ak asenisman nan « Université Quisqueya ». Depi 2010 li ap anseye sou polisyon dlo nan Fakilte Syans nan Inivèsite Leta Ayiti et «Entwodiksyon nan Syans anviwònman nan « Université Quisqueya (uniQ) ». Li se manm fondatè Akademi ayisyen pou Lasyans.

REZIME

An Ayiti, pi souvan, yo jete dechè lavil (lakay oswa endistriyèl) nan ekosistèm akwatik yo san yo pa trete yo anvan. Nan matris sa yo nou jwenn sibstans chimik: sa ki pi enpòtan yo se metal lou, konpoze òganik, nitrat ak fosfat san bliye zanma medikaman. Nan rejyon metwopolitèn Pòtoprens lan (RMP), kote ki pa gen okenn estasyon epirasyon, nou jwenn gwo konsantrasyon NO_3^- (23 mg/l), PO_4^{3-} (62 mg/l), DCO (1500 mg/l), Pb (1670 µg/l), Hg (105 µg/l) nan dechè lavil yo. Jete polyan yo nan ekosistèm akwatik yo pwovoke yon seri chanjman nan konpozisyon kominote byotik yo. Yon seri pwosede pou depolisyon dlo moun fin sèvi, an patikilye kote yon seri materyo kenbe sibstans likid vin devlope sa ki pèmèt yo redui oswa elimine kapasite dechè lavil sa yo pou polye anvan yo al mouri kous yo nan zòn ki fèt pou sa. Sepandan, devlopman pwosede sa yo patikilyèman nan peyi ki ap fè jefò pou yo devlope yo ('PED' an franse) koute anpil lajan. Nan kouran dènye dizèn ane sa yo, yo reyalize plizyè travay nan PEB sou adsòpsyon ki pèmèt yo idantifye epi devlope yon seri byosòban apati dechè agrikòl ki pa koute chè pou depolye dechè lavil yo. Travay fiziko-chimik materyo yo sèvi nan LAQUE sou bagas kann yo mennen nou konsidere materyo eponj sa a kòm byosòban pou tretman dlo sal yo. Yo jwenn yon kapasite byosòpsyon soti 0,09 mmol/g rive 0,12 mmol/g pou Cu^{2+} e 0,029 mmol/g rive 0,09 mmol/g pou Pb^{2+} pou analiz yo fè sou bagas kann nan. Apati materyo sa a, chabon aktif la pwodui yon sifas espesifik ki varye soti 1242 m²/g rive 1502 m²/g avèk yon volim pò yo ki kapab varye soti 0,69 cm³/g rive 1,6 cm³/g. Objektif travay sa se reyalize yon nivo konesans sou efikasite bagas kann nan depolisyon dechè ki genyen anpil metal lou ladan yo.

Mo-kle : *metal lou, bagas, byosòban, chabon aktif, depolisyon dedhè endistriyèl, Ayiti.*

SESYON ZAGWOM - ZÒN ATELYE GWO-MÒN

V - JESYON DECHÈ: AMELYORE KONDISYON LAVI ATRAVÈ RESTORASYON AK PREZÈVASYON ANVIWÒNMAN AN

Prezantasyon sesyon an

Dr Pascale Naquin, Prezidan sesyon an et Direktris CEFREPADE

Dr Rémy Bayard, anseyan-chèchè nan « INSA de Lyon », Presidan CEFREPADE

Sesyon sa a gen objektif dekouvri kòman kat (4) enstitisyon (2 ki Ayiti, 2 ki an Frans) rive konjige jefò yo ansanm avèk mèg mwayen yo genyen pou amelyore kalite lavi popilasyon ki ap viv nan kondisyon difisil, atravè restorasyon ak prezèvasyon anviwònman an.

RÉSUMÉ :

Devlopman ap make pa sou plas. Solisyon yo pwopoze Ayiti yo pa reponn atant popilasyon an ki plis chwazi rejte pwojè ONG yo, sèvis koperasyon yo ak òganis entènasyonal yo ki souvan enpoze Ayiti jan yo wè reyalite ak jan yo abitye rezoud pwoblèm yo kote yo pa tèlman konsidere sa moun ki nan bezwen yo vle toutbon vre. Yo fè anpil konferans entènasyonal sou èd pou devlopman, devlope gwo pwojè ki gen gwo bidjè. Yo anplwaye anpil fonksyonè, yo monte gwo biwo etid, men, konkrètmàn, sou teren an, moun yo pa wè anyen ki chanje: ou ta di yo pa sou bon wout la. Nou pèdi twòp tan. Nou dwe chanje fizi nou zèpòl, nou dwe inovè...

Depi finisman 2008, CEFREPADE, Universitè Quisqueya ak INSA Lyon akonpaye yon esperimantasyon jesyon desantralize dechè sou yon ti echèl nan Site Solèy, nan Sant Jean-Christophe Fernandes nan « Athlétique d'Haïti ». Jodi a, se nan Kap-Ayisyen, nan Limonad prezizeman nou ap akonpaye kreyasyon yon sant pou triye epi konsève dechè. Men depi 2012, nou deside konsantre jefò nou nan Gwomòn kote nou travay avèk lameri ak AOG, Association des Originaires de Grande Plaine, yon asosyasyon kominotè peyizan ki genyen menm anbasyon an avèk nou: patisipe ansanm avèk popilasyon an nan yon seri inisyativ ki pa fè anpil bwi, ki pa mande gwo bidjè epi ki egzije solidarite manm kominote a. Sa montre nou kapab fè anpil bagay avèk yon tikras mwayen.

Nan pwojè sa yo, devlopman an santre sou amelyorasyon kondisyon lavi popilasyon yo, sitou sa ki pi defavorize yo. Èske kreye richès pou yon pi bon enplikasyon nan pwoteksyon anviwònman an, restorasyon ak pwoteksyon ekosistèm yo pa ta kapab pi bon wout pou mennen nou devlopman?

Avèk divès kalite pwojè esperimantal li yo, pwogram sa a vize montre yon bon jesyon milye natirèl yo (dlo, latè, lè, byodivèsite) kapab fasilite amoni nan devlopman agrikilti, elvaj, touris pou yon popilasyon kote yo garanti edikasyon, sekirite alimantè, lasante, bezwen nan domèn enèji.

Nan kad Zòn atelye Gwomòn nan, prensipal objektif yo se:

- Fasilite disponiblite resous dlo
- Pwoteje tè ki bon pou agrikilti yo pandan y ap itilize yon seri pratik agwo-ekolojik
- Fasilite tout moun jwenn asenisman nan zòn andeyò yo
- Jere dechè avèk ti kal mwayen yo genyen yo

Premye pwojè yo konsène òganizasyon jesyon dechè nan vil Gwomòn, plasman twalèt ekolojik ak tretman fatra, itilizasyon enèji solè, amelyorasyon disponiblite dlo pou alimante yon vilaj e kreye yon pepinyè pou rebwazman yon zòn ak pwoteksyon teren ki gen dlo a.

V.1 - PREZANTASYON AKTIVITE AOG YO, ASOSYASYON KOMINOTÈ PEYIZAN GRAN PLÈN

Audalbert Norvilus

Depi ane 90 yo, AOG deplwaye aktivite li yo nan komin Gwomòn an favè rebwazman ak amelyorasyon kondisyon lavi popilasyon lokal yo. Anbisyon li ak jan li fonksyone konvenk CEFREPADE, uniQ ak INSA Lyon ki deside travay avèk li kote yo kreye Zòn Atelye sa a.

REZIME

AOG (Asosyasyon Orijinè Gran Plèn, komin Gwomòn), yon asosyasyon kominotè peyizan ki genyen 850 manm aderan ap travay nan kominote a selon nivo mwayen li genyen depi kreyasyon li an 1992. Se sandout fonksyonman demokratik li ki chita sou lavni (plizyè komisyon pou desizyon kote chak moun gen dwa lapawòl, yon gwoup jèn pou prepare larelèv ...) ki fè asosyasyon an aktif konsa jodi a. Lè li kreye preme sant entènèt ayisyen nan zòn andeyò, lè li konstwi wout avèk mwayen konbit (chantye kominotè benevòl ki rasanble plizyè santèn moun), asosyasyon an ede dezanklave komin nan.

Sou inisyativ premye rezo lekòl vèt (65 lekòl jounen jodi a), li fè edikasyon pou restore ak pwoteje anviwònman an yon priyorite pou fasilite chanjman mantalite moun yo. Reyalite rebwazman lokal la ki kòmanse depi plizyè lane gras ak rezo a men tou gras ak mobilizasyon popilasyon yo se temwayaj efikasite aksyon yo. Nou ap monte kounye a yon pwojè ki fò toujou: rebwaze tout teritwa a, sa ki esansyèl pou renouvèlman sous dlo yo ki fin sèk, gras ak kreyasyon rezèv dlo avèk mizanplas yon pepinyè. Anplis rebwazman an, AOG ap travay pou irige tè pou agrikilti pandan li ap mete yon seri ponp solèy anplas, devlope elvaj pou peyi, fòme teknisyen ki ap fè chabon pou pèmèt yo pi byen jere resous la.

Aprè plis pase 20 lane aktivite, AOG prepare yon estrateji evolisyon sou konstriksyon yon sant pou akeyi moun e pou fè fòmasyon. Li va fasilite fòmasyon ki disponib yo (sitwayènte, api teknik e pedagogik pou lekòl, agrikilti, anviwònman) e li va pèmèt yo devlope nouvo pwogram fòmasyon (devlopman lavil ak agrikilti dirab). Zòn demonstrasyon ki egziste deja ajoute sou sa nou dwe ranfòse va pèmèt aprantisaj avèk obsèvasyon, echanj esperyans avèk pratik.

AOG avè CEFREPADE ap kolabore depi 2011 sou yon pwogram yo rele « Zòn Atelye Gwomòn » kote, gras avèk pratik, yo rive nan yon nivo devlopman dirab retitoryal entegre.

V.2 - JERE DECHÈ MINISIPAL YO NAN TI VIL AK MWAYÈN VIL YO: KI APWÒCH NOU KA ANPLWAYE ? EGZANP VIL GWOMÒN.

Joaneson Lacour

Joaneson LACOUR se enjényè-agwonòm. Li gen yon metriz nan Syans anviwònman, yon doktora nan chimi anviwònman. Li anseyan-chèchè nan « Université Quisqueya » e nan Inivèsite Leta Ayiti. Li se manm fondatè Enstiti ayisyen pou Enèji. Li reprezante CEFREPADE (yon rezo ekspè fran-kofòn nan asenisman, dechè, anviwònman ak enèji) an Ayiti. Li prezidan Konsèy administrasyon Wastek S.A., yon biwo sévis ak inovasyon nan jesyon entegre anviwònman ak dechè. Li se kòdonatè nasyonal pwogram « Re-Sources » an Ayiti. Li konsiltan bò kote gouvènman ayisyen an ak kèk ONG sou kesyon estrateji jesyon ak mekanis valorizasyon matyè ak enèji dechè solid yo.

Ti vil ak mwayèn vil yo nan peyi ki ap fè jefò pou yo devlope yo pa gen mwayen pou jwenn solisyon pou jere dechè yo. Nan vil Gwomòn, nou ap chèche ansanm kèk solisyon ki pa koute anpil lajan nou kwè ki kapab pèmèt apre yon sèten tan yo rive elimine diferan depo sovaj nou jwenn divès kote nan vil la.

REZIME

Anpil ti vil ak mwayèn vil nan peyi ki ap fè jefò pou yo devlope yo, vil Ayiti yo viv menm esperyans lan, pa benefisye okenn koutmen nan koperasyon entènasyonal, nan ONG, biwo etid, bayè yo pou mete yon jesyon dechè yo anplas. Yo santi yo responsab men yo lage de bra balanse devan kalte pwoblèm sa a. Feblès resous finansye yo sanble yon obstak yo pa ka deplase pou rive jwenn yon solisyon alòske souvan pwoblèm nan se yon mank konesans solisyon posib ak yon mank metòb.

CEFREPADE avèk uniQ, nan mwa jiyè 2013, pwopoze bay yon ventèn reprezantan kolektivite ak asosyasyon ayisyen yon fòmasyon teyorik e pratik sou 5 jou. Anpil moun te manifeste volonte pou yo patisipe ladan. Pandan fòmasyon sa a, nou montre jesyon dechè yo bezwen premyèman volonte sitou politik, òganizasyon avèk bon sans, anvan mwayen finansye yo ki kapab pi fèb pase sa yon moun ta ka panse.

Mete zouti sa yo annèv mande pou nou fòme, piti kou l ye, sila yo ki dwe anime pwosesis la. Gendwa se pèsònèl teknik kolektivite yo, manm asosyasyon lokal oswa senp abitan ki swete enplike tèt yo aktivman nan chèche solisyon ki konfòm ak kontèks la. Fòmasyon sa yo disponib an Ayiti jounen jodi a, premye a, ane sa a, ap fèt nan Nò peyi a.

Patnè platfòm « Re-Sources » (finansman UE, pwogram Africompost AFD FFEM, ADEME ak patnè yo) mete tèt yo ansanm pou travay pou konstwi zouti metodolojik ak teknik ki dwe pèmèt tout kolektivite oubyen asosyasyon yo òganize jesyon dechè yo sou teritwa yo a. Yo esperimante zouti sa yo ki chita sou patisipasyon sosyete sivil la, sou fòmasyon, demonstrasyon depi plizyè ane nan komin Gwomòn e yo sanble bay rezilta yo t ap tann nan peranmezi: ranmasay dechè fanmi yo triye davans, kreyasyon ti platfòm nan katye yo pou valorize dechè yo ranmase yo plis toujou (triyay materyo ki ka resikle, prepare konpòs), idantifikasyon yon espas ki reponn pou sèvi dechay pou jete fatra... Yo prevwa yon premye evalyasyon esperimantasyon sa a nan mitan ane 2017 la.

PLENARY - CONTRIBUTION OF UNIVERSITY RESEARCH TO THE UNDERSTANDING OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE WATER STRESS IN HAITI

Water in Haiti: threatened Resources and vulnerable ecosystems
Evans Emmanuel

SUMMARY

This work provides a brief overview of the contribution of university research to the understanding of qualitative and quantitative water stress in Haiti. It focuses on the fragility of the aquatic ecosystems as well as the threats to which are exposed the water resources of the country. The works presented in this plenary, allow concluding that the water scarcity in Haiti is not only linked to the availability of resources. This scarcity seems to be primarily a management problem that the majority of the Haitian population and the general geophysical environment of the countries are confronted. These works are articulated around four main axes. The first axis concentrates on the problem of the water in the precarious districts of the metropolitan region of Port-au-Prince. The second axis approaches the question of the microbiological and physicochemical quality of the water intended for the human consumption. The third axis presents the impacts of the urban effluents on the aquatic ecosystems. The fourth axis is dedicated to the treatment of the urban effluents and the management of environmental risks. This organization is important because it facilitates a better interpretation of the various data collected and processed in these works on the water in Haiti. It again raises the need to approach the management of the country environment in a holistic and multidisciplinary approach. The verification of the results presented in this plenary, and their application in different temporal and spatial scales, can considerably contribute to the reduction of the hydrosocial and environmental risks, and ultimately improve the health and the living conditions of the population.

Keywords: *water stress, water in Haiti, threatened resources, fragile ecosystems, water management.*

III. CONTEXT OF THE PLENARY

Water, federative element of any community of users, is essential to the life of living organisms and to the functioning of the ecosystems [1]. It is one of the common goods that are at the heart of the foundation of community life [2, 3]. Indeed, the first human civilizations emerged around water points as the large valleys bordering the Nile, the Indus, the Euphrates and the Yangtze, the where subsistence farming could be turned into surplus agricultural economy [2]. Constituting a complex and fragile environment, at the same time a resource and an ecosystem, water is an essential factor without possible substitute in almost all the activities of production and consumption of the human species [3].

Of the origin of the first human establishments up to the first half of the twentieth century, the natural ecosystems expressed, by self-purification and dilution, their capacities to absorb the ecological damages, due to the double process of « appropriation-dispossession » which characterizes all technical activity [4], and to stabilize the

rejections resulting from the demography, from the industrialization and from the economic development. However, the uncontrolled growth of the human population, and the technological and economic expansion have caused a considerable increase in the demand for natural resources of the planet, especially the fresh water resources (surface and groundwater). This increased demand in goods and services makes difficult the preservation of the natural balance of the ecosystems [5]. Indeed, the production of goods and services, thus the implementation of human activities with a rational use or not of the material, requires the mobilization of natural resources (exploitation of natural environments) [6]. However, the chains of human activities generate solid waste, liquid waste and gaseous effluents and cause therefore transfers of pollutants into natural environments that can compromise the biological balance of aquatic ecosystems in particular [5, 6].

Today, the inadequacy between increasing water demand and the availability of the resources, both quantitatively (reduced flows, drying up of springs and rivers, etc.) and qualitative (salinisation due to overexploitation, contamination of surface and groundwater by wastewater and solid waste), gives birth to real conflicts. As underlines it Naiman [7] «the conflicts related to water availability represent serious threats to the vitality of the human society. Understand the capabilities and limitations of the fresh water are a major challenge for science as well as for society» [7].

In 2010, UNEP has argued that « One of the main challenges facing the countries today is to find ways to ensure that people and the environment have adequate freshwater resources to maintain and support their existence » [8]. «Today, one third of the humanity lives in a « water stress » situation, with less than 1,700 cubic meters of fresh water available per capita per year. Fresh water is a scarce commodity. Nevertheless, on the scale of the planet, it seems not to be missed: approximately 40,000 cubic kilometers of fresh water flow each year on the emerged lands, which, shared between 6 billion people living on Earth, should provide 6,600 cubic meters of fresh water to everyone. Nine countries only share 60% of the world's fresh water: Brazil, Russia, the United States, Canada, China, Indonesia, India, Colombia and Peru » [9]. By analyzing the social interfaces and the water availability, Naiman [7] considers that « in 30 years, the world population will increase from 30 to 35%, while the available water will only increase by less than 10%. The human appropriation of water will be 70% of that available in 30 years. What will there be environmental requirements? In 2025, the population of the countries being already in water stress will increase of 6 times. Most of these countries will be obliged to import food «[7], and perhaps drinking water.

With 11.1 million inhabitants, of whom 53,5 % are in urban areas [10], a potential in renewable water estimated between 12 and 14 billion cubic meters per year [11, 12], Haiti is already facing a water stress [13, 14]. Moreover, the degradation of watersheds has negative effects on the regulation of the flow of spring waters, rivers and groundwater recharge [15]. The groundwater resources of coastal aquifers, particularly those of the Plaine of Cul-de-Sac, are contaminated by salty water from the sea [16, 17]. Wastewaters generated by the various human activities are rejected most of the time in the aquatic ecosystems without any preliminary treatment [18, 19]. This synthesis on these few particularities of the hydrological and hydrosocial cycles in Haiti highlights not only several elements of the crisis of development of the country, but also the absence of harmony that exists in the public policies, more particularly between economic development, environmental management and human health.

Between the state of water stress, the problem of access to drinking water (especially in shantytowns), the discharge of wastewater into aquatic ecosystems and the absence of a national policy of water resource management water, the presenters think that it is important to have a new debate on the water in the country today. How the scientists, the civil society and the public authorities can together approach the problem of water security in Haiti, and try, from observation and experience, provide solutions to challenges that threaten the country?

UNESCO [20] defines « water security » as « the capacity of a population to protect the access to sufficient quantities of water of acceptable quality to maintain durably health of humans and ecosystems on the scale of a hydrological watershed, and to ensure an effective protection of the life and the properties against the risks related to water ».

In a context of water stress, at the same time quantitative and qualitative, of absence of environmental policy and water resource management, juxtaposed with difficult socio-economic situations often generalized, what are the variables that Haitian researchers will they have to retain in order to develop the model of management that must allow to mitigate the water crisis in Haiti?

Université Quisqueya brings in this plenary on the water, 7 works distributed in 4 presentations under the form of poster and 3 oral presentations. These works deal with: water in slum neighborhoods, the microbiological and physicochemical quality of the water intended for the human consumption, the impacts of urban effluents on the aquatic ecosystems, the treatment of the urban effluents and the management of environmental risks. These crucial aspects of the water crisis are addressed by the researchers as follows:

1. Yolette Jérôme and Evens Emmanuel address the issue of water in shantytowns in Port-au-Prince: analysis of the offer and demand in Canaan.
2. Anie Bras et al. analyze the access of the local residents of Carrefour-Feuilles (Port-au-Prince) to water and sanitation services: Crossing Viewpoints on the formal and informal systems.
3. Ketty Balthazard-Accou presents the health risk assessment of *Cryptosporidium* in groundwater: Case study from Les Cayes, Haiti.
4. Elmyre Clervil and Ketty Balthazard-Accou analyze the distribution of the pathogenic microorganisms in the water resources of the Metropolitan Region of Port-au-Prince.
5. Franciot Wanelus et al. present the physicochemical characterization of fluoride and arsenic in water intended for human consumption in the metropolitan area of Port-au-Prince.
6. Arnoux Lefranc et al. Ecological Risk Assessment of heavy metals in urban effluents on the bay of Port-au-Prince.
7. David Noncent and Osnick Joseph use the bagasse from sugar cane in the treatment of urban effluents.

IV. CONCLUDING REMARKS

The purpose of the plenary session was to present a summary of the contribution of university research to the understanding of qualitative and quantitative water stress in Haiti, focusing on the fragile aquatic ecosystems and the threats which country's water resources are exposed. The seven selected works provide a set of elements that must facilitate the reflection on the need to develop, at national level, a model for the appropriation of the concept of « water security ». The verification of the results presented in this plenary, and their application in different temporal and spatial scales, can considerably contribute to the reduction of the hydrosocial and environmental risks, and ultimately improve the health and the living conditions of the population.

REFERENCES

- [1]. Rosillon F. L'eau dans les pays en développement. Retour d'expériences de gestion intégrée et participative avec les acteurs locaux. Paris: Editions Johanet, 2016, 415 p. ISBN: 979-10-91089-24-1.
- [2]. Mayor, F. (1997) : L'eau et la civilisation. Allocation prononcée à l'occasion du 1er Forum mondial de l'eau. Vision for Water, Life and the Environment. Marrakech, 22 mars 1997. Conseil Mondial de l'eau, 1997.
- [3]. Emmanuel E. Gestion sociale de l'eau et développement local. In : Ariel Azael et Narcisse Fièvre. Décentralisation et développement local. Actes du Colloque International sur le Développement local. Port-au-Prince : Université Quisqueya, juin 1998, pp 324-335.
- [4]. Blanc A. Analyse de cycle de vie des filières de traitement des sites industriels pollués. Thèse. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 1999, 209 p.
- [5]. Laboy-Nieves E. N., Goosen M. F. A., Emmanuel E. Environmental and Human Health: Risk Management in Developing Countries. London: Taylor and Francis. 2010, 276 p. ISBN : 978-0-415-60162-7
- [6] Emmanuel E. Evaluation des risques sanitaires et écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers. Thèse. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2004, 249 p.
- [7]. Naiman R.J. UNESCO's Ecohydrology Programme: Linking Freshwaters and Society. SAC Chair, IHP – Ecohydrology. Joint meeting of the Scientific Advisory Committee and Task Forces on UNESCO's Ecohydrology Programme. Maringa, Brazil (1–6 December 2007). CDROM.
- [8]. PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement). Un droit de l'eau plus vert : Gérer les ressources en eau douce pour les hommes et l'environnement. PNUE – Division du Droit de l'Environnement et des Conventions (DELIC), 2010, ISBN: 978-92-807-3206-1, 120 p.
- [9]. CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) (2015). Des situations contrastées. Disponible sur : http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/mondial/02_situation.htm . Consulté le 15 mai 2015.
- [10]. PNUD (Programme des Nations Unies pour le développement). Rapport sur le développement humain 2011. Durabilité et équité : un meilleur avenir pour tous. Ed. Communications Development Incorporated, Washington DC, 2011, 195 p.
- [11]. PNUD (Programme des Nations Unies pour le développement). Développement et gestion des ressources en eau. Haïti : Disponibilité en eau et adéquation aux besoins. Projet HAI/86/03, New-York : Nations-Unies, 1991.
- [12]. Ministère de l'Environnement (MDE). Atelier sur la gestion et la législation de l'eau en Haïti- Rapport de synthèse. Programme de formulation de la politique de l'eau, Port-au-Prince : MDE, 1998.
- [13]. Falkenmark M., Widstrand C. Population and water resources: a delicate balance. Population Bulletin, Population Reference Bureau, 1992, 47:1-30.
- [14]. St-Hilaire S.M., Jean-Baptiste W., Emmanuel E. Use of environmental accounting of natural resources to manage risk of water stress in Port-au-Prince (Haiti). Geological Society of America Abstracts with Programs, 2013, 45, 2. Available on: http://www.geosociety.org/Sections/se/2013mtg/documents/2013_SE-AWP.pdf
- [15]. Rosillon F., Deroy J., Emmanuel E. Face à la détresse humaine et environnementale, gestion intégrée de l'eau et écosanté, leviers de développement pour une Haïti nouvelle. In : Francis Rosillon : L'eau dans les pays en développement. Retour d'expériences de gestion intégrée et participative avec les acteurs locaux. Paris : Editions Johanet, 2016, pp. 313-366. ISBN: 979-10-91089-24-1.
- [16]. Bois M., Emmanuel E., Prévilon E., Laraque E. Water salinity evaluation from the principal wells of Cul-de-Sac groundwater supplying tank trucks. Proceedings of 8th annual CWWA and 4th AIDIS region 1 conference. Kingston, Jamaica, October 4 to 8, 1999. CDROM.

I- WATER AND SANITATION IN INFORMAL SETTLEMENTS IN MAPP

I.1 – THE WATER IN SHANTYTOWNS IN PORT-AU-PRINCE: ANALYSIS OF THE OFFER AND DEMAND IN CANAAN.

Yolette Jérôme et Evens Emmanuel

Yolette JÉRÔME is Architect. She holds a Master in Urban and Regional Development Planning of the Technical Center of Planning and Applied Economy (CTPEA). She realizes, under the direction of Professor Evens EMMANUEL, a PhD in Urban Studies at the Center for Research and Support of Urban Policies (CRAPU) of Université Quisqueya. Her research topic is «Water in the slums in development.» Ms. Yolette JEROME is a founding member of the Haitian Academy of Sciences. She is also a regular member of the Haitian Association «Women, Science and Technology».

ABSTRACT

How the inhabitants of this human establishment get organized to satisfy their water requirements? The objective of this work is to analyze in the light of the results of two field studies the supply and demand in water to Canaan.

Keywords: *supply and demand for water, human settlement, slums, OSD, Canaan.*

1. INTRODUCTION

The earthquake of 12 January 2010 had, among other consequences to moving the population of the affected areas, the disarticulation of networks and drinking water and sanitation services, and the creation in the metropolitan area of Port-au-Prince (MAPP) of several camps of fortune and new slums, of which the most mattering is Canaan, in whom live today more than 200 000 inhabitants [1]. These effects highlight the weaknesses of planning matters of territory and urban planning at the MAPP [2]. In Haiti, 42 % of the population has no access to the drinking water, and only 28 % has an improved sanitary installation [3]. By considering the pressures that uncontrolled population growth occurring on weak urban infrastructures, it seems pertinent to question the strategies adopted for the water supply and sanitation in the Haitian cities, while granting a particular attention to slums and suburban areas.

This questioning on the urban development and the water in human settlements of Haiti, especially in the shantytowns in formation, a theoretical justification in the accession in 2015 of the Haitian state to the new objectives for Sustainable Development (OSD) United Nations. Indeed, the objectives 6 and 11 aim in to: (i) Guarantee the universal access to water and sanitation and sustainable management of water resources, and (ii) Make so that cities and human establishments are open to all, safe, resilient and sustainable [4]. In the specific case of Canaan (Figure 1), achieving these OSD priori requires extensive knowledge on the behavior of the users towards the water and the development of new approaches to management of water resources. How the inhabitants of this human establishment get organized to satisfy their water requirements? The objective of this work is to analyze in the light of the results of two field studies the supply and demand in water to Canaan.

2. METHODOLOGY

A field survey with suppliers or sellers of water and an other one with the households were led between February and April 2016. 240 water points, adding up an available volume of 2840 m³, were covered by the first survey. Regarding the demand, a questionnaire was administered to 439 households spread over six (6) localities constituting Canaan.

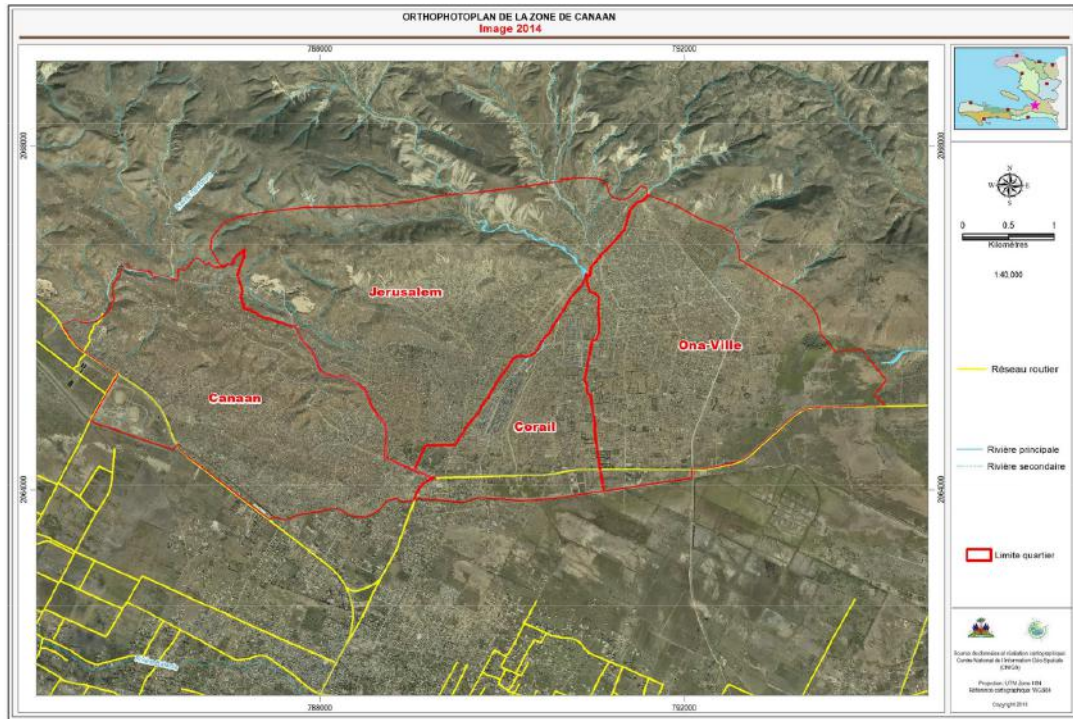


Figure 1: The field study site—the orthophotoplan of Canaan

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. THE SUPPLY OF THE WATER INTENDED FOR THE HUMAN CONSUMPTION

Of the 240 water points (Figure 2), only 179 or 74.58% were selected for the statistical analysis of supply water. The difference (61 water points or 25.42%) were not analyzed because of the inability to obtain adequate information during the investigation. 71.5% of 179 water points consist of water tank, while ordinary wells represent less than 3% (or 2.23%) and 3.91% hand pumps and collective harnessing rainwater less than 1% (0.56% or about 6 in 1,000 water points).

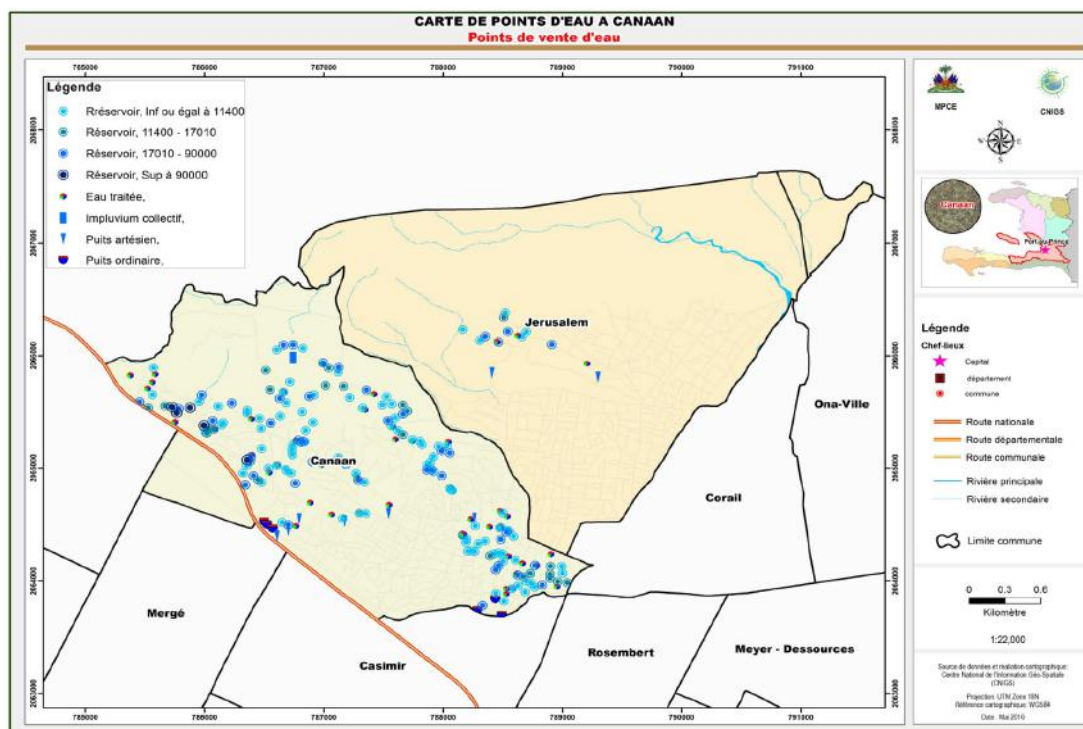


Figure 2: Map of the water supply (storage and/or water distribution) in Canaan

At Canaan, the water market is segmented into two major compartments. The first includes providers (trucks tanks coming from the Plaine of Cul-de-Sac) and the owners of the storage devices. The second consists of the owners of the storage tanks themselves residing in the area and the households of their respective localities. For each of the compartments, neither the buyers nor the sellers can influence significantly the price of the water. They only agree on this indicator based on the price of water in the slums and the distance traveled by tank trucks to deliver water. Structurally, the untreated water market is located between the oligopoly and perfect competition.

3.2. THE WEIGHT OF THE WATER IN THE HOUSEHOLD BUDGET

At Canaan, the water represents more than 5% of the daily consumption budget for approximately 93% of the households providing treated water as drinking water, and less than 5% of the budget expenditures for households using only the untreated water. The average weight of water in everyday household consumption consuming treated water is 13.5%. Without accurate information on household income, salary head of household was considered to assess the weight percentage of water in the monthly income of the household. For 166 selected households, water is on average 16% of household head income. For 25% of households, the water weight as a percentage of monthly income exceeds 24%.

4. CONCLUSION

Canaan arranges very few water resources In the absence of basic social services, including a public drinking water supply, the population is organized and brought water by trucks tanks which feed 167 storage tanks. Overall, this activity is a source of employment and income for a proportion of the population. The water service is

I.2 - ACCESS OF THE LOCAL RESIDENTS OF CARREFOUR-FEUILLES (PORT-AU-PRINCE) TO WATER AND SANITATION SERVICES: CROSSING VIEWPOINTS ON THE FORMAL AND INFORMAL SYSTEMS.

Anie Bras, Anne-Laurence Verret, Osnick Joseph

Dr Anie BRAS is professor at Université Quisqueya (UniQ). She is the director of the Center for Research and Support of Urban Policies (CRAPU). She leads jointly with the director of CODEV of the École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), the research team of UniQ involved in the European project in the field of the urban. She is urban specialist in Environment/Urban cleanliness and author of several articles on this issue. Dr BRAS is a regular member of the Haitian Association «Women, Science and Technology». Dr BRAS is the Coordinator of the doctoral program in Urban Studies of the Université Quisqueya.

Anne-Laurence VERRET is Architect, graduated from the Université Quisqueya (uniQ). She holds a Master 2 in Urban and Regional of the National Institute of Applied Sciences (INSA) in Lyon and a DPEA in Earthquake-resistant Constructions of the graduate school of Architecture (ENSA) of Marseille. Miss VERRET is a PhD student in Urban Studies in the Graduate School Society and Environment of uniQ. The thesis of Miss VERRET, conducted within the Réseau d'Excellence des Sciences de l'Ingénieur de la Francophonie (RESCIF), takes place alternately between the Centre for Research and Support of Urban Policies (CRAPU) of uniQ and Cooperation & Development Center (CODEV) of the École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). She is managed by Professors Jean-Claude BOLAY (EPFL) and Evens EMMANUEL (uniQ). She is a regular member of the Haitian Association «Women, Science and Technology».

ABSTRACT

To Carrefour-Feuille, vast grouping of neighborhoods of the municipality of Port-au-Prince, the formal public service has difficulty in feeding the population with water and sanitation. On average, the households buy 121.8 liters of water a day and the cost of the supply represents 15 to 20 % of the consumer basket. In the light of the quantitative and qualitative surveys, this article aims to analyze the operation and the interactions between these two systems, formal and informal.

1. INTRODUCTION

In Haiti, the supply of basic public services is carried out in a context of strong population growth juxtaposed with the alarming conditions of socio-economic poverty and urban. Less than 50% of the population has access to drinking water and sanitation; this is one of the lowest rates of access in Latin America and the Caribbean. Indeed, far from improving, the access to sanitation is decreasing year by year in relative terms from 19% in 1990 to around 10% in 2008 for rural areas, and 44% to 24 % for urban areas for the same period¹.

After the earthquake of 12 January 2010, the sanitation infrastructure, already very insufficient, found themselves destroyed or often not functional, amplifying the coup challenges in this subsector. In Carrefour-Feuille, a vast grouping of neighborhoods of the municipality of Port-au-Prince with a population of over 200,000 inhabitants,

¹(Voir : <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Metadata.aspx>)

the formal public service has difficulty in supplying the population in water and sanitation. This affects the nature and continuity of services provided and results in an unequal distribution of public services - where they exist - very low coverage to the needs [1]. The population is so brought to find other sources of supply, in particular with an informal offer.

One might wonder why this offer is it described as informal and of what does it consist? To what extent the offer of informal service allows to compensate for the deficit of the formal system in Carrefour Feuille?

2. METHODOLOGY

Apart from the analysis of existing literature, this research is based on exploratory conversations with certain actors of both systems; a field survey conducted using a questionnaire [2] which was administered to a sample of about 285 heads of households. The field of study is both large and heterogeneous; it was divided into three blocks / areas.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. THE COST OF WATER IN CARREFOUR-FEUILLE

The results of the interviews and the investigation by questionnaire showed that the households buy on average 121.8 liters of water a day and the cost of the water supply can represent between 15 to 20 % of the consumer basket. The average price per bucket 18.9 liters especially in dry periods can vary between 10 to 38 gourdes in the informal economy. It is important to notice that within a radius of 50 meters, 56.57 % of the households find a private individual where they can buy some water. In this way, the informal offer is not more accessible financially to 'all', but the demand meeting this offer comes from an arbitration "purchase power-distance" or a choice guided by the need to satisfy a present consumption at higher cost than waiting for future consumption at a lower cost.

3.2. SERVICE IN THE FIELD OF THE WATER: PART OF THE FORMAL AND THE INFORMAL

Overall, the formal offer is insufficient to meet the demand of the population, this gap is filled by the informal offer of service, particularly by the private individuals who resell the water by bucket (bokit or by drum). Indeed, 51 % of the questioned households have access to the formal public service offer (direct or indirect), 39 % of them have a private connection. On the contrary, 49 % of the questioned households have only the choice of the informal service.

However, it is necessary to underline the fact that a lot of those who have access to the formal public service, especially in dry season, are also call the informal system. If the formal offer knows regularly variations in the frequency of distribution, it introduces an uncertainty about the time it will be necessary to wait for this offer; in such a case any urgent need becomes automatically a request to be satisfied by the offer of informal service. 23.2% of surveyed households report using only the formal sys-

tem. It is usually about owner having a tank and a private connection. With respect to service offerings versus the residential area, the results showed that, in the center of Carrefour feuille, 65.3% of households have access to the supply of direct or indirect formal services (private connection or kiosks), while this proportion is below 50% in outlying areas.

3.3. THE SECTOR OF SANITATION AT CARREFOUR FEUILLE A MARKET TO TAKE

In the area of sanitation, specifically regarding evacuation of solid wastes, 82% of heads of households surveyed discharge their waste in «any place» (ravine, vacant lots, public highway ...). This reflects that the supply of solid waste collection services whether formal or informal is quasi-non-existent. With respect to pit (including septic tank) emptying, there are actors evolving in the informal who offer this service and, in this particular case, 7.7 % of the respondents say they have used this service.

4. CONCLUSION

In the light of the collected data, it appears that the water requirements of the population of Carrefour feuille are met through to the complementary or the overlapping of both services, the formal but also and especially the informal. We so note that less than 30 % of the population living in Carrefour feuille subscribed to the formal service of water supply (public sector). This result brings to question the losses in terms of revenue for the public administration but also the distributed water quality versus water-borne diseases in this portion of the territory, since the proportion of the market beyond the control of State represents approximately 70%, especially as the existence of this situation is bound to a context strong deficiency of sanitation service.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the European Union (Research Program in the urban field: Université Paris 8/EPFL/UEH/uniQ – Grant contract: FED/2014/338-974), for financing this study.

REFERENCES

- [1]. Bras, A., Kern, A. L., Lucien, G. E., & Emmanuel, E. (2016). Poor Neighbourhood and Natural Disaster: The Environmental Situation of the Cité l’Eternel in Port-au-Prince, Haiti. In Learning from the Slums for the Development of Emerging Cities (pp. 81-91). Springer International Publishing.
- [2] OUELLET G., Méthodes quantitatives en Sciences humaines, Ed. Les Griff. D’Arg., Québec, 1989,308 p.

NOTES

II - PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITIES OF WATER INTENDED FOR HUMAN CONSUMPTION

II.1 – HEALTH RISK ASSESSMENT OF CRYPTOSPORIDIUM IN GROUNDWATER: CASE STUDY FROM LES CAYES, HAITI.

Ketty Balthazard-Accou

Dr. Ketty BALTHAZARD-ACCOU, is a professor in the Laboratory Quality of Water and Environment (LAQUE) of the Université Quisqueya. She holds a Master's degree in ecotoxicology, environment and water management of the Université Quisqueya. She realized, within the framework of a joint thesis between the Université Quisqueya and the University of Picardie Jules Verne, her PhD on microbiological risk assessment of water contaminated with parasites. Dr BALTHAZARD-ACCOU coordinates of the Haitian Association «Women, Science and Technology», and serves on the Executive Board of LAQUE program of research on the Observatory on the microbiological quality of the fresh water in the major cities of Haiti. Her research topic is the assessment of environmental risks in water. Dr BALTHAZARD-ACCOU is the coordinator of the doctoral program in environment of the Université Quisqueya.

ABSTRACT

The aim of this study is to present: (i) the steps of a procedure intended to evaluate risks to human health linked to the consumption of *Cryptosporidium* oocysts in water intended for human consumption; and (ii) the application of this procedure to groundwater in the city Les Cayes in Haiti. High risk was characterized for immunocompromised of the exposed population.

Keywords: *Biological risk assessment, Cryptosporidium sp. Groundwater, Cayes (Haiti)*

1. INTRODUCTION

Cryptosporidium parvum is a protozoan pathogen that affects the intestines of a variety of wild and domesticated animals [1] human [2]. The contamination is caused by the ingestion of oocysts through consumption of polluted food or water [3]. In Haiti, *Cryptosporidium* oocysts were found in several cities in surface water and in water intended for human consumption [3, 4, 5, 6]. The water contaminated with oocysts represent a potential health hazard especially for immunocompromised individuals. The purpose of this study is to present: (i) the steps of a procedure intended to evaluate the risks to human health associated with the consumption of water from groundwater; and (ii) the application of this procedure on groundwater in the city of les Cayes in Haiti.

2. MATERIALS ET METHODS

2.1. FORMULATION OF A METHODOLOGY TO EVALUATE HEALTH RISKS LINKED TO THE CONSUMPTION OF WATER FROM GROUNDWATER

A procedure based on a scenario, (figure 1) describing the existence of a wild discharge where the leachates are neither collected, nor treated, was adopted for this evaluation of the microbiological risks. In the particular context of Haitian cities, where the irresponsibility of the urban services contributes largely to the underground pollution of the water resources, the application (in these spaces) of the general approach of evaluation of the health risks (biological and/or chemical) must fall in line with the classic method of evaluation of ecological risks [7] by integrating in the danger identification phase a “Conceptual Model” (figure 2). A flow chart notably including the plan of analysis of the danger identification phase is presented in figure 3.

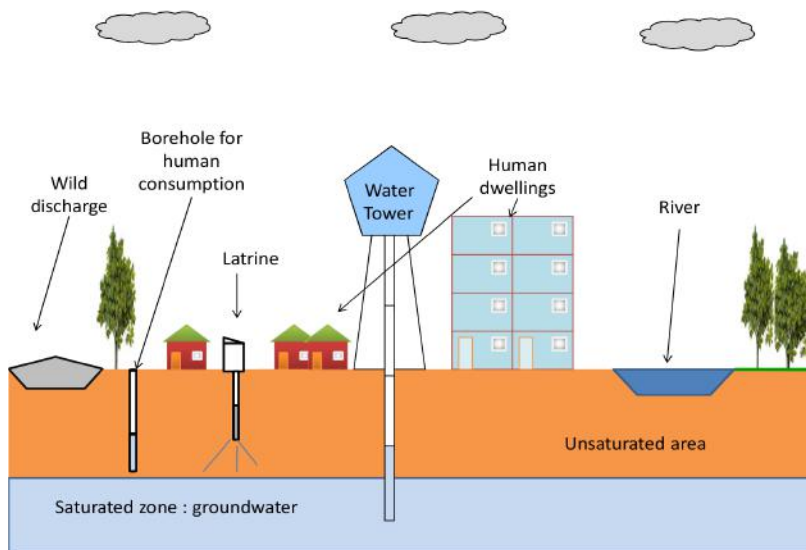


Figure 1: Graphic representation of the scenario studied

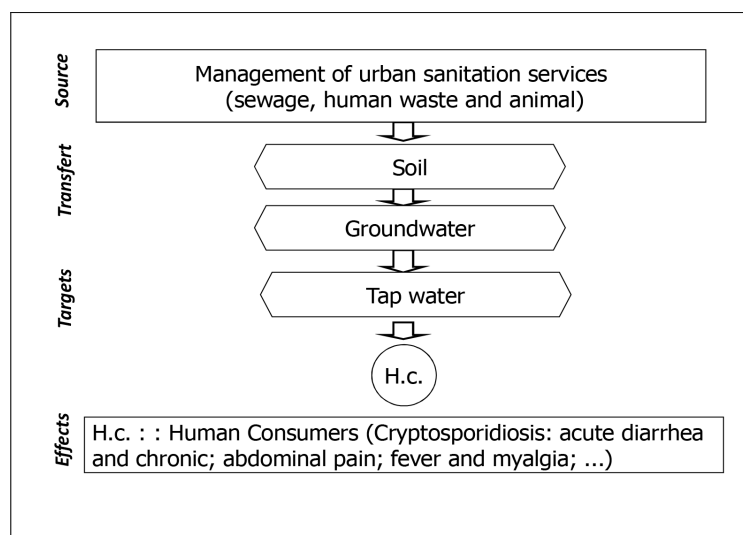


Figure 2: Conceptual model of the scenario studied

2.2. EXPOSURE CHARACTERIZATION AND AVERAGE DAILY DOSE

5 points of water distribution (CA03, CA05, CA07, CA09, and CA13) were selected for the taking of samples for the characterization of the exposure of *Cryptosporidium parvum* in water intended for human consumption. Of a total consumption of 2 liters of water per day for adults, and 0.75 liter per day for children have been adopted to calculate the average daily dose [8].

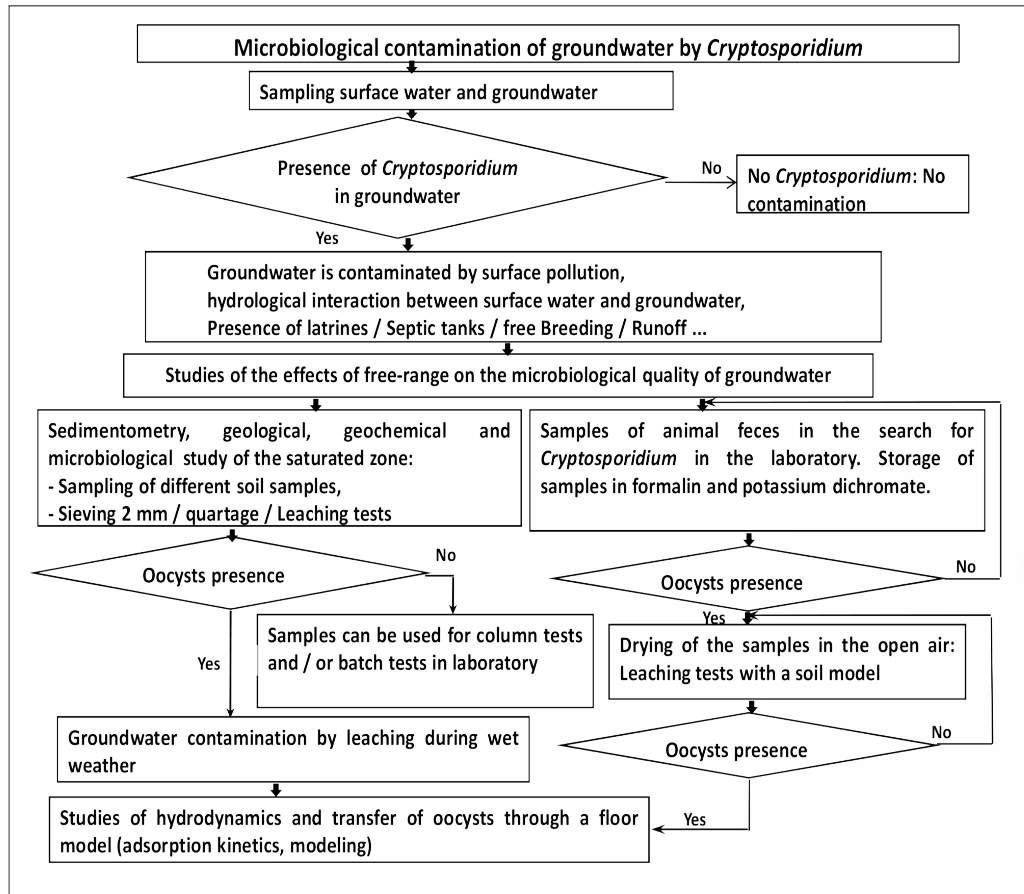


Figure 3: Flowchart prepared for this risk assessment

2.3. CHARACTERIZATION OF MICROBIOLOGICAL RISK

According to the «Exponential» model [9]

Dose-response relationship of C. parvum

$$P_{inf} = 1 - \exp(-rD) \text{ with } D = \mu.v \quad \text{Eq.1}$$

To assess the annual risk of infection

$$P_{ann} = 1 - \exp(-rD 365) \quad \text{Eq. 2}$$

3. RESULTS ET DISCUSSIONS

Biological risks due to the presence of oocysts *Cryptosporidium*, found in the studied samples are above the level of acceptable risk infection- 10^{-4} per person and per year, i.e. 1 person for every 10.000. Moreover, the results are as high as those obtained in water intended for human consumption in Port -au-Prince.

4. CONCLUSION

In the specific case of groundwater in the city of Cayes, it would be interesting to study, within the framework of the implementation of new methods of treatment, the efficiency of zeolites in the adsorption of the oocysts. Indeed, zeolites are excellent ion exchangers; their application in the treatment of the water contaminated by oocysts can probably reach a level of retention higher than 91%.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author thanks the Institute of Research for Development (IRD, France), through JEHAJ-GRESH for the production of this publication.

REFERENCES

- [1]. Kim H.N., Hong Y., Lee I., Bradford S.A., Walker S.L. 2009. Surface characteristics and adhesion behavior of *Escherichia coli*. O157:H7: role of extracellular macromolecules. *Biomacromolecules* 10, 2556–2564.
- [2]. Liu Y. 2012. Roles of Surface Interaction on *Cryptosporidium parvum* Oocysts Transport in Subsurface Environment. PhD's dissertation. University of Illinois at Urbana-Champaign, p. 131.
- [3]. Brasseur P, Agnamey P, Emmanuel E, Pape JW, Vaillant M, Raccurt CP. 2011. *Cryptosporidium* contamination of surface and water supplies in Haiti. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 66, 12–16.
- [4]. Bras A., Emmanuel E., Obiscon L., Brasseur P., Pape J.W., Raccurt C.P. Evaluation du risque biologique dû à *Cryptosporidium* sp présent dans l'eau de boisson à Port-au-Prince, Haïti. *Environnement, Risques et Santé*, 2007, vol. 6, pp. 355-364.
- [5]. Balthazard-Accou K., Emmanuel E., Agnamey P., Brasseur P., Lilite O., Totet A., & Raccurt C.P. (2009). Presence of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in the surface water and groundwater in the City of Cayes, Haïti. *Aqua-Lac, Journal of the International Hydrological Programme for Latin America and Caribbean*, 1(1), 63-71.
- [6]. Damiani C., Balthazard-Accou K., Clervil E., Diallo A., Da Costa C., Emmanuel, E., Totet A., Agnamey P. (2013). *Cryptosporidiosis* in Haiti: surprisingly low level of species diversity revealed by molecular characterization of *Cryptosporidium* oocysts from surface water and groundwater. *Parasite*, 20, 45. <http://doi.org/10.1051/parasite/2013045>
- [7]. USEPA. 1998. Guidelines for ecological risk assessment. Washington, DC: Risk Assessment Forum, U.S. Environmental Agency, 114p. (EPA/630/R-95/002F).
- [8]. Fawell J., Young W. Exposure to chemicals through water. In: IEH, editor. *Exposure assessment in the evaluation of risk to human Health. Report of a Workshop Organised by the Risk Assessment and Toxicology Steering Committee*. Leicester: Institute for Environment and Health, 1999, 22-23 p.
- [9]. Haas C.N., Rose J.B., Gerba C.P. *Quantitative Microbial Risk Assessment*. New York: Wiley, 1999, 449 p.
- [10]. Macler B.A., Regli S. Use of microbial risk assessment in setting United States drinking water standards. *International Journal of Food Microbiology*, 1993, vol. 18, pp. 245-56.
- [11]. Roque-Malherbe R.M, Ducongé J.J., Valle WD., Toledo E. Lead, copper, cobalt and nickel removal from water solutions by dynamic ionic exchange in LECA zeolite beds. *International Journal of Environment and Pollution*, 2007, Vol. 31, pp. 292-303.

NOTES

II.2 - DISTRIBUTION OF THE PATHOGENIC MICROORGANISMS IN THE WATER RESOURCES OF THE METROPOLITAN REGION OF PORT-AU-PRINCE.

Elmyre Clervil et Ketty Balthazard-Accou

Elmyre Clervil is a civil engineer and holds a Master's degree in ecotoxicology, environment and water management of the Université Quisqueya Quisqueya. Working for over 7 years in the field of water management in Haiti, she is currently a PhD student at the Graduate School Society and Environment, and performs research at the Laboratory of the water quality and the environment (LAQUE) of the Université Quisqueya. Her research interests include the microbiology of water - water treatment processes and environmental assessments. She is a regular member of the Haitian Association «Women, Science and Technology».

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the contamination of water intended for human consumption, surface water and groundwater in the Metropolitan Region of Port-au-Prince (MRPP). Thus the main markers of fecal contamination (bacteria, viruses, protozoa) were used in the campaigns of water sampling on various points of the MRPP.

Keywords: *bacteria, protozoa, viruses, pathogenic microorganisms, aquatic microbiology, water resources, Port-au-Prince (Haiti).*

INTRODUCTION

Diseases related to environmental contamination by microorganisms are common in developing countries, in particular those due to bacteria, viruses and protozoa transmitted by water [1]. Now the majority of the pathogenic agents contained in the water used for the drink and the various needs for the life, for the bathing, even for the activities of leisure come from a faecal contamination of human but also animal origin. The impact of these infections is drastically for people. Many authors have noted that the pregnant women, the elderly, newborns and immunocompromised are the most sensitive target groups such diseases [2]. To assess the microbiological risk relating to drinking water, bacterial indicators of faecal contamination are then widely used [3]. In Haiti, the exposure of the population to drinking water contaminated with pathogenic microorganisms and biological risk assessment were the object of several studies. The risk of faecal contamination of the environment is particularly high. For example Emmanuel [4] detected a most probable number (MPN) of 700 faecal coliforms per 100 ml in groundwater from the plaine of Cul-de-sac in the western department of Haiti. These values, widely above 0 MPN/100ml, highlight the existence of a microbiological hazard in drinking water for the health of the consumers. Damiani et al.[5], showed that in Haiti the cryptosporidiosis is responsible for most of diarrheas in children under 5 years old, HIV patients, the people living in difficult socioeconomic conditions, especially further to the consumption of foods and polluted drinking water by *Cryptosporidium* oocysts [5]. Guerrero-Latorre et al., have also demonstrated high fecal contamination from viruses (presence of adenovirus, from polyomavirus, hepatitis A and E virus and norovirus) in the main water resources of the Metropolitan Area of Port-au-Prince [6].

The main purpose of this work is to study the faecal contamination of the water resources of the MRPP intended for the human consumption by using the main markers of faecal contamination such as *Esherishia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhosa*, *Streptococcus faecalis* as well as the oocysts of *Cryptosporidium*. *Esherishia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhosa*, *Streptococcus faecalis* as well as the oocysts of *Cryptosporidium*.

METHODOLOGY

The bacteriological parameters used within the framework of this work are among 4: *Esherishia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhosa*, *Streptococcus faecalis*. Water samples were taken from water storage tanks intended for human consumption in the MRPP. The method of membrane filtration on dried medium was used (Table 1) and the obtained results are expressed in UFC / 100 ml (Units Forming Colonies per 100 ml).

Table 1: Analytical specifications for bacteriological parameters

Parameters	Medium <i>Sartorius Stedim</i>	Membrane <i>Sartorius Stedim</i> (Porosity 0.45 µm)	Incubation at 37 °C (Hours)	Observation
<i>E. coli</i>	Endo/ 14053-47N	13906-47ACN	24	Dark red colonies
<i>P. aeruginosa</i>	Cetremide/ 14075-47N	13906-47ACN	48	Blue colonies
<i>S. typhosa</i>	Bismuth-sulfite/14057-47N	13806-47ACN	24	Clear or black colonies
<i>S. faecalis</i>	Azide/14051-47N	13806-47ACN	24	Red colonies

The *Cryptosporidium* oocysts (*Cryptosporidium sp.*) were detected in the water resources of MRPP. The samples were taken on water tanks and boreholes used to supply the population of the field of study. The standard filtration method, elution and concentration of oocysts and cysts by immunomagnetic separation coupled with immunofluorescence were used to detect and count the oocysts of *Cryptosporidium*. The obtained results are expressed as the number of oocysts per 100 L of water.

RESULTS

An average of 250 UFC/100 ml of bacteria was counted in the studied water samples. Oocysts of *Cryptosporidium* going from 6 to 233 per 100 liters of water were detected. This shows quite a high degree of contamination of water resources used for the human consumption in the MRPP.

DISCUSSIONS

These results show a very strong faecal contamination in the main analyzed water resources. This can be an important risk for the human health. However, it will be necessary to proceed in the future to verify these data by having the care of adding the *vibrio Cholerae* as one of the markers. Indeed, since October, 2010 an important epidemic of cholera, a waterborne (faecal) disease, settles down in the country. Moreover, it seems quite indicate to build on these results to strengthen, through the development of new scientific collaborations on water microbiology, the observatory on the microbiological quality of freshwater resources of some large Haiti's cities.

II.3 - PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF FLUORIDE AND ARSENIC IN WATER INTENDED FOR HUMAN CONSUMPTION IN THE METROPOLITAN AREA OF PORT-AU-PRINCE

Franciot Wanelus, Ketty Balthazard-Accou, Vincent Debbaut et Evens Emmanuel

Franciot WANELUS is Engineer Agronomist. He holds the Master's degree of Specialization in Sciences and Management of the Environment in Developing countries (MS SGE/PED) of the University of Liège (ULg-Belgium). His research field concerns the physicochemical quality of water intended for the human consumption. He is particularly interested in the «Characterization of fluoride and arsenic in drinking water» theme on which he worked in the Laboratory of Quality of Water and Environment of the Université Quisqueya (uniQ-Haiti) and the Laboratory of Water Resources of the Faculty of Sciences of the University of Liège.

ABSTRACT

This study aims to characterize the arsenic and the fluorine in water sources exploited for the human consumption in the Metropolitan Region of Port-au-Prince (MRPP). A sampling campaign was conducted between March and April 2016 on 4 sources and a borehole feeding the MRPP. The results highlight the presence of fluorine in concentrations going from 0,1 to 0,32 mg/l, and that of arsenic between 0,11 to 0,29 µg/l.

INTRODUCTION

Inorganic substances of natural origin present in water intended for human consumption may, at certain concentrations, have adverse effects on human health and therefore be the source of sufficiently documented acute and chronic diseases. Among these inorganic substances, arsenic and fluorine are ubiquitous in the environment. They can be at significant concentrations in groundwater. The exposure by arsenic is identified as the second most important problem the world health in the underground water supply after contamination by pathogenic organisms [1]. Meanwhile, fluorine is proving one of the public health problems that affect particularly the children [2], and this at the worldwide. In order to protect the consumer health, the World Health Organization (WHO) fixes guide values that are respectively 10 µg/l and 1.5 mg/l for the arsenic and the fluorine. In addition, these parameters are the subject of special concern to highlight the effects of the latter. The objective of this study is to characterize the fluorine and arsenic in five water points exploited by the National Direction of Water Supply and Sanitation (DINEPA) in the Metropolitan Region of Port-au-Prince (MRPP).

MATERIALS AND METHODS

The RMPP, 152.02 km², consists of six municipalities: Port au Prince, Petion-Ville, Delmas, Carrefour, Tabarre and Cité-Soleil. The annual average temperature is 26.15°C with maximum in July and August and minimum in January. The geology is dominated mainly by limestone, marls, alluvium and etritic material (Figure 1). This study focuses only on three (3) to six (6) municipalities: Port-au Prince, Petion-Ville and Tabarre. From March 29 to April 4, 2016, it was carried out a campaign of sam-

pling. Twenty-five (25) samples have been taken on five (5) water points (four spring waters and a borehole). Two types of flask in polyethylenes for a volume of 100 ml for the analyses of the arsenic and fluorine have been used. Arsenic concentrations were determined by the method of mass spectrometry (ICP/MS AGILENT 4100) according to ISO 17294-2 standard and fluoride ions have been dosed ionometry (0 - 1 mg/l) using a combined Metrohm electrode (6.0502.150) and a Metrohm reference electrode (6.0726.100) according to the NF T 90-004 standard. The figures 1 and 2 show the distribution of samples.

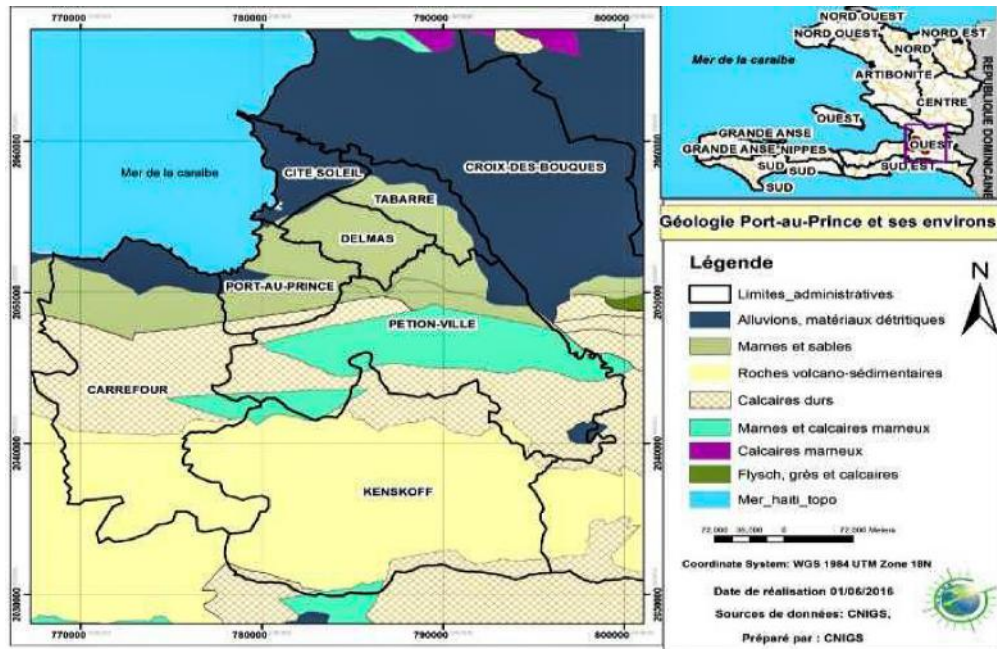


Figure 1: Geological map of MRPP

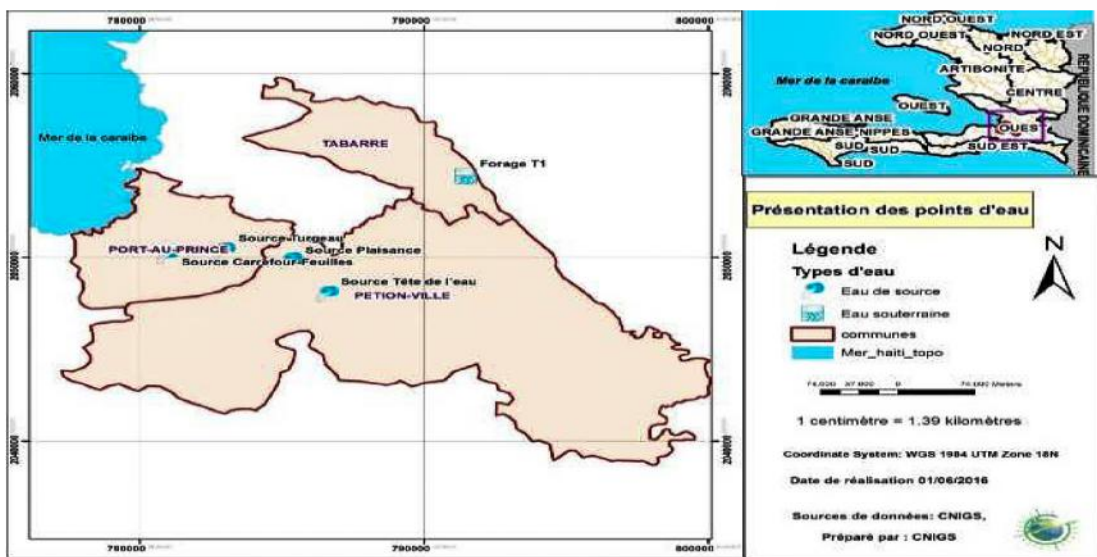


Figure 2: Sampling points

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 summarizes the minimum and maximum concentrations obtained for fluorine and arsenic, while Figure 3 supplies the variations of the mean values of these two parameters in the studied samples.

Table 1: Results of arsenic and fluorine

Parameters	S. Turgeau		S. Carrefour-Feuilles		S. Plaisance		S. Tête de l'eau		Borehole T1		n
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Arsenic ($\mu\text{g/L}$)	0,21	0,26	0,17	0,2	0,26	0,29	0,17	0,24	0,1	0,13	5
F ⁻ (mg/L)	0,31	0,32	0,19	0,2	0,1	0,11	0,1	0,11	0,16	0,19	5

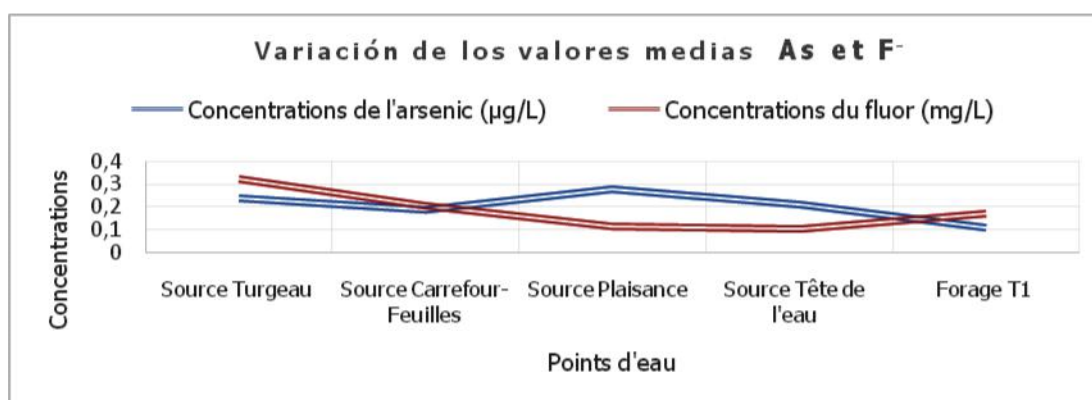


Figure 3: Variations in mean values of arsenic and fluoride in the samples

The contents in arsenic were placing between 0.1 and 0.29 $\mu\text{g/l}$ and the fluoride ions from 0.1 to 0.32 mg/l. These two parameters showed a statistically significant negative correlation ($r=-0.27$). This means that other toxic contaminants may also be present in the samples. It suits to annotate that fluoride ions in concentrations of 0.05 mg/l 0.26 mg/l and 0.08 mg/l respectively were revealed for the sources of Tête de l'eau, de Turgeau et de Plaisance [3]. The content measured is within the limits. ASTDR [4] emphasizes the development of chronic diseases such prolonged exposure of 0.3 mg/kg/day during a period of one year. Similarly, WHO [5] anticipated that a fluoride concentration less than 0.7 mg/l can cause tooth decay affecting especially children living in areas dominated by carbonate aquifers.

CONCLUSION

This study was carried out during an alone period. It(he,she) will be in the future to check these results with other samples and also in different areas by means of the implementation of characterizations corresponding to the dry and rainy seasons in combination with other parameters.

III - IMPACT OF URBAN EFFLUENTS ON AQUATIC ECOSYSTEMS

III.1 - ECOLOGICAL RISK ASSESSMENT OF HEAVY METALS IN URBAN EFFLUENTS ON THE BAY OF PORT-AU-PRINCE

Arnoux Lefranc, Evens Emmanuel et James Féthière

Arnoux LEFRANC is dentist graduated from the Faculty of Odontology of the State University of Haiti (UEH). He realizes a master's degree in science of the education, the orientation biology and life sciences at the Institute of the Sciences, Technologies and Advanced Studies of Haiti (ISTEAH). Under the direction of Professor Evens EMMANUEL (Quisqueya university) and Professor James FÉTHIÈRE (Professor at the University of Montreal and at the ISTEAH and Scientific director at IniXium), he works on the ecotoxicological risk assessment of heavy metals in urban effluents on the marine ecosystem.

ABSTRACT

In Haiti, urban effluents are often discharged into receiving waters without any treatment. We are witnessing a degradation of marine ecosystems. In this work, we evaluated the ecotoxicological risk of heavy metals (Cu, Pb, Ni) contained in urban effluents on the aquatic environment of the Bay of Port-au-Prince. Significant ecological risks were estimated.

Keywords: *ecotoxicological risk, heavy metals, urban effluents, Asterionella glacialis, Asterionella japonica, Isochrysis galbana, Cancer anthonyi, Mysidopsis intii, Bay of Port-au-Prince.*

INTRODUCTION

One of the major concerns of contemporary society is the protection of the environment. In Haiti, the appearance protection of aquatic receptors is much neglected, at least, the related measures are not clearly defined or not applied adequately [1]. The mismanagement of the urban effluents causes the contamination of water resources [2]. Concentrations of 500 µg of Cu/l and 700 µg of Pb/l were measured in the wastewater generated by paint factories in Port-au-Prince [3]. Furthermore, concentrations of COD (611 mg/l), chromium (234 µg/l), nickel (128 µg/l) and lead (31 µg/l) were measured in hospital effluents from the city of Port-au-Prince [4]. We are witnessing a degradation of marine ecosystems [5]. The presence of heavy metals in the marine ecosystem highlights not only ecological hazards for the exposed aquatic organisms, but also can generate risks to growth and reproduction of these species. In the environmental context of the metropolitan area of Port-au-Prince, it seems pertinent to ask the question: what is the level of ecotoxicological risks to which aquatic organisms of the Bay of Port-au-Prince are they exposed compared to continuous discharges in this ecosystem of urban effluents polluted by heavy metals? The objective of this study was to assess the ecotoxicological risk (ERA) of heavy metals in urban effluents on the aquatic environment of the Bay of Port-au-Prince.

METHODOLOGY

Available information on the origin of Cu, Pb and Ni in urban effluents of Port-au-Prince, and their effects on algae (*Asterionella glacialis*, *Asterionella japonica* et *Isochrysis galbana*) and crustaceans (*Cancer anthonyi* et *Mysidopsis intii*) were collected and analyzed. The information has been introduced into the general approach of risk assessment. To determine the PEC (Predicted Environmental Concentration), the ratio of the maximum concentration provided in the literature on Port-au-Prince to stressors selected (Cu: 500 µg/L, Pb: 1670 µg/L, Ni : 180 µg/L) and a dilution factor of 23.15 were used. To estimate the PNEC (Previsible Non Effect Concentration), the NOEC (No Observed Concentration Effect) of selected pollutants (reported toxicological data: 64 µg of CuSO₄/L for *Asterionella lacialis*, 60 µg of Pb(NO₃)₂/L for *Asterionella japonica*, 40 µg of NiCl₂/L for *I. galbana*, 3.3 µg of CuCl₂ /L for *Cancer anthonyi*, 10 µg of Pb(NO₃)₂/L for *Cancer anthonyi*, 10 µg of NiCl₂/L for *Mysidopsis intii*) was submitted to the safety factor (or extrapolation) of 500. To characterize the risks, the substance approach of the ERA and the ratio PEC/PNEC, were used.

RESULTS

The results have led to much higher risk quotients 1. The risk is «unacceptable.» Aquatic organisms in the bay of Port-au-Prince are exposed to significant environmental risks.

CONCLUSION

It is now necessary to confirm these results and to improve the methodology by the implementation: i) of several campaigns of sampling of the urban effluents of Port-au-Prince for analyses of laboratory, ii) of the collection of information about the evolution of the long-term toxicity of these pollutants on the target bodies, iii) the identification and the experiment of processes allowing an efficient management of these risks.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Groupe de Réflexion et d'Action pour une Haïti Nouvelle (Grahn-Monde) for their financial support.

REFERENCES

- [1] Angerville R. Evaluation des risques écotoxicologiques liés au déversement de Rejets Urbains par Temps de Pluie (RUTP) dans les cours d'eau : Application à une ville française et à une ville haïtienne [En ligne]. Thèse : Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2009 [08/12/2009], 475 p.
- [2] PNUE. État et les Perspectives de l'Environnement ; GEO Haïti. Ministère de l'environnement. 2010, 200 p.
- [3] Angerville R., Emmanuel E., Joseph O., Perrodin Y. Ecological risk assessment of heavy metals in paint manufacturing effluents of Port-au-Prince. 2005.
- [4] Emmanuel E., Pierre M. G., Perrodin Y. Groundwater contamination by microbiological and chemical substances released from hospital wastewater: health risk assessment for drinking water consumers. Environment International, 2009, 35:718–726.
- [5] Saffache P. Le milieu marin haïtien : chronique d'une catastrophe écologique , Études caribéennes [En ligne], 5 | Décembre 2006, mis en ligne le 04 février 2008, consulté le 06 novembre 2014. URL : <http://etudescaribeennes.revues.org/267> ; DOI : 10.4000/etudescaribeennes.267

IV - TREATMENT OF URBAN EFFLUENTS AND ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT

IV.1 - USE OF THE BAGASSE FROM SUGAR CANE IN THE TREATMENT OF URBAN EFFLUENTS.

David Noncent et Osnick Joseph

David Noncent is chemist, graduated of the l'École Normale Supérieure of the State University of Haiti. He has a Masters in chemistry and microbiology of water. He is a PhD student at the Graduate School Society and Environment. He conducts research in the field of chemistry of wastewater and treatment processes at the Quality Laboratory of Water and Environment of the l'Université Quisqueya.

Dr. Osnick JOSEPH is professor at the Université Quisqueya (uniQ). He holds a PhD in Environmental Sciences and is the current Director of the Laboratory of Water Quality and Environment (LAQUE). In May 2010, he collaborated in the creation of the professional Master's degree in administration and management of water supply and sanitation and in 2012 to the creation of the doctoral program in environment of the Université Quisqueya. Dr. JOSEPH produced in 2015, in collaboration with Dr. Anie BRAS and Professor Evens EMMANUEL, the book «Introduction to Environmental Science». Dr Osnick JOSEPH is a founding member of the Haitian Academy of Sciences.

ABSTRACT

During the last decades several scientific works undertaken, have allowed to identify and to develop from the agricultural waste biosorbents which can guarantee at a low cost the decontamination of effluents containing various pollutants. Thus, the objective of this work is to achieve a state of knowledge about the efficiency of sugar cane bagasse in the decontamination of effluents containing heavy metals.

INTRODUCTION

In Haiti, the urban effluents are discharged through the drainage network to aquatic ecosystems without treatment. These matrices contain chemical substances including heavy metals, organic compounds, nitrates, phosphates, and the drug residues. In the Metropolitan Region of Port-au-Prince (RMPP), area without wastewater treatment plant, important concentrations of NO_3 (23 mg/l), PO_4^{3-} (62 mg/l), and COD (1500 mg/l) [1]. An assessment of heavy metals resulting from effluents of paint manufacturing in Port-au-Prince revealed significant concentrations of Pb (1670 $\mu\text{g/l}$), Hg (105 $\mu\text{g/l}$) [2] were measured in its urban effluents. The discharge of pollutants in aquatic ecosystems causes alterations in the structure of biotic communities [3]. Processes of wastewater treatment, in particular the adsorption, have developed with a view to reduce or to eliminate the levels of pollution of the urban wastewater before their discharge into the receiving environment [4]. It should be noted that the implementation of these methods is proving very expensive especially in developing countries (DCs), when considering the use of commercial activated carbon [5]. However, in recent decades, many scientific works have allowed to identify and to develop from agricultural waste biosorbents susceptible to be used as substitute or complement to reduce the decontamination cost of effluents [5, 6]. The works carried out in LAQUE

of Université Quisqueya on sugarcane bagasse lead to retain at the same time this porous material and as biosorbent and precursor of CA for the treatment of effluents. A capacity of biosorption from 0.09mmol/g to 0.12mmol/g for Cu^{2+} and 0.029mmol/g to 0.09mmol/g for the Pb^{2+} was attached to the bagasse [5]. The activated carbon produced from this material has a surface area ranging from 1242m²/g to 1502 m²/g and a pore volume ranging from 0.69cm³/g to 1,6cm³/g [6]. The objective of this work is to achieve a state of knowledge about the efficiency of sugar cane bagasse in the decontamination of effluents containing heavy metals.

METHODOLOGY

The search engine Scholar.google.com was questioned from the following keywords: waste, decontamination of industrial effluents, heavy metals, biosorbents, activated carbons, bagasse, Haiti. With these keywords 8 articles (published in peer-reviewed journal) have been consulted, among which 3 results of works realized in the Laboratory of the Water Quality and Environment (LAQUE) on the management of wastewater from the MRPP. Other publications on water resources pollution and biosorption by decontamination processes were also consulted.

RESULTS

Efficiency of the bagasse in the effluent treatment

The bagasse was used as a material in the decontamination of metal effluents, firstly, as biosorbent [5, 7, 8] and secondly, as a precursor for the manufacturing of CA [6].

It was thus demonstrated that the adsorption capacity of the incubated bagasse becomes 2 to 2.3 times greater in contact with synthetic effluents doped in ions Zn^{2+} and Cd^{2+} respectively [5]. On the other hand, AC produces from bagasse has a specific surface and an adsorption capacity much greater than the bagasse treated [6]. The adsorption capacities and the specific surfaces of the bagasse in the native state and treated are presented in Table 1.

Table 1: Physical and chemical characteristics of the native bagasse, and incubated CA precursor

Parameters	Bagasse			
	Native	Biological treatment (Incubation)	Chemical treatment (NaOH)	Activated carbon
Equilibrium pH	3.73	6.53	-----	2.00
Specific surface (m ² /g)	0.67	1.53	-----	1242-1502
Adsorption capacity (mmol/g)	0.023 (Cd^{2+}) 0.027 (Zn^{2+})	0.053 (Cd^{2+}) 0.051 (Zn^{2+})	0.020 (Cd^{2+}) 0.11 (Pb^{2+})	-----
References	Joseph et al. 2009	Joseph et al. 2009	Mahmood-ul-Hassan et al. 2015	Alténor et al. 2009

The bagasse an agroindustrial byproduct agro widely available in Haiti seems particularly attractive in regard to its use in water treatment. Indeed, this byproduct, with a low market value or no, was the object of several studies in which the material properties have been chemically or biologically modified before its use for the adsorption

of metallic pollutants. It is also used for the production of activated carbons. Thus, the use of bagasse and modified biologically or chemically as CA precursor is an opportunity that can be exploited in the remediation of metal effluents. It is however advisable to proceed to a comparative technical and economic analysis of the options of use in decontamination processes in order to select what is most appropriate.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Institute of Research for Development (IRD, France), through JEHAJ-GRESH, for the production of this publication.

REFERENCES

- [1]. Emmanuel, E., Lacour J., Balthazard-Accou K., Joseph O. Ecological Hazard Assessment of the Effects of Heavy Metals and Nutrients Contained in Urban Effluents on the Bay Ecosystems of Port-au-Prince (Haiti). *Aqua-LAC* 2009; (1): 1,18-28.
- [2]. Carré, J.C. Etude de l'impact des peintures laques et vernis sur l'environnement et la santé. (MDE) Ministère de l'Environnement. Port-au-Prince: OPS/OMS (Organisation Panaméricaine de la Santé/Organisation Mondiale de la Santé) 1997; 50 p.
- [3]. Karr, J.R. Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management. *Ecol. Appl.*, 1991; 1:66-84.
- [4]. Jérémie, C., Sancey, B., Giuseppe, T., Pierre-Marie, B., De, C. M., Albert, C., ... & Crini, G. Pollutant removal from surface-treatment industry wastewaters by starch-based sorbents: chemical abatement and impact on water toxicity. *Sorption Process and Pollution-Conventional and non-conventional sorbents for pollutant removal from wastewaters* 2010; 313-334.
- [5]. Joseph, O., Rouez M., Métivier-Pignona H., Bayard R., Emmanuel E., b and Gourdon R. Adsorption of heavy metals on to sugar cane bagasse: Improvement of adsorption capacities due to anaerobic degradation of the bio-sorbent. *Environmental Technology* 2009; 30 (13): 1371-1379
- [6]. Altenor S., Carene B., Emmanuel E., Lambert J., Ehrhardt J.J., Gaspard S. Adsorption studies of methylene blue and phenol onto vetiver roots activated carbon prepared by chemical activation. *Journal of Hazardous Materials* 2009; 165:1029-1030
- [7]. Marshall W. E., Wartelle L. H. Chromate (CrO₄²⁻) and copper (Cu²⁺) adsorption by dual- functional ion exchange resins made from agricultural by-products. *Water Research* 2006; 40: 2541-2548.
- [8]. Mahmood-ul-Hassan, M., Suthar, V., Rafique, E., Ahmad, R., & Yasin, M. Kinetics of cadmium, chromium, and lead sorption onto chemically modified sugarcane bagasse and wheat straw. *Environmental monitoring and assessment* 2015; 187(7): 1-11.

NOTES

ZAGROM SESSION - GROS MORNE AREA WORKSHOP

V - WASTE MANAGEMENT: IMPROVE THE LIVING CONDITIONS THROUGH THE RESTORATION AND PRESERVATION OF THE ENVIRONMENT.

Presentation of the session

Dr Pascale Naquin, Session Chair and Director of CEFREPADE

Dr Rémy Bayard, Assistant Professor at INSA de Lyon, President of CEFREPADE

This session aims at making discover how four structures (two Haitian, two French) manage, by conjugating their efforts and with few ways, to improve the quality of life of populations living in difficult conditions, through the restoration and the environmental protection.

ABSTRACT

The development stalled, the solutions proposed in Haiti do not meet the expectations of the population which rejects increasingly the projects of the NGO, the services of cooperation, international structures, which too often impose their ways of seeing and doing, by not taking into account enough the aspiration of the interested first ones.

Development aid is the object of many international conferences, many projects with Pharaonic budgets, employs numerous officials and sustains large consultancies but concretely, on the field, the inhabitants do not see their life change: it is thus necessary to believe that it is not the right road! It has lost enough time, it is necessary to change course, to innovate ...

Since the end of 2008, the CEFREPADE, the Université Quisqueya INSA of Lyon accompany an experiment of decentralized management of solid waste at small-scale waste in Cité Soleil, Centre Jean-Christophe de l'Atlétique of Haiti. Today it is in Cap-Haïtien, in Lemonade, that we accompany the creation of a center of sorting and composting waste.

But since 2012, we decided to concentrate our efforts in Gros Morne to work with the municipality and the AOG, Association of the Native of Grande Plaine, peasant community association whose the ethics corresponds to our own: lead directly with the population of small initiatives which do not make a lot of noise, do not deploy large budgets and involve local solidarity. Show that we can make with little a lot.

In these projects, the development is centered on the improvement of the living conditions of the most disadvantaged populations. Create wealth by a better consideration of the environment, the restoration and the preservation of the ecosystems: and if it was a way of entrance towards the development?

Through diversified experimental projects, this program aims to demonstrate that a good management of the natural environment (water, soil, air, biodiversity) may allow the harmonious development of the agriculture, the livestock, the tourism, for a population among which the education, the food security, the health, the energy requirements are guaranteed.

V.1 - PRESENTATION OF THE ACTIVITIES OF THE AOG, PEASANT COMMUNITY ASSOCIATION OF THE NATIVE OF GRANDE PLAINE (HAITI).

Audalbert Norvilus

Audalbert Norvilus, Zootechnician, authorized agent and territorial organizer. Responsible for the technical support within the association of the Native of Grande Plaine (AOG), In the Zone Workshop of Gros-Morne (ZAGROM) and with the monitoring Committee appointed by the City Hall of Gros-Morne within the framework of the process of implementation of a concerted strategic plan for waste management. He accompanies « Pwòpte Mobil », the company of pre collect and of valuation of waste, and the groups of districts performing sorting and optimization activities at Gros-Morne. He follows up with families who experience dry toilets biolitter at Grande Plaine.

Since the 90s, the AOG spread its activities on the municipality of Gros Morne in favour of the reforestation and of the improvement of the living conditions of the local populations. Its ethics and its way of functioning convinced the CEFREPADE, Université Qusqueya and INSA of Lyon to work with her by creating this Workshop Zone.

ABSTRACT

The AOG (Association of the Native of Grande Plaine, municipality of Gros Morne strong community peasant association members 850 members, has undertaken since its inception in 1992 to act on its scale with its own ways. It is doubtless its democratic and forward-looking functioning (several decision-making commissions where each has the right to speak, a group of young people to prepare the succession) which make that it is so active always today.

By creating the first Haitian Internet center in rural areas and by building roads through konbits (volunteer community projects bringing together several hundred people), it contributed to the opening up of the municipality.

On the initiative of the first network of green schools (65 schools to date), it has made education for the restoration and preservation of the environment a priority to allow a change of mentality. The effectiveness of local reforestation initiated several years ago, thanks to the network of schools but also in mobilizing people, demonstrates the efficiency of its actions. A more ambitious project is being born: reforest an entire territory, essential for the recharging of local spring in the course of drying up, through the creation of water reserves and that of a tree nursery.

Besides the reforestation, AOG works now on the irrigation of agricultural land by the implementation of solar pumps, on the development of the poultry farm «country», on the training of the coalmen for a reasoned management of the resource.

It will allow to facilitate the trainings organized at present (citizenship, technical and educational support for schools, agriculture, and environment) and to develop some new ones (urban development and sustainable agriculture). The already existing zones of demonstration and to strengthen will allow the learning by the observation, the exchange of experiences and the practice.

After more than twenty years of activity, the AOG has developed a strategy of development around the construction of a reception center and training. It will facilitate the training in place now (citizenship, technical and educational support to schools, agriculture, environment) and to develop some new one (urban development and sustainable agriculture). The already existing zones of demonstration and to strengthen will allow the learning by the observation, the exchange of experiences and the practice. The AOG and the CEFREPADE collaborate since 2011 on the program which they entitled “Workshop Zone of Gros-Morne” demonstrating, by the practice, an integrated territorial sustainable development.

V.2 - MANAGE THE MUNICIPAL WASTE IN THE SMALL AND MEDIUM CITIES, WITH LIMITED WAYS: WHAT POSSIBLE APPROACH? EXAMPLE OF THE TOWN OF GROS MORNE (HAITI).

Joaneson Lacour

Joaneson LACOUR. Ing. Agronomist, MSc. Environmental Science, PhD in environmental chemistry. Professor at Université Quisqueya (Haiti) and the State University of Haiti. Founding member of the Haitian Institute of Energy. Representative in Haiti of CEFREPADE, network of French-speaking experts in sanitation, waste, environment and energy. Chairman of the Board of Directors of the Wastek S.A., office of services and innovation in integrated environmental management and waste. National coordinator of Re-Sources program in Haiti. Consultant to the Haitian government and non-governmental organizations on management strategies and recovery material/energy mechanisms from solid waste.

In developing countries, the small and medium cities often lack to find solutions to the management for their solid waste. In Gros Morne, we look together for low-cost solutions which, we hope will ultimately reduce the multiple wild deposits which cross the city.

ABSTRACT

Very numerous small and average cities of developing countries, and Haitian cities do not escape it, are not lucky to benefit supports from international cooperations, NGO, consultants, donors to set up the management of their waste. They find themselves responsible but completely deprived in the face of the scale of the problem. The weakness of their financial resources seems to them an insuperable obstacle to be able to find a solution, while it is often at first a lack of knowledge of the possible solutions and a lack of method.

CEFREPADE and Université Quisqueya proposed in July 2013 in Port-au-Prince, to about twenty representatives of Haitian communities and associations, a theoretical and practical on 5 days on which so many people had expressed the desire to participate. During this training, we were able to show that the solid waste management required before any of the will in particular political, the organization and the common sense, before the financial resources may be lower than we might think.

The implementation of these tools requires forming at a minimal level those who live up the process. There may be communities of technical personnel, members of local associations or simple people who want to be actively involved in seeking solutions

to the local context. Such trainings are now offered in Haiti, the first this year to the North of the country.

Partner of Re-Source Platform (EU funding, Africompost AFD FFEM program, ADEME and partners), we strive indeed working on the construction of methodological and technical tools that should allow any community or association organized by itself the solid waste management throughout its territory. These tools, based on the active participation of civil society, training, demonstration, are experienced for several months in Gros Morne and seem gradually lead to the expected results: organizing the collection of pre-sorted waste at source households, creating small neighborhood platforms for optimized recovery of waste collected (sort recyclable materials, composting), identification of a suitable site for the landfill ... a first evaluation of this experiment is planned for mid 2017.

V.3 - ECOLOGICAL SANITATION BY THE MEANS OF DRY TOILETS BIOLITTER (DTB), A SUITABLE SOLUTION FOR HAITIAN CONTEXT. BACK ON THE EXPERIMENT CONDUCTED IN GRANDE PLAINE (HAITI).

Gaston Jean, Rémy Bayard, Joaneson Lacour, Pascale Naquin

Gaston JEAN, a former high school teacher, holds a Master 2 in local development engineering that led him to do an internship in the CEFREPADE and DEEP laboratory at INSA Lyon and a Master 2 engineering cooperation projects. Founder of the Association of Natives of Grande Plaine (AOG) and the Network of green schools of Gros Morne, including conducting environmental protection activities (protection of water resources, reforestation, waste management), it co-hosts a pilot project of Re-Source platform that currently accompanies the Gros Morne community in the establishment of a concerted strategy waste management. Attached to the Quality Laboratory of Water and Environment (LAQUE) of the Université Quisqueya in Haiti and DEEP Laboratory of INSA Lyon, he is preparing a thesis under joint supervision on the implementation of dry toilets to biolitter in Haiti. Gaston JEAN is a founding member of the Haitian Academy of Sciences.

ABSTRACT

A significant portion of Haitian population has no decent toilets, mainly because of the high costs that they represent. The aim of this experiment is to propose a solution which is ecofriendly, respectful to health and human dignity at an affordable cost for all. After 8 months of feasibility testing, scientific monitoring will be able to start.

INTRODUCTION

In Haiti, 72% inhabitants of which 18% in major cities and 15% in the metropolitan area of the capital city, do not have access to decent toilets. An average of 23% people at national level and 41% people in rural areas practice open air defecation, which generates a lot of risks. [1] Traditional latrines, often expensive, poorly designed and managed, can also present significant risks [2], [3]. Ecological dry toilets biolitter (DTB) can be a low-cost solution for users [3]. Byproducts processing into fertilizer and sanitized amendments allows the valorization of agriculture residues. If basic hygiene rules are followed, DTB may therefore prove to be a good compromise [4]. All

the challenge today is to sensitize communities on the dangers related to latrines and to present DTB as a relevant alternative taking into account health, environmental, social, technical and economic aspects [5]. At Cap-Haitien and Port-au-Prince, the NGO called SOIL implemented for several years this type of sanitation. [6] Based on this model, but with a different approach, we are conducting an experiment since December 2015 with a sample of 25 households in Grande-Plaine Village, soon to be followed by a second similar experiment in peri-urban area in the town of Gros-Morne (Artibonite).

METHODOLOGY

After a literature which helped to inspire experiments conducted both in developing countries and in developed countries (Europe in particular), the methodology is based on a series of steps:

1. Community choice: it must indeed be receptive, interested, mobilized.
2. Sensitisation of inhabitants to hygiene and sanitation and household choice test: in the community, 25 households were selected on the basis of objective criterias.
3. Concerted choice of the management chain mode: this might be subject to several variants, particularly in terms of method of collection and recycling of solid waste. To ensure adherence to each device, whole management mode is selected according to a participative process.
4. Research of structuring materials available locally: the industry relies on a toilet for the separation of urine and faeces. To reduce odors, after each single use faeces are covered by a layer of absorbent material whose availability must be permanent. The absence of such materials locally can make prohibitive the establishment of such a line.
5. Toilet construction: To reduce costs, toilets are built locally. Wood is chosen as basic material. Carpenters come together and work with local inhabitants in manufacturing workshops.
6. Designing a composting area: the treatment of residues must be done in good sanitary and environmental conditions. It is therefore important to put in place the appropriate device before starting the operation.
7. Launching and monitoring the operation: to fully establish as experimental status to this operation, it was important to initiate a coordinated manner to ensure rigorous monitoring for several months to decide if it should be continued and expanded. Monitoring has only focused initially on the regularity of the contributions of residues at the composting platform and the feedback from users as to their satisfaction. If the results achieved after several months are successful, a phase of scientific study for optimization can be considered.

RESULTS AND DISCUSSION

The first experiment was conducted in the community of about 2,000 inhabitants at Grande Plaine Village located 18 km from the town of Gros Morne. This choice was made because this village is the seat of the AOG (Association of the Grande Plaine Natives) which has for many years various development activities aimed at preserving the environment and improving living conditions for local population. It proved from the start keenly interested in this testing proposal. After several public meetings on hygiene awareness and presentations about the operating principles of DTB, a group

of highly motivated households has gradually formed. The choice of the process has been made with them. It was decided a voluntary mode of a twice-a-week delivery of the household buckets containing solid waste to a composting platform that would be built by means of community farmer gathering called konbit. AOG is committed to ensure coordination and monitoring of the operation.

Given the very low local availability of sawdust, people were asked to look around them plant materials that could be used as absorbents. Thus, we identified several non-recycled waste, with prior grinding, could be used: sugarcane bagasse, corn cobs, peanut hulls and other various straws. It was decided to purchase a shredder that, besides the preparation of absorbent materials, can be used by the community for flour production.

Toilets were built at an unit cost of about 2000 HTG (about 30 USD), of which 500 HTG given by each household. Toilets consist of a box made of solid wood, a plastic toilet seat, half a funnel in front of the seat to guide the urine to a 4-liter container, a 20-liter bucket to collect feces and absorbent (Figure 1).



Figure 1: Model of DTB built to Gros Morne

This bucket has a tight lid for safety transportation of waste. These toilets are placed either in an outdoor shelter or in a specific space inside, next to the shower or even directly into a living space (Figure 2).



Figure 2: A DTB in functioning in a house

The composting area was built on land already used as a nursery for AOG. A 60 m² area of closed with a hedge and woven panels has been delineated to prevent access by unauthorized persons or animals. Two compost bins of 3 m³ each were made using bamboo and a cover to limit entry of rainwater. A pond was constructed to allow the washing and disinfecting buckets whose waters flow and seep into a planted area (Figures 3).



Figure 3: Composting bin

Toilets were distributed to households in late December 2015 (Figure 4). They have the opportunity to bring the buckets on Monday and Thursday at 5:30 am. An AOG member is responsible for receiving buckets, their weighing, the postponement of the mass of a listing under the household name, emptying the contents into the tray. Following the various contributions, bucket contents are covered with dead leaves in order to bring the carbon material and to limit insects' attraction.



Figure 4: Distribution of DTB to the households

After 8 months of experimentation, there is regularity in the contributions, certifying membership from the beginning of all and the continued use during this period. Insofar as the device is satisfactory to the users and does not pose operational problems, an analytical monitoring phase is established now to optimize the composting process (ownership of the various absorbents, optimum moisture content, length of process to ensure sanitation)

and study the quality and recovery of treated residues (agronomic value, pathogenic microorganisms content). A small laboratory is being developed on site to enable the realization of part of the analysis and pilot testing.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the European Guild Raid, the Fund Initiatives Suez, AUF and FOKAL for their financial support, and the population of Grande Plaine and AOG for their active participation in the experiment and its demonstration at various public events in Haiti.

REFERENCES

- [1] UNICEF, OMS. Progress on Sanitation and Drinking Water [en ligne]. Disponible sur : http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/jmp-2015-update/en/. Consulté le 14.08.2016
- [2] Franceys R., Pickford J., Reed R. (1995). Guide de l'assainissement individuel. Catalogue à la Source. Genève, 1995, OMS, 251p.
- [3] Esrey S., Jean G. et al. (1998). Assainissement écologique. Sida, Stockholm, 99p.
- [4] Langergraber G., et Muelleger E. (2005). « Ecological Sanitation – a way to solve global sanitation problems », Environment International , vol. 31, p. 433-444
- [5] Elain, C. (2007). Un petit coin pour soulager la planète. Mayenne-France, Jouve, Euphilane, 288 p.
- [6] SOIL (2011). The SOIL guide to ecological sanitation. Sustainable Organic Integrated Livelihoods (SOIL), Sherburne NY, USA. 144 pages

PLENARIO - LA CONTRIBUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA A LA COMPRENSIÓN DEL ESTRÉS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DEL AGUA EN HAITÍ

Agua en Haití: recursos amenazados y ecosistemas frágiles
Evens Emmanuel

RESUMEN

Este trabajo ofrece una breve visión general de la contribución de la investigación universitaria a la comprensión de la escasez cualitativa y cuantitativa de agua en Haití. Se centra en la fragilidad de los ecosistemas acuáticos, así como las amenazas a las cuales están expuestos los recursos hídricos del país. Los trabajos presentados en este plenario, permiten la conclusión de que la escasez de agua en Haití no está ligada solo a la disponibilidad de los recursos. Esta escasez parece ser principalmente un problema de gestión que la mayoría de la población de Haití y el ambiente geofísico general del país tienen que hacer frente. Estos trabajos se articulan alrededor de cuatro ejes principales. El primer eje se centra en el problema del agua en los barrios precarios de la región metropolitana de Puerto Príncipe. El segundo eje se acerca a la cuestión de la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua destinada al consumo humano. El tercer eje presenta los impactos de los efluentes urbanos sobre los ecosistemas acuáticos. El cuarto eje está dedicado al tratamiento de los efluentes urbanos y la gestión de riesgos ambientales. Esta organización es importante porque facilita una mejor interpretación de los diversos datos recogidos y tratados en estos trabajos sobre el agua en Haití. Se plantea de nuevo la necesidad de abordar la gestión del medio ambiente del país de una manera holística y multidisciplinaria. La verificación de los resultados presentados en este plenario, y su aplicación en diferentes escalas temporales y espaciales, pueden contribuir considerablemente a la reducción de los riesgos hidrosociales y ambientales, y en última instancia, mejorar la salud y las condiciones de vida de la población.

Palabras Clave *estrés hídrico, agua en Haití, recursos amenazados, ecosistemas frágiles, gestión del agua.*

V. CONTEXTO DEL PLENARIO

El agua, elemento unificador de toda comunidad de usuarios, es indispensable para la vida de los seres vivos y para el funcionamiento de los ecosistemas [1]. Es uno de los bienes comunes que se encuentran en el corazón de la fundación de la vida comunitaria [2, 3]. En efecto, las primeras civilizaciones humanas vieron la luz alrededor de aguaderos como los grandes valles que bordeaban el Nilo, el Indo, Éufrates y el Yang-Tsé Kiang, donde la agricultura de subsistencia pudo convertirse en economía agrícola excedente [2]. Constituyendo un medio complejo y frágil, a la vez recurso y ecosistema, el agua queda un factor ineludible sin sustituto posible casi en todas las actividades de producción y de consumo de la especie humana [3].

Desde el origen de los primeros establecimientos humanos hasta la primera mitad del siglo XX, los ecosistemas naturales expresaban, por la auto-purificación y la dilución, sus capacidades de absorber los daños ecológicos, debidos al proceso doble « apropiación-desapropiación » que caracteriza toda actividad [4] técnica, y a estabilizar las basuras que resultan de la demografía, de la industrialización y del desarrollo económico. Sin embargo, el crecimiento incontrolado de la población humana, y la expansión tecnológica y económica provocaron un aumento considerable de la demanda en recursos naturales del planeta, en particular los recursos (superficiales y subterráneos) en agua dulce. Esta demanda aumentada en bienes y servicios hace difícil el mantenimiento del equilibrio natural de los ecosistemas [5]. En efecto, la producción de bienes y de servicios, pues la puesta en ejecución de actividades humanas con una utilización racional o no de la materia, requiere la movilización de recursos naturales (explotación de medios naturales) [6]. En cambio, las cadenas de actividades humanas generan residuos sólidos, aguas negras y efluentes gaseosos y provocan por consiguiente transferencias de contaminantes a los medios naturales que pueden comprometer el equilibrio biológico de los ecosistemas particularmente acuáticos [6].

Hoy en día, la falta de correspondencia entre el aumento de la demanda de agua y la disponibilidad de los recursos, tanto a nivel cuantitativo (flujos reducidos, agotamiento de las fuentes y los ríos, etc.) y los acuíferos costeros, como cualitativo (salinización por la sobreexplotación, la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por las aguas residuales y los residuos sólidos), genera verdaderos conflictos. Así como lo subraya Naiman [7] « los conflictos relacionados con la disponibilidad de agua representan amenazas graves para la vitalidad de la sociedad humana. Comprender las capacidades y limitaciones de agua dulce es un gran desafío para la ciencia y para la sociedad » [7].

En 2010, el PNUMA sugirió que « uno de los principales desafíos, con cual están confrontados los países hoy, era encontrar los medios de asegurarse que los hombres y el medio ambiente disponen de recursos suficientes en agua dulce para mantener y apoyar su existencia » [8]. « Hoy en día, un tercio de la humanidad vive en una situación conocida como « estrés hídrico », con menos de 1.700 metros cúbicos de agua dulce disponible por habitante y al año. El agua dulce es pues un bien escaso. Sin embargo, a la escala del planeta, parece no carecer: alrededor de 40.000 kilómetros cúbicos de agua dulce cada año sobre las tierras emergentes, los cuales, compartidos entre los 6 mil millones de personas que viven sobre la Tierra, deberían abastecer 6.600 metros cúbicos de agua dulce a cada uno. Sólo nueve países comparten el 60% del agua dulce del mundo: Brasil, Rusia, los Estados Unidos, Canadá, China, Indonesia, India, Colombia y Perú » [9]. Analizando las interfaces sociales y la disponibilidad en agua, Naiman [7] considera que « dentro de 30 años, la población mundial aumentará del 30 al 35 %, mientras que el agua accesible sólo aumentará en menos del 10%. La apropiación humana del agua será del 70 % de la disponible en 30 años. ¿Cómo será requisitos ambientales? En 2025, la población de los países que ya están en situación de estrés hídrico aumentará 6 veces. La mayoría de estos países serán obligados a importar los productos alimentarios » [7], y tal vez el agua potable.

Con 11.1 millones de habitantes de los que el 53,5 % en zona urbana [10], un potencial en agua renovable estimado entre 12 y 14 mil millones de m³ al año [11, 12], Haití ya hace frente a un importante estrés hídrico [13, 14]. Por otra parte, la degradación de las cuencas hidrográficas tiene efectos negativos sobre la regulación del flujo de fuentes, de los ríos y de la recarga de los mantos [15]. Los recursos de aguas subterráneas de los acuíferos costeros, en particular los de la Plaine du Cul-de-Sac, están

contaminados por las aguas saladas del mar [16, 17]. Las aguas residuales generadas por diversas actividades humanas son rechazadas con mayor frecuencia en los ecosistemas acuáticos sin ningún tratamiento previo [18, 19]. Esta síntesis sobre algunas particularidades del ciclo hidrológico y el del hidrosocial en Haití no sólo resalte muchos elementos de la crisis del desarrollo del país, sino también la falta de armonía que existe en las políticas públicas, más particularmente entre el desarrollo económico, la gestión del medio ambiente y la salud humana.

Entre el estado de estrés hídrico, el problema del acceso al agua (especialmente en los barrios pobres), la descarga de aguas residuales en los ecosistemas acuáticos, y la ausencia de una política nacional de gestión de los recursos de agua, los presentadores piensan que es importante tener hoy un nuevo debate sobre el agua en el país ¿Cómo los científicos, la sociedad civil y las autoridades públicas del país pueden juntos acercar el problema de la seguridad del agua en Haití y tratar, a partir de la observación y a partir de la experiencia, aportar respuestas a los desafíos que amenazan el país?

La UNESCO [20] define la seguridad del agua como la capacidad de una población de preservar el acceso a suficiencias de agua de calidad aceptable para mantener duraderamente la salud de los seres humanos y de los ecosistemas a la escala de una cuenca hidrológica, y de asegurar una protección efectiva de la vida y de los bienes contra los riesgos relacionados con el agua. ¿En un contexto de estrés hídrico, tanto cuantitativo como cualitativo, de ausencia de política ambiental y de gestión de los recursos hídricos, yuxtapuesto con las situaciones socioeconómicas difíciles a menudo generalizadas, cuáles son las variables que deberán retener los investigadores haitianos para elaborar el modelo de gestión para resolver la crisis del agua?

La Universidad Quisqueya reagrupa en este plenario sobre el agua, 7 trabajos repartidos en 4 presentaciones bajo la forma de pósters y 3 comunicaciones orales. Estos trabajos se ocupan de: el agua en los barrios precarios, la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua destinada al consumo humano, los impactos de los efluentes urbanos sobre los ecosistemas acuáticos, el tratamiento de las aguas residuales y la gestión de los riesgos ambientales. Lo que se encuentra en los trabajos siguientes:

1. Yolette Jérôme y Evens Emmanuel abordan la cuestión del agua en los barrios pobres de Puerto Príncipe: el análisis de la oferta y la demanda en Canaán.
2. Anie Bras et al. analizan el acceso de los habitantes de la zona de Carrefour-Feuilles (Puerto Príncipe) a los servicios de agua y saneamiento: miradas Cruzadas sobre los sistemas formales e informales.
3. Ketty Balthazard-Accou evalúa los riesgos para la salud que presenta el *Cryptosporidium* en aguas subterráneas: Estudio de caso de Les Cayes, Haití.
4. Elmyre Clervil et Ketty Balthazard-Accou analizan la distribución de los microorganismos patógenos en los recursos hídricos de la región metropolitana de Puerto Príncipe.
5. Franciot Wanelus et al. presentan los resultados de caracterización físico-química de flúor y arsénico en las aguas destinadas al consumo humano en la zona metropolitana de Puerto Príncipe.
6. Arnoux Lefranc et al. evalúan los riesgos ecotoxicológicos de los metales pesados contenidos en los efluentes urbanos sobre la bahía de Puerto Príncipe.
7. David Noncent et Osnick Joseph utilizan el bagazo de caña de azúcar en el tratamiento de los efluentes urbanos.

VI. OBSERVACIONES FINALES

El propósito de este plenario era presentar una síntesis de la contribución de la investigación universitaria a la comprensión del estrés cualitativo y cuantitativo del agua en Haití, poniendo el énfasis en la fragilidad de los ecosistemas acuáticos así como en las amenazas a las cuales están expuestos los recursos en agua del país. Los 7 trabajos retenidos abastecen un conjunto de elementos para facilitar la reflexión sobre la necesidad de desarrollar, a nivel nacional, un modelo para la apropiación del concepto de «seguridad hídrica». La verificación de los resultados presentados en este plenario, y su aplicación en diferentes escalas temporales y espaciales, pueden contribuir considerablemente a la reducción de los riesgos hidrosociales y ambientales, y en última instancia, mejorar la salud y las condiciones de vida de la población.

REFERENCIAS

- [1]. Rosillon F. L'eau dans les pays en développement. Retour d'expériences de gestion intégrée et participative avec les acteurs locaux. Paris: Editions Johanet, 2016, 415 p. ISBN: 979-10-91089-24-1.
- [2]. Mayor, F. (1997) : L'eau et la civilisation. Allocation prononcée à l'occasion du 1er Forum mondial de l'eau. Vision for Water, Life and the Environment. Marrakech, 22 mars 1997. Conseil Mondial de l'eau, 1997.
- [3]. Emmanuel E. Gestion sociale de l'eau et développement local. In : Ariel Azael et Narcisse Fièvre. Décentralisation et développement local. Actes du Colloque International sur le Développement local. Port-au-Prince : Université Quisqueya, juin 1998, pp 324-335.
- [4]. Blanc A. Analyse de cycle de vie des filières de traitement des sites industriels pollués. Thèse. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 1999, 209 p.
- [5]. Laboy-Nieves E. N., Goosen M. F. A., Emmanuel E. Environmental and Human Health: Risk Management in Developing Countries. London:Taylor and Francis. 2010, 276 p. ISBN : 978-0-415-60162-7
- [6] Emmanuel E. Evaluation des risques sanitaires et écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers. Thèse. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2004, 249 p.
- [7]. Naiman R.J. UNESCO's Ecohydrology Programme: Linking Freshwaters and Society. SAC Chair, IHP – Ecohydrology. Joint meeting of the Scientific Advisory Committee and Task Forces on UNESCO's Ecohydrology Programme. Maringa, Brazil (1–6 December 2007). CDROM.
- [8]. PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement). Un droit de l'eau plus vert : Gérer les ressources en eau douce pour les hommes et l'environnement. PNUE – Division du Droit de l'Environnement et des Conventions (DELC), 2010, ISBN: 978-92-807-3206-1, 120 p.
- [9]. CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique (2015). Des situations contrastées. Disponible sur : http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/mondial/02_situation.htm . Consulté le 15 mai 2015.
- [10]. PNUD (Programme des Nations Unies pour le développement). Rapport sur le développement humain 2011. Durabilité et équité : un meilleur avenir pour tous. Ed. Communications Development Incorporated, Washington DC, 2011, 195 p.
- [11]. PNUD (Programme des Nations Unies pour le développement). Développement et gestion des ressources en eau. Haïti : Disponibilité en eau et adéquation aux besoins. Projet HAI/86/03, New-York : Nations-Unies, 1991.
- [12]. Ministère de l'Environnement (MDE). Atelier sur la gestion et la législation de l'eau en Haïti- Rapport de synthèse. Programme de formulation de la politique de l'eau, Port-au-Prince : MDE, 1998.
- [13]. Falkenmark M., Widstrand C. Population and water resources: a delicate balance. Population Bulletin, Population Reference Bureau, 1992, 47:1-30.
- [14]. St-Hilaire S.M., Jean-Baptiste W., Emmanuel E. Use of environmental accounting of natural resources to manage risk of water stress in Port-au-Prince (Haiti). Geological Society of America Abstracts with Programs, 2013, 45, 2. Available on: http://www.geosociety.org/Sections/se/2013mtg/documents/2013_SE-AWP.pdf
- [15]. Rosillon F., Deroy J., Emmanuel E. Face à la détresse humaine et environnementale, gestion intégrée de l'eau et écosanté, leviers de développement pour une Haïti nouvelle. In : Francis Rosillon : L'eau dans les pays en développement. Retour d'expériences de gestion intégrée et participative avec les acteurs locaux. Paris : Editions Johanet, 2016, pp. 313-366. ISBN: 979-10-91089-24-1.
- [16]. Bois M., Emmanuel E., Prévilon E., Laraque E. Water salinity evaluation from the principal wells of Cul-de-Sac groundwater supplying tank trucks. Proceedings of 8th annual CWWA and 4th AIDIS region 1 conference. Kingston, Jamaica, October 4 to 8, 1999. CDROM.

I- AGUA Y SANEAMIENTO EN LOS BARRIOS PRECARIOS DE LA RMPP

I.1 – EL AGUA EN LOS BARRIOS POBRES DE PUERTO PRÍNCIPE: EL ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA EN CANAÁN.

Yolette Jérôme et Evens Emmanuel

Yolette JÉRÔME es Arquitecta. Tiene una Maestría en Desarrollo Urbano y regional del Centro Técnico de Planificación y de Economía Aplicada (CTPEA). Ella hace, bajo la dirección del profesor Evens EMMANUEL, un doctorado en Estudios Urbanos en el Centro de Investigación y de Apoyo a las Políticas Urbanas (CRAPU) de la Universidad de Quisqueya. Su tema de investigación es «El agua en los barrios pobres en formación.» La Señora Yolette JÉRÔME es miembro fundador de la Academia de Ciencias de Haití. Ella es también miembro regular de la Asociación de Haití «Mujer, Ciencia y Tecnología».

RESUMEN

El desorden urbanístico en el área metropolitana de Puerto Príncipe (AMPP), llegó a empeorarse hace 5 años atrás. En efecto, el suministro tanto cualitativo como cuantitativo a las familias se complicó después del terremoto del 12 de enero 2010. Desde aquel siniestro, es un calvario para las familias que viven en los asentamientos informales y áreas suburbanas conseguir agua tanto potable como para saneamiento. El asentamiento de Canaán es el ejemplo más evidente de esta situación. Este sitio urbanizado lleva más de 200 000 habitantes que todavía no dispone de un sistema adecuado de abastecimiento de agua y de saneamiento. ¿Cómo los habitantes de este barrio se organizan para satisfacer sus necesidades de agua? El objetivo de este estudio fue analizar, a la luz de los resultados de dos estudios de campo, la oferta y la demanda de agua en Canaán.

Palabras Clave oferta y demanda en agua, establecimiento humano, barrios insalubres, ODD, Tierra de Canaán.

1. INTRODUCCIÓN

El terremoto del 12 de enero de 2010 tuvo, entre otras consecuencias, el desalojo de la población de los espacios siniestrados, la destrucción de las redes de servicio de agua potable y de saneamiento, y la proliferación en la región metropolitana de Puerto Príncipe (AMPP), de varios campos improvisados y de nuevos barrios pobres, más importante es Canaán, donde hoy viven más de 200 000 habitantes [1]. Estos efectos ponen en evidencia las debilidades en materia de organización de territorio y de planificación urbana al nivel de la AMPP [2]. En Haití, el 42 % de la población no tiene acceso al agua potable, y solamente el 28 % dispone de una instalación sanitaria mejorada [3]. Teniendo en cuenta la presión demográfica y el exodo rural sobre esas ya debiles infraestructuras urbanas concediendo una atención particular en los barrios insalubres y en las zonas suburbanas. Es el momento de cuestionar las fallas de planeamiento urbano en la zona capital.

Dicho cuestionamiento sobre el desarrollo urbano y el suministro del agua en Haití, en particular los barrios pobres en formación, encuentra una justificación teórica en la adhesión en 2015 del Estado haitiano a los nuevos objetivos para el Desarrollo sostenible (ODD) de las Naciones Unidas. En efecto, los objetivos 6 y 11 apuntan a: i) Garantizar el acceso de ellos todos al agua y al saneamiento y por ende una gestión sostenible de los recursos en agua, y ii) Asegurarse que las estructuras hidráulicas sean seguros, resilientes y sostenibles y accesibles a todos[4]. En el caso específico de Canaán, el logro de estos ODD impone a priori amplios conocimientos hechos sobre el comportamiento de los usuarios frente del agua y el desarrollo de nuevos enfoques para la gestión de los recursos hídricos. ¿Cómo los habitantes de este barrio se organizan para satisfacer sus necesidades de agua? El objetivo de este estudio fue analizar, a la luz de los resultados de dos estudios de campo, la oferta y la demanda de agua en Canaán.

2. METODOLOGÍA

Un estudio de campo cerca de proveedores o vendedores de agua y otro cerca de los hogares han sido llevados entre febrero y abril de 2016. 240 aguaderos, totalizando un volumen disponible de 2840 m³, han sido cubiertos por la primera investigación. En cuanto a la demanda, un cuestionario ha sido administrado cerca de 439 hogares repartidos entre las seis (6) localidades que constituyen Canaán.

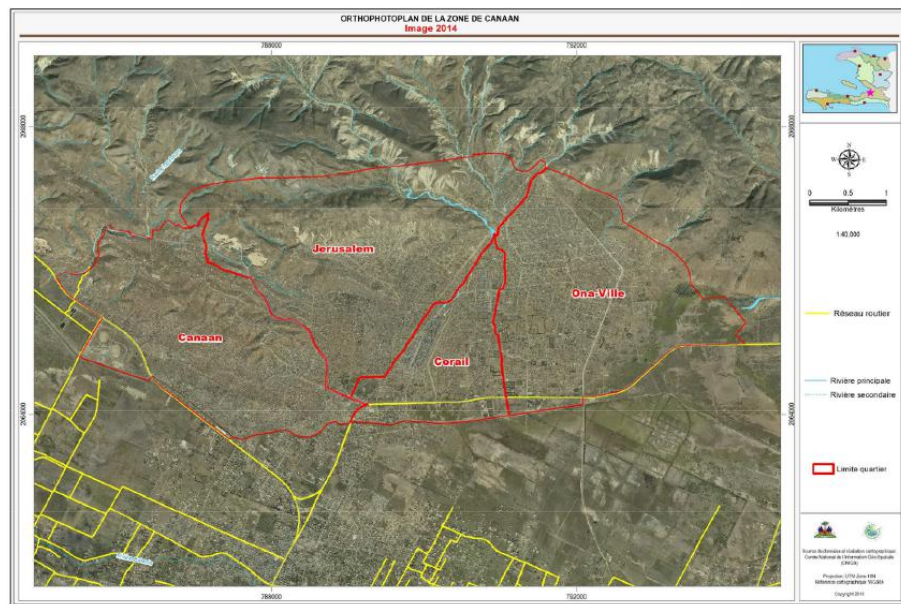


Figura 1: El sitio de estudio

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO

Sobre los 240 aguaderos, solamente 179 o 74.58% han sido retenidos para el análisis estadístico de suministro de agua. La diferencia (61 puntos de agua o 25.42%) no ha

sido analizada a causa de la imposibilidad de obtener las informaciones adecuadas durante la investigación. 71,5% de los 179 puntos de agua consisten en embalses, mientras que los pozos ordinarios representan menos del 3% (o 2,23%) y 3,91% bombas manuales y las obras colectivas de captación de agua de lluvia colectivos menos de 1% (0,56% o aproximadamente 6 de cada 1.000 puntos de agua).

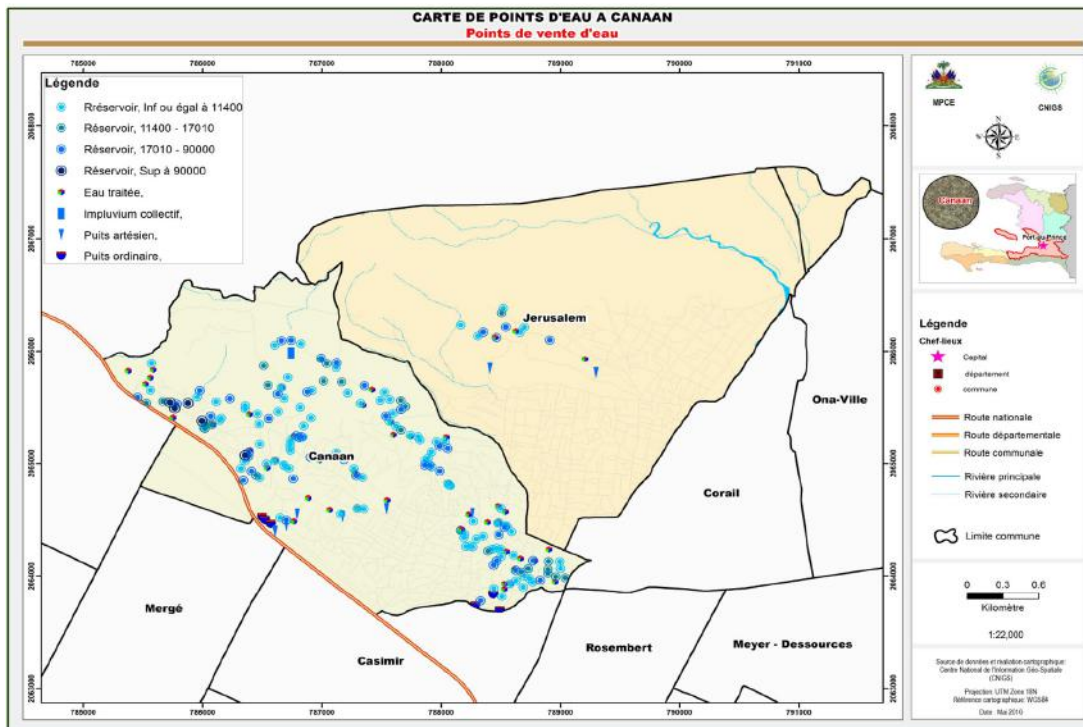


Figura 2: Carta de distribución de los puntos de abastecimiento de agua

En Canaán, el mercado del agua está dividido en dos sectores principales. La primera incluye a los proveedores (los camiones cisternas que vienen de la Plaine du Cul-de-Sac) y los propietarios de los dispositivos de almacenamiento. El segundo consiste en que los propietarios de los mismos tanques de almacenamiento que residen en la zona y las casas de sus respectivas localidades. Para cada uno de esos sectores, los compradores ni los vendedores pueden influir significativamente el precio del agua. Sólo están de acuerdo en el precio del agua en los barrios pobres y la distancia recorrida por los camiones cisterna para suministrar agua. Estructuralmente, el mercado del agua no tratada está ubicado entre el oligopolio y la competencia perfecta.

3.2. LA INCIDENCIA DE LOS GASTOS DE AGUA EN EL PRESUPUESTO DE LOS HOGARES

En Canaán, el agua representa más de 5 % del presupuesto de consumo diario para cerca del 93 % de los hogares que se proporciona agua tratada como agua de bebida, y menos de 5 % del presupuesto concedido a los gastos para los hogares que únicamente utilizan agua no tratada. El costo promedio del agua tratada en el consumo diario de los hogares representa 13.5 % del presupuesto familiar. Por falta de informaciones precisas sobre los ingresos familiares, el salario del jefe de hogar ha sido considerado para evaluar el costo del agua en porcentaje sobre la renta mensual del hogar. Para 166

hogares retenidos, el agua representa en promedio el 16 % de los ingresos del jefe de hogar. Para el 25 % de los hogares, el peso del agua en porcentaje de la renta mensual es superior al 24 %.

CONCLUSIÓN

Canaán dispone de muy pocos recursos en agua. En la ausencia de los servicios sociales básicos, incluyendo un suministro público de agua potable, la población se organizó y llevó agua en camiones cisterna que abastecen a 167 tanques de almacenamiento. Globalmente, esta actividad es una fuente de empleo e ingresos para una parte de la población. El servicio de agua es proporcionada por el mercado, y colleva una lógica de mercado. El precio de venta y de compra, así como la frecuencia de abastecimiento varían según la localidad.

Entre las diferentes variables de promedio, el precio de venta y la frecuencia de abastecimiento permanecen las principales variables que establecen una discriminación entre las localidades para la oferta sobre el mercado del agua en Canaán.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a las Éditions Pédagogie Nouvelle S.A. (Haiti) y la Unión Europea (Programa de investigación en el sector urbano – Contrato de subvención: FED/2015/360-478), por el financiamiento de este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Jérôme Y., Emmanuel E., Roy P.-M., Bodson P. The issue of water in the slums development in Haiti: a case study from Canaan. (Submitted: AQUA-LAC, Journal of the International Hydrological Programme of UNESCO for Latin America and Caribbean, juillet, 2016).
- [2] Bras, A., Kern, A. L., Lucien, G. E., & Emmanuel, E. (2016). Poor Neighbourhood and Natural Disaster: The Environmental Situation of the Cité l’Eternel in Port-au-Prince, Haiti. In Learning from the Slums for the Development of Emerging Cities (pp. 81-91). Springer International Publishing.
- [3] UNICEF and WHO. 25 years Progress on Sanitation and Drinking Water – 2015 update and MDG assessment. Geneva : World Health Organization, 2015, 90p. ISBN 9 789241 509145
- [4] ONU. Objectifs du développemnt durable. Disponible sur : <http://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/summit/> . Consulté le 22 juillet 2016.

NOTAS

I.2 - EL ACCESO DE LOS HABITANTES DE LA ZONA DE CARREFOUR-FEUILLES (PUERTO PRÍNCIPE) A LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO: MIRADAS CRUZADAS SOBRE LOS SISTEMAS FORMALES E INFORMALES.

Anie Bras, Anne-Laurence Verret, Osnick Joseph

Dra. Anie BRAS es profesora en la Universidad de Quisqueya (UniQ). Ella es directora del Centro de Investigación y de Apoyo a las Políticas Urbanas (CRAPU). Conjuntamente con el director del CODEV de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), ella anima el equipo de investigadores de la uniQ, involucrados en el proyecto europeo en el campo urbano. Ella se especializa en el Medio Ambiente / Limpieza Urbano y es autora de varios artículos sobre este tema. La Doctora BRAS es miembro regular de la Asociación de Haití «Mujer, Ciencia y Tecnología». La Doctora BRAS es la coordinadora del programa de doctorado en Estudios Urbanos de la Universidad de Quisqueya.

Anne-Laurence VERRET es arquitecta de formación, se graduó de la Universidad Quisqueya (uniQ). Tiene un Máster 2 en Urbanismo y Organización del Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas (INSA) de Lyon, así como un DPEA en Construcciones Parasísmicas de la Escuela Nacional Superior de Arquitectura (ENSA) de Marsella. La señorita VERRET es doctorante en Estudios Urbanos en la Escuela Doctoral Sociedad y Medio ambiente de la uniQ. La tesis de la señorita VERRET, llevada a cabo dentro de Réseau d'Excellence des Sciences de l'Ingénieur de la Francophonie (RESCIF), se efectúa alternativamente entre el Centro de Investigación y de Apoyo a las Políticas Urbanas (CRAPU) de la uniQ y el CODEV de la École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Está dirigida por los Profesores Jean-Claude BOLAY (EPFL) y Evens Emmanuel (uniQ). Ella es un miembro regular de la Asociación de Haití «Mujer, Ciencia y Tecnología».

RESUMEN

En Carrefour-Feuilles, una reagrupación vasta de barrios del municipio de Puerto Príncipe, el servicio público formal apenas alimenta a la población en agua potable y de saneamiento. Los hogares compran en promedio 121,8 litros de agua por día y el costo de adquisición representa del 15 al 20% de la canasta de consumo. En este artículo se va, a la luz de las encuestas cuantitativas y cualitativas, analizar el funcionamiento y la interacción entre estos dos sistemas, formales e informales.

1. INTRODUCCIÓN

En Haití, el abastecimiento de los servicios públicos de base se realiza en un contexto de fuerte crecimiento de la población yuxtapuesto a las condiciones de pobreza socioeconómicas y urbanas alarmantes. Menos de 50 % de la población tiene acceso al agua potable y de saneamiento, sea una de las tasas de acceso más bajas de América Latina y del Caribe. En efecto, lejos de mejorarse, el acceso a sistemas de saneamiento está disminuyendo año tras año en términos relativos que pasan del 19 % en 1990 a cerca del 10 % en 2008 por el medio rural, y del 44 % al 24 % para el medio urbano para el mismo período².

Después del terremoto del 12 de enero de 2010, la infraestructura de saneamiento, ya insuficiente, se encontró a menudo destruida o disfuncional, ampliando los retos creados por el terremoto en este subsector. En Carrefour-Feuilles, una amplia agrupa-

² (Ver : <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Metadata.aspx>)

ción de barrios del municipio de Port-au-Prince, con una población de más de 200.000 habitantes, el servicio público y formal puede a penas proveer la población en agua y saneamiento. Esto afecta a la naturaleza y la continuidad de los servicios prestados y los resultados en una distribución desigual de los servicios públicos - cuando existen - muy baja cobertura a las necesidades [1]. La población está por lo tanto obligada a buscar otras fuentes de abastecimiento, en particular con una oferta informal.

Uno podría preguntarse por qué esta oferta se describió como informal y ¿En qué consiste? ¿En cuál medida la oferta informal de servicios puede compensar el déficit del sistema formal en Carrefour-Feuilles?

2. METODOLOGÍA

Aparte del análisis de la literatura existente, esta investigación se llevo a cabo con conversaciones exploratorias con algunos actores de ambos sistemas, con un estudio de campo realizado mediante un cuestionario [3], el cual ha sido administrado una muestra de cerca de 285 jefes de hogares. El campo de estudio es a la vez amplio y heterogéneo, y se divide en tres bloques ó áreas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 LOS GASTOS DE AGUA EN CARREFOUR-FEUILLES

Los resultados de las entrevistas y la encuesta mostraron que los hogares compran en promedio 121,8 litros de agua por día y el costo de suministro de agua puede ser de entre 15 a 20% de la canasta de consumo. El precio medio del cubo de 18,9 litros, especialmente en periodos secos puede variar entre 10 a 38 gourdes en el sector informal. Es importante observar que en un radio de 50 metros, el 56.57 % de los hogares consiguen alguien donde puede comprar agua. En este sentido, la oferta informal no es más accesible financieramente a “todos”, pero la demanda que encuentra esta oferta viene de un arbitraje entre “poder de compra” versus “distancia” o de una elección guiada por la necesidad de satisfacer y su plazo que conduce un hogar a priorizar un consumo presente a mayor costo que de esperar un consumo futuro menos oneroso.

3.2 OFERTA DE SERVICIO EN EL DOMINIO DEL AGUA: LO FORMAL Y LO INFORMAL

Globalmente, la oferta formal es insuficiente para satisfacer la demanda de la población, este déficit es colmado por la oferta informal de servicio, sobre todo por las personas que revenden el agua por cubo (por bokit o por drum). En efecto, el 51 % de los hogares interrogados tienen acceso a la oferta de servicio público formal (directo o indirecto), el 39 % de ellos tienen una conexión privada. Por el contrario, el 49 % de los hogares interrogados tienen solamente la elección de la oferta informal. Sin embargo, hay que destacar que muchos de los que tienen acceso al servicio público formal, sobre todo en temporada seca, recorren al sistema informal. Es decir que la oferta formal registra regularmente variaciones en la distribución, este factor introduce una incertidumbre respecto al tiempo que habrá que esperar esta oferta; en tal caso la necesidad urgente se convierte automáticamente en una solicitud para cumplir con la oferta informal. El 23.2 % de los hogares interrogados dicen recurrir exclusivamente al sis-

tema formal. De costumbre se trata de propietarios que disponen de un depósito y una conexión privada. Con respecto a la oferta de servicios versus la zona de vivienda, los resultados mostraron que, en el centro de Carrefour-Feuilles, el 65,3% de los hogares tienen acceso al suministro directo o indirecto de los servicios formales, mientras que esta proporción es inferior al 50% en las zonas periféricas.

3.3 EL SECTOR DEL SANEAMIENTO EN ENCRUCIJADA HOJA UN MERCADO QUE HAY QUE TOMAR

En el área de saneamiento, especialmente en relación con la evacuación de los residuos sólidos, el 82% de los jefes de hogares encuestados vierten sus residuos en «cualquier lugar» (barranco, terrenos baldíos, carretera...). Esto refleja que el suministro de los servicios de recogida de residuos sólidos ya sea formal o informal, es prácticamente inexistente. En lo que tuvo relación con la descarga de las fosas, existen unos actores que evolucionan en el sector informal, y en este caso, el 7,7% de los interrogados afirman que recurren a ellos.

4. CONCLUSIÓN

A la luz de los datos recogidos, parece que las necesidades de agua de la población Carrefour-Feuilles son satisfechas gracias a la complementariedad o la superposición de ambas ofertas de servicio, el formal, pero principalmente del informal. Observamos, así como menos del 30% de la población que vive en la zona de Carrefour-Feuilles son abonados al servicio formal de distribución de agua (sector público). Este resultado lleva a interrogar las pérdidas en términos de ingresos para la administración pública, pero también sobre la calidad del agua distribuida versus las enfermedades de orígenes hídricos en esta porción del territorio, ya que la proporción del mercado que escapa del control del Estado representa cerca del 70 %, y que la existencia de esta situación es vinculada a un contexto de carencia fuerte de servicio de saneamiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Unión Europea (Programa de investigación en el sector urbano – Contrato de subvención: FED/2015/360-478), por el financiamiento de este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Bras, A., Kern, A. L., Lucien, G. E., & Emmanuel, E. (2016). Poor Neighbourhood and Natural Disaster: The Environmental Situation of the Cité l’Eternel in Port-au-Prince, Haiti. In Learning from the Slums for the Development of Emerging Cities (pp. 81-91). Springer International Publishing.
- [2] OUELLET G., Méthodes quantitatives en Sciences humaines, Ed. Les Griff. D’Arg., Québec, 1989, 308 p.

II - CALIDADES MICROBIOLÓGICAS Y FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO

II.1 - EVALUACIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD DE *CRYPTOSPORIDIUM* EN AGUAS SUBTERRÁNEAS: ESTUDIO DE CASO: LES CAYES, HAITÍ.

Ketty Balthazard-Accou

La Doctora Ketty BALTHAZARD-ACCOU, es profesora en el Laboratorio de Calidad del Agua y del Medio ambiente (LAQUE) de la Universidad Quisqueya. Ella tiene un Máster en ecotoxicología, medio ambiente y gestión de las aguas de la Universidad Quisqueya. Realizó, en el marco de una cotutela de tesis entre la Universidad Quisqueya y la Universidad Picardía Jules Verne, su doctorado sobre la evaluación de los riesgos microbiológicos del agua contaminada por los parásitos. Dra. BALTHAZARD-ACCOU asegura la coordinación de la Asociación Haitiana « Mujeres, Ciencia y Tecnología », y es miembro de la Junta Directiva del Observatorio sobre la calidad microbiológica del agua dulce en las grandes ciudades de Haití, programa de investigación del LAQUE. Su tema de investigación es la evaluación de los riesgos ambientales para el agua. La Doctora Ketty BALTHAZARD-ACCOU es la Coordinadora del programa de formación doctoral en Medio ambiente de la Universidad Quisqueya.

RESUMEN

El objetivo de este estudio es presentar: (i) los pasos de un procedimiento para evaluar los riesgos para la salud humana asociados con el consumo de oocistos de *Cryptosporidium* en las aguas destinadas al consumo humano; y (ii) la aplicación de este procedimiento a las aguas subterráneas en la ciudad de Les Cayes en Haití. Alto riesgo se caracteriza por los inmunocomprometidos de la población expuesta.

Palabras Clave *evaluación de riesgos biológicos, Cryptosporidium spp, aguas subterráneas, Cayes (Haití).*

1. INTRODUCCIÓN

El *Cryptosporidium parvum* es un unicelular patógeno que infecta el intestino de una variedad de animales salvajes y domésticos [1] humano [2]. La infección se produce por la ingestión de alimentos o agua contaminados con oocistos. [3] En Haití, los oocistos de *Cryptosporidium* fueron encontrados en varias ciudades en las aguas superficiales y de las aguas destinadas al consumo humano [3, 4, 5, 6]. Los recursos de agua contaminados con los oocistos representan un peligro potencial para la salud humana, especialmente para la salud de los inmunocomprometidos. El objetivo de este estudio es presentar: (i) los pasos de un procedimiento para evaluar los riesgos para la salud humana asociados con el consumo de aguas subterráneas contaminadas con los oocistos de *Cryptosporidium*; y (ii) la aplicación de este procedimiento para el agua subterránea en la ciudad de Les Cayes, en Haití.

2. TEMATICAS Y MÉTODOS

2.1. FORMULACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS PARA LA SALUD ASOCIADOS CON EL CONSUMO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS CONTAMINADAS

La figura 1 describe las condiciones de contaminación de las capas de agua subterránea en Haití

La figura 2 expresa como un metodo adaptado de evaluacion de riesgos puede apoyarse en un « Modelo conceptual »

La figura 3 presenta un diagrama de flujo incluyendo una analisis del plan de indentificación de riesgos

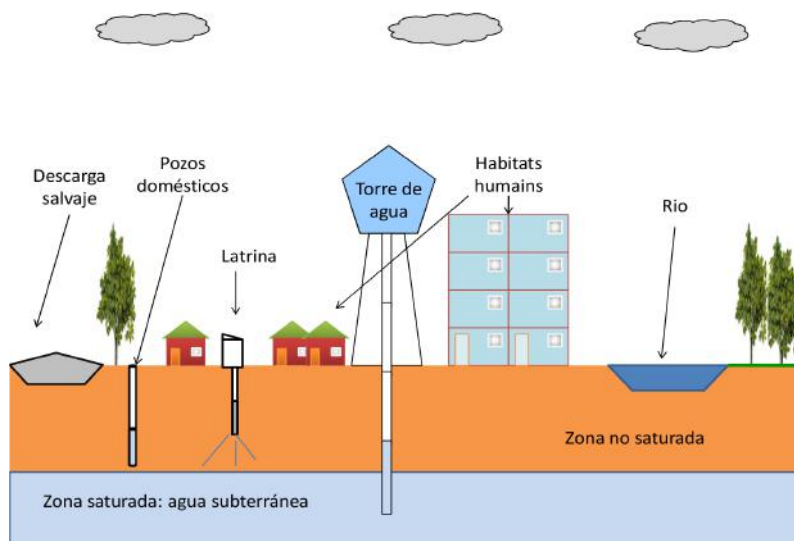


Figura1: Representación gráfica del escenario estudiado

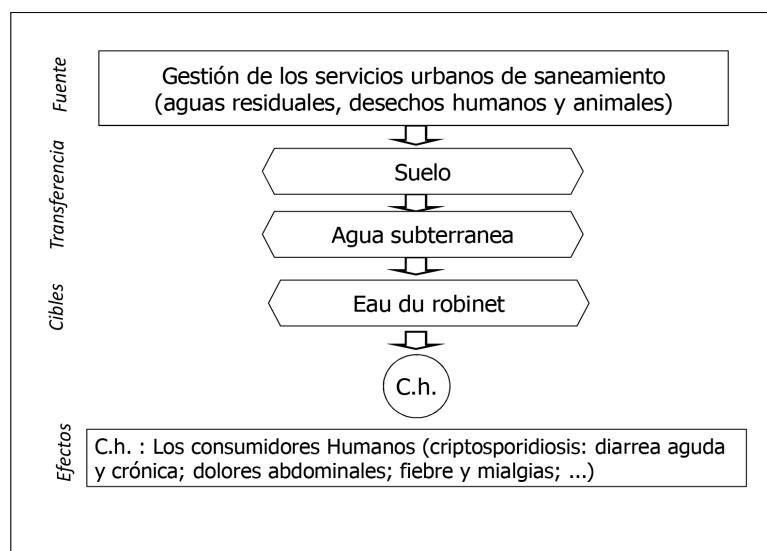


Figura 2: Modelo Conceptual del escenario estudiado

2.2. CARACTERIZACIÓN DE LA EXPOSICIÓN Y LA DOSIS MEDIA DIARIA

Cinco puestos de distribución de agua (CA03, CA05, CA07, CA09, CA13) fueron seleccionados para la toma de muestras con el fin de caracterizar la existencia del *Cryptosporidium parvum* en las aguas destinadas al consumo humano. Una muestra total de 2 litros de agua por día por adulto, y 0,75 litros por día por niño ha sido recogida representando el volumen diario [8].

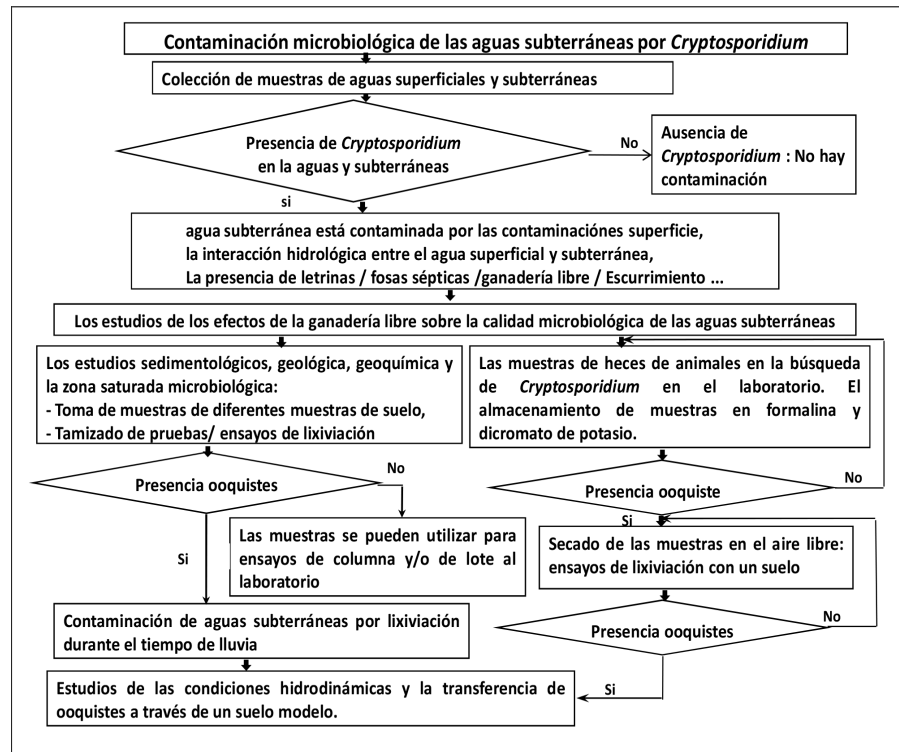


Figura 3: Diagrama de flujo desarrollado para esta evaluación de riesgos

2.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS RIESGOS MICROBIOLÓGICOS

El modelo de distribución "exponencial" ha sido utilizado [9]:

$$P_{inf} = 1 - \exp(-rD) \quad \text{Con } D = \mu \cdot v$$

Eq.1

El riesgo de un año de exposición se calcula mediante la expresión [9]:

$$P_{ann} = 1 - \exp(-rD_{365}) \quad \text{O} \quad P_{ann} = 1 - (1 - P_{inf})^{365}$$

Eq.2

3. RESULTADOS Y INTERPRETACIONES

Los riesgos biológicos debido a la presencia de oocistos de *Cryptosporidium* detectados en las muestras estudiadas están por encima del nivel aceptable de riesgo de infección por 10-4 por persona por año, o una persona por cada 10 000 [10]. Por otra parte, los resultados son tan altos como los obtenidos en las aguas destinadas al consumo humano en Puerto Príncipe. [4] En el caso específico de las aguas subterráneas en la ciudad de Les Cayes, es una situación de investigación interesante estudiar, en el marco de la aplicación de nuevos métodos de tratamiento, la eficacia de las zeolitas

en la adsorción de oocistos. De hecho, las zeolitas son excelentes intercambiadores de iones [11], su aplicación en el proceso de tratamiento de agua contaminada con oocistos probablemente puede lograr un mayor nivel de retención llegando al 91%.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer al Institut de recherche pour le Développement (IRD, Francia), a través de la JEHA1-GRESH por el financiamiento de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1]. Kim H.N., Hong Y., Lee I., Bradford S.A., Walker S.L. 2009. Surface characteristics and adhesion behavior of *Escherichia coli*. O157:H7: role of extracellular macromolecules. *Biomacromolecules* 10, 2556–2564.
- [2]. Liu Y. 2012. Roles of Surface Interaction on *Cryptosporidium parvum* Oocysts Transport in Subsurface Environment. PhD's dissertation. University of Illinois at Urbana-Champaign, p. 131.
- [3]. Brasseur P, Agnamey P, Emmanuel E, Pape JW, Vaillant M, Raccurt CP. 2011. *Cryptosporidium* contamination of surface and water supplies in Haiti. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 66, 12–16.
- [4]. Bras A., Emmanuel E., Obiscon L., Brasseur P., Pape J.W., Raccurt C.P. Evaluation du risque biologique dû à *Cryptosporidium* sp présent dans l'eau de boisson à Port-au-Prince, Haïti. *Environnement, Risques et Santé*, 2007, vol. 6, pp. 355-364.
- [5]. Balthazard-Accou K., Emmanuel E., Agnamey P., Brasseur P., Lilite O., Totet A., & Raccurt C.P. (2009). Presence of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in the surface water and groundwater in the City of Cayes, Haïti. *Aqua-Lac, Journal of the International Hydrological Programme for Latin America and Caribbean*, 1(1), 63-71.
- [6]. Damiani C., Balthazard-Accou K., Clervil E., Diallo A., Da Costa C., Emmanuel, E., Totet A., Agnamey P. (2013). *Cryptosporidiosis* in Haiti: surprisingly low level of species diversity revealed by molecular characterization of *Cryptosporidium* oocysts from surface water and groundwater. *Parasite*, 20, 45. <http://doi.org/10.1051/parasite/2013045>
- [7]. USEPA. 1998. Guidelines for ecological risk assessment. Washington, DC: Risk Assessment Forum, U.S. Environmental Agency, 114p. (EPA/630/R-95/002F).
- [8]. Fawell J., Young W. Exposure to chemicals through water. In: IEH, editor. *Exposure assessment in the evaluation of risk to human Health. Report of a Workshop Organised by the Risk Assessment and Toxicology Steering Committee*. Leicester: Institute for Environment and Health, 1999, 22-23 p.
- [9]. Haas C.N., Rose J.B., Gerba C.P. *Quantitative Microbial Risk Assessment*. New York: Wiley, 1999, 449 p.
- [10]. Macler B.A., Regli S. Use of microbial risk assessment in setting United States drinking water standards. *International Journal of Food Microbiology*, 1993, vol. 18, pp. 245-56.
- [11]. Roque-Malherbe R.M, Ducongé J.J., Valle WD., Toledo E. Lead, copper, cobalt and nickel removal from water solutions by dynamic ionic exchange in LECA zeolite beds. *International Journal of Environment and Pollution*, 2007, Vol. 31, pp. 292-303.

NOTAS

II.2 - REPARTICIÓN DE LOS MICROORGANISMOS PATÓGENOS EN LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE PUERTO PRÍNCIPE.

Elmyre Clervil et Ketty Balthazard-Accou

Elmyre CLERVIL es ingeniera civil y tiene un Máster en ecotoxicología, medio ambiente y gestión de las aguas de la Universidad Quisqueya. Trabajando desde más de 7 años en el campo de la gestión del agua en Haití, ella es actualmente una estudiante de doctorado en la Escuela doctoral Sociedad y Medio Ambiente. Ella realiza sus investigaciones en el Laboratorio de Calidad del Agua y Medio Ambiente (LAQUE) de la Universidad Quisqueya. Sus enfoques de investigación incluyen la microbiología del agua - los procesos de tratamiento de agua y las evaluaciones ambientales. Ella es un miembro regular de la Asociación de Haití «Mujer, Ciencia y Tecnología».

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar la contaminación de las aguas destinadas al consumo humano, aguas superficiales y subterráneas en la región metropolitana de Puerto Príncipe (RMPP). Así, los principales indicadores de contaminación fecal (bacterias, virus, protozoa) fueron utilizados en las colectas de muestras de agua en varios lugares de la MRPP.

Palabras Clave *bacterias, protozoa, virus, microorganismos patógenos, microbiología acuática, los recursos hídricos, Puerto Príncipe (Haití).*

1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades relacionadas con la contaminación ambiental por microorganismos son comunes en países en vía de desarrollo, en particular aquellas debidas a la bacteria, virus y protozoa transmitido por mar [1]. Ahora la mayoría de los agentes patógenos contenidos en el agua utilizada para la tomar y varias necesidades de la vida, viene de una contaminación fecal de origen humano, pero también de origen de animal. El impacto de estas infecciones es fulminante para la gente. Muchos investigadores han observado que las mujeres embarazadas, los recién nacidos y los inmunocomprometidos son los grupos más sensibles a tales enfermedades [2]. Para evaluar el riesgo microbiológico que se relaciona con el agua potable, los indicadores microbiológicos de contaminación fecal entonces son ampliamente utilizados [3].

En Haití, la exposición de la población al agua potable contaminada con microorganismos patógenos y la evaluación del riesgo biológico fueron objeto de varios estudios. El riesgo de contaminación fecal del medio ambiente es particularmente alto. Por ejemplo El profesor Evens Emmanuel et al. [4] detecta un número más probable (NMP) de 700 coliformes fecales por 100 ml en aguas subterráneas de la Plaine Cul-de-sac en el departamento occidental de Haití. Estos valores, ampliamente por encima de 0 NMP / 100ml, destacan la existencia de un peligro microbiológico en el agua potable para la salud de los consumidores. Damiani et al. [5], mostró que en Haití la cryptosporidiosis es responsable de la mayor parte de diarreas en niños bajo 5 años, pacientes de VIH, la gente que vive en condiciones socioeconómicas difíciles, especialmente aquellos que consumen los alimentos y el agua contaminados por oquistes

de *Cryptosporidium* [5]. Guerrero-Latorre et al. [6], también han demostrado la alta contaminación fecal por los virus. La presencia de adenovirus, de poliomavirus, la hepatitis A y E del virus y el norovirus ha sido observada en los principales recursos hídricos de la zona metropolitana de Puerto Príncipe [6].

2. METODOLOGÍA

Este trabajo se enfocó en el estudio de la contaminación fecal de los recursos hídricos para el consumo humano de la RMPP mediante el uso de los principales marcadores de contaminación fecal, como *Esherishia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhosa*, *Streptococcus faecalis*, así como los ooquistes de *Cryptosporidium*. Las muestras de agua han sido colectadas de los tanques de almacenamiento de agua destinados al consumo humano en el RMPP. El método de filtración por membrana en medio seco ha sido utilizado (Tabla 1) y los resultados obtenidos son expresados en UFC / 100 ml (unidades formadoras de colonias por 100 ml).

Tabla 1: Especificaciones analíticas para los parámetros bacteriológicos

Parametros	Medio <i>Sartorius Stedim</i>	Membrana <i>SartoriusStedim</i> (Porosidad 0.45 µm)	Incubación a 37 °C (Hours)	Observación
<i>E. coli</i>	Endo/ 14053-47N	13906-47ACN	24	Colonias de color rojo oscuro
<i>P. aeruginosa</i>	Cetremide/ 14075-47N	13906-47ACN	48	Colonias azules

Se detectaron los ooquistes de *Cryptosporidium* (*Cryptosporidium sp.*) en los recursos hídricos de RMPP. Las muestras fueron tomadas en los tanques de agua y pozos utilizados para abastecer a la población del campo de estudio. El método de filtración estándar, la elución y la concentración de ooquistes y quistes por separación inmunomagnética junto con inmunofluorescencia han sido utilizados para detectar y contar los ooquistes de *Cryptosporidium*. Los resultados obtenidos se expresan como el número de ooquistes por 100 l de agua.

3. RESULTADOS

Se contó un promedio de 250 UFC / 100 ml de bacterias en las muestras estudiadas de agua. Ooquistes de *Cryptosporidium* que van de 6 a 233 por 100 litros de agua han sido detectados en las muestras. Esto demuestra un grado bastante alto de contaminación de los recursos hídricos usados para el consumo humano en la RMPP.

INTERPRETACIONES

Estos resultados muestran una fuerte contaminación fecal en los principales recursos de agua analizadas. Esto puede ser un riesgo importante para la salud humana. Sin embargo, será necesario en el futuro averiguar estos datos, mediante el desarrollo del observatorio sobre la calidad microbiológica de los recursos de agua dulce, y también añadir el *vibrio Cholerae* como uno de los marcadores. De hecho, desde octubre de

II.3 - EXISTENCIA DE FLÚOR Y ARSÉNICO EN LAS AGUAS DESTINADAS AL CONSUMO HUMANO EN LA ZONA METROPOLITANA DE PUERTO PRÍNCIPE

*Franciot Wanelus, Ketty Balthazard-Accou, Vincent Debbaut
et Evens Emmanuel*

Franciot WANELUS es Ingeniero-agrónomo. Él tiene un Máster de Especialización en Ciencias y Gestión del Medio ambiente en los Países en vía de desarrollo (MS SGE/PED) de la Universidad de Lieja (ULg-Bélgica). Su campo de investigación se refiere a la calidad físico-química de las aguas destinadas al consumo humano. Él está particularmente interesado en la «Identificación del flúor y del arsénico en agua potable», temática sobre la cual trabaja en el Laboratorio de Calidad del Agua y del Medio ambiente (LAQUE) de la Universidad Quisqueya (uniQ-Haití) y Laboratorio de Recursos Hídricos de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Lieja.

RESUMEN

Este estudio propone caracterizar el arsénico y el flúor en las fuentes de agua explotadas en la Región Metropolitana de Puerto Príncipe (RMPP). Una colecta de muestras ha sido realizada durante los meses de Marzo y Abril 2016. Los resultados muestran que el agua destinada al consumo humano en la RMPP presenta un contenido en flúor entre 0,1 - 0,32 mg/l para el fluor y de 0,11 a 0,29 µg/l para el arsénico.

Palabras Clave *flúor, arsénico, agua de bebida, salud pública, riesgo sanitario, RMPP.*

1. INTRODUCCIÓN

Las sustancias inorgánicas naturales en el agua pueden, en ciertas concentraciones, tener efectos adversos sobre la salud humana causar enfermedades agudas y crónicas. Esta clase de enfermedades en Haití siguen insuficientemente documentadas hasta la fecha. Entre estas sustancias inorgánicas, el arsénico y el flúor son omnipresentes en el medio ambiente. Ellas pueden encontrarse en concentraciones importantes en las aguas subterráneas. La exposición al arsénico, ha sido identificada como el segundo problema mundial más importante de salud en el abastecimiento de agua subterránea después de la contaminación por organismos patógenos [1]. El flúor, por su parte, se revela uno de los problemas de salud pública que particularmente afecta a los niños [2], y esto a nivel mundial. Con el fin de proteger los consumidores, la Organización Mundial de la Salud (OMS) fija valores de referencia que respectivamente son 10 µg/l y 1,5 mg/l para el arsénico y el flúor. Además, estos parámetros son temas de preocupación especial con el fin de evidenciar sus efectos dañinos. Este estudio identifico el flúor y el arsénico en cinco puntos de aguas explotados por la Dirección Nacional del Agua potable y del Saneamiento (DINEPA) en la Región Metropolitana de Puerto Príncipe (RMPP).

TEMÁTICAS Y MÉTODOS

La RMPP, (152,02 km²), consiste en seis municipios: Puerto Príncipe, Pétiion-Ville, Delmas, Carrefour, Tabarre y Cité-Soleil. La temperatura media anual es de 26,15°C con máxima en julio y agosto y mínima en enero. La geología está dominada sobre todo por rocas calizas, margas, aluviones y materiales detríticos (Figura 1). Este estudio únicamente se concentra sobre tres (3) de los seis (6) municipios arriba mencionados: Puerto Príncipe, Pétiion-Ville et Tabarre. Del 29 de marzo al 04 de abril de 2016, se llevó a cabo una campaña de muestreo. Veinticinco (25) muestras han sido tomadas en cinco (5) lugares (cuatro fuentes y un pozo). Dos tipos de frasco en polietilenos con un volumen de 100 ml para los análisis del arsénico y del flúor han sido utilizados. Las concentraciones en arsénico han sido determinadas por el método de espectrometría de masa (ICP/MS AGILENT 4100) de acuerdo con la norma 17294-2 ISO y los iones de fluor han sido dosificados por ionometria (0 - 1 mg / L) con la ayuda de un electrodo combinado Metrohm (6.0502.150) y un electrodo de referencia Metrohm (6.0726.100) de acuerdo con la norma NF T 90-004. Las figuras 1 y 2 muestran la distribución de muestras.

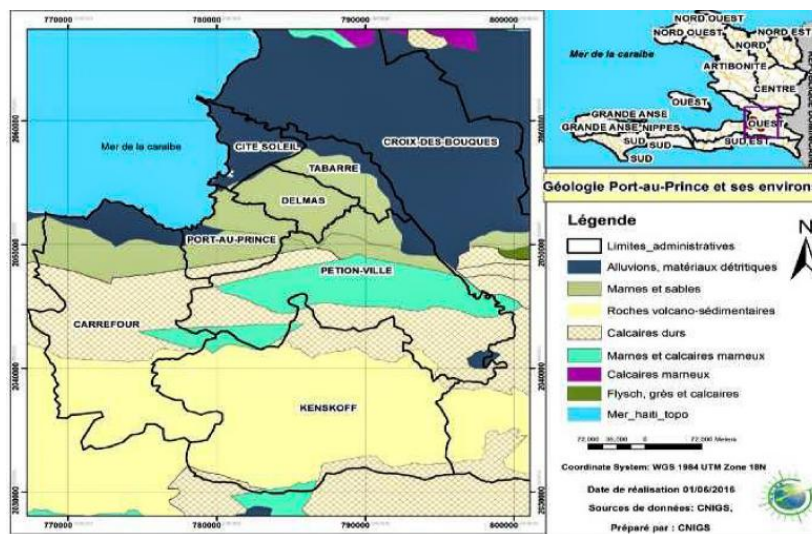


Figura 1: Carta geológica de la RMPP

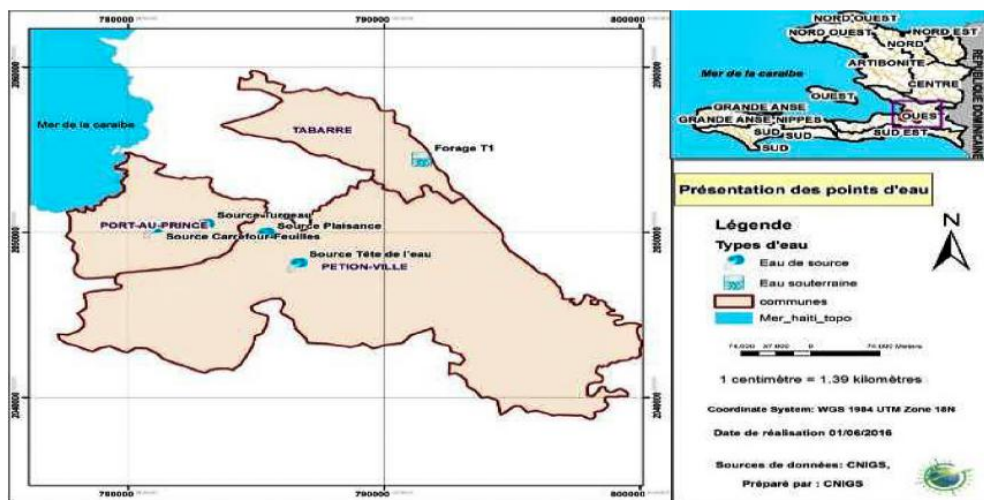


Figura 2: Areas de muestreo

RESULTADOS Y INTERPRETACIONES

La Tabla 1 resume las concentraciones mínimas y máximas obtenidas para el flúor y arsénico, mientras que la Figura 3 muestra las variaciones de los valores promedios de estos dos « elementos » en las muestras estudiadas.

Tabla 1: Resultados del arsénico y del flúor

Parámetros	F. Turgeau		F. Carrefour-Feuilles		F. Plaisance		F. Tête de l'eau		Pozo T1		n
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Arsénico (µg /L)	0,21	0,26	0,17	0,2	0,26	0,29	0,17	0,24	0,1	0,13	5
Flúor (mg/L)	0,31	0,32	0,19	0,2	0,1	0,11	0,1	0,11	0,16	0,19	5

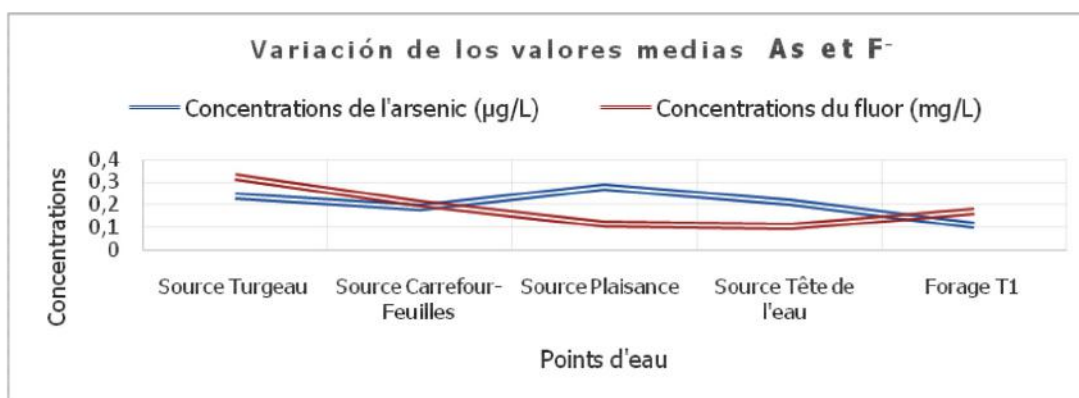


Figura 3: Variación de los valores promedios del arsénico y del flúor en las muestras

Los contenidos en arsénico se situaban entre 0,1 y 0,29 µg/l y los iones de fluor entre 0,1 y 0,32 mg/l. Estos dos parámetros presentaron una correlación negativa estadísticamente significativa ($r=-0,27$). Esto significa que otros contaminantes tóxicos también pueden estar presentes. Conviene anotar que las concentraciones en iones fluoruros de 0,05 mg/l, 0,26 mg/l y de 0,08 mg/l respectivamente han sido reveladas en las fuentes de de Tête de l'eau, Turgeau y fuente Plaisance (Petion-Ville) [3]. El presente estudio confirma estos resultados. ASTDR [4], subraya el desarrollo de enfermedades de tipo crónico con una exposición prolongada de 0,3 µg/kg / por día en un período de un año. El contenido promedio se encuentra en esos límites. Igualmente, WHO [5], anticipa de que una concentración de fluor de menos de 0,7 mg/l puede causar caries en los dientes que afectan especialmente a los niños, especialmente en las zonas dominadas por los acuíferos carbonatados.

CONCLUSIÓN

Este estudio se llevó a cabo durante un solo periodo. Será en el futuro confrontar estos resultados con otras muestras. También se buscaran muestras en otras áreas en temporadas secas y lluviosas y se incluiran nuevos parametros.

III – IMPACTOS DE LOS EFLUENTES URBANOS SOBRE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

III.1 - EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS ECOTOXICOLÓGICOS DE LOS METALES PESADOS CONTENIDOS EN LOS EFLUENTES URBANOS EN LA BAHÍA DE PUERTO PRÍNCIPE

Arnoux Lefranc, Evens Emmanuel et James Féthière

Arnoux LEFRANC es odontólogo diplomado de la Facultad de Odontología de la Universidad estatal de Haití (UEH). Esta realizando una maestría en ciencia de la educación, la orientación biología y ciencias de la vida en el Instituto de las Ciencias, las Tecnologías y los Estudios Avanzados de Haití (ISTEAH). Bajo la dirección del profesor Evens Emmanuel (Universidad Quisqueya) y del profesor James FÉTHIÈRE (Profesor en la Universidad de Montreal y en el ISTEAH y Director científico de IniXium). El profesor Lefranc trabaja en la evaluación de los riesgos ecotoxicológicos de los metales pesados contenidos en los efluentes urbanos en el ecosistema marino.

RESUMEN

En Haití, los efluentes urbanos son rechazados la mayoría de las veces en los cuerpos de agua sin ningún tratamiento previo. Estamos asistiendo a una degradación de los ecosistemas marinos. En este trabajo, procedimos a la evaluación los riesgos ecotoxicológicos de los metales pesados (Cu, Pb, Ni) contenidos en los efluentes urbanos sobre los organismos acuáticos de la bahía de Puerto Príncipe. Los riesgos ecológicos significativos han sido estimados.

Palabras Clave *riesgo ecotoxicológico, metales pesados, los efluentes urbanos, Asterionella glacialis, Asterionella japonica, Isochrysis galbana, Cancer anthonyi, Mysidopsis intii, Bahía de Puerto Príncipe.*

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales preocupaciones de la sociedad actual es la protección del medio ambiente. En Haití, el aspecto de la protección de los sistemas acuáticos es casi inexistente, al menos, la legislación sobre este tema no esta claramente definida o no se aplica de manera adecuada [1]. La mala gestión de los efluentes urbanos provoca la contaminación de los recursos hídricos [2]. Concentraciones de 500 mg de Cu/l y 700 mg de Pb / l se midieron en las aguas residuales generadas por las fábricas de pintura en Puerto Príncipe [3]. Además, concentraciones de DQO (611 mg/l), cromo (234 µg/l), níquel (128 µg/l) y plomo (31 µg/l) fueron medidas en los efluentes del hospital de la ciudad de Puerto Príncipe [4]. Estamos asistiendo a una degradación de los ecosistemas marinos [5]. La presencia de metales pesados en el ecosistema marino pone de relieve no sólo los riesgos ecológicos para los organismos acuáticos expuestos, sino también puede generar riesgos para el crecimiento y la reproducción de estas especies. En el contexto ambiental de la zona metropolitana de Puerto Príncipe, parece pertinente hacer la pregunta: ¿Cuál es el nivel de los riesgos ecotoxicológicos a los cuales estan expuestos los organismos acuáticos de la bahía de Puerto Príncipe. Tomando en cuenta los vertidos continuos de los efluentes urbanos contaminados por metales pesados en la bahía? El objetivo de este estudio es evaluar el riesgo ecotoxicológico (ERE) de metales pesados en efluentes urbanos en el medio acuático de la bahía de Puerto Príncipe.

2. METODOLOGÍA

Hemos compilado y ampliado la información disponible sobre el origen de Cu, Pb y Ni en los efluentes urbanos de Puerto Príncipe, así como sus efectos sobre las algas (*Asterionella glacialis*, *Asterionella japonica* et *Isochrysis galbana*) y crustáceos (*Cancer anthonyi* et *Mysidopsis intii*). Hemos introducido esa información en el enfoque general de evaluación de riesgos.

Para determinar la PEC (Predicted Environmental Concentration), la relación de la concentración máxima prevista en la literatura sobre Port-au-Prince y factores de estrés seleccionados (Cu: 500 µg/l, Pb: 1670 µg/l, Ni : 180 µg/l) y se utilizó un factor de dilución de 23.15.

Para estimar el valor PNEC (Previsible Non Effect Concentration), la NOEC (No Observed Concentration Effect) de los contaminantes seleccionados (informó datos toxicológicos: 64 µg de CuSO₄ /l con *Asterionella lacialis*, 60 µg de Pb(NO₃)₂/l para *Asterionella japonica*, 40 µg de NiCl₂/l para *I. galbana*, 3,3 µg de CuCl₂ /l con *Cancer anthonyi*, 10 µg de Pb(NO₃)₂/l con *Cancer anthonyi*, 10 µg de NiCl₂/l para *Mysidopsis intii*) fue presentado al factor de seguridad (o extrapolación) de 500.

Para la caracterización de los riesgos, se utilizaron el enfoque de fondo de la efectividad y la relación PEC/PNEC.

RESULTADOS

Los resultados han llevado a cocientes de riesgo mucho mayores que 1. El riesgo es « inaceptable ». Los organismos acuáticos en la bahía de de Puerto Príncipe están expuestos a riesgos ambientales significativos.

CONCLUSIÓN

Ahora es necesario confirmar estos resultados y mejorar la metodología por la puesta en práctica: i) de varias campañas de muestreo de los efluentes urbanos de Puerto Príncipe para los análisis en laboratorio, ii) de la colecta de información sobre la evolución de la toxicidad a largo plazo de estos agentes contaminadores sobre los cuerpos objetivo, iii) de la identificación y el experimento de procesos que permiten a una gestión eficiente de estos riesgos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores presentan sus agradecimientos al Groupe de Réflexion et d'Action pour une Haïti Nouvelle (Grahn-Monde) por el financiamiento de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Angerville R. Evaluation des risques écotoxicologiques liés au déversement de Rejets Urbains par Temps de Pluie (RUTP) dans les cours d'eau : Application à une ville française et à une ville haïtienne [En ligne]. Thèse : Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2009 [08/12/2009], 475 p.
- [2] PNUE. État et les Perspectives de l'Environnement ; GEO Haïti. Ministère de l'environnement. 2010, 200 p.
- [3] Angerville R., Emmanuel E., Joseph O., Perrodin Y. Ecological risk assessment of heavy metals in paint manufacturing effluents of Port-au-Prince. 2005.

[4] Emmanuel E., Pierre M. G., Perrodin Y. Groundwater contamination by microbiological and chemical substances released from hospital wastewater: health risk assessment for drinking water consumers. *Environment International*, 2009, 35:718–726.

[5] Saffache P. Le milieu marin haïtien : chronique d'une catastrophe écologique. *Études caribéennes* [En ligne], 5 | Décembre 2006, mis en ligne le 04 février 2008, consulté le 06 novembre 2014. URL: <http://etudescaribeennes.revues.org/267>; DOI: 10.4000/etudescaribeennes.267

IV - TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES URBANOS Y GESTIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

IV.1 - EL USO DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES URBANOS.

David Noncent et Osnick Joseph

David Noncent es químico, diplomado de la Escuela Normal Superior de la Universidad de Estado de Haití. Tiene un Máster en química y microbiología del agua. Es doctorante en la Escuela Doctoral Sociedad y Ambiente (EDSE). Lleva sus investigaciones en el campo de la química de las aguas residuales y los procesos de tratamiento, al Laboratorio de Calidad del Agua y del Medio ambiente (LAQUE) de la Universidad Quisqueya.

Dr Osnick JOSEPH es profesor en la Universidad Quisqueya (uniQ), tiene un doctorado en Ciencias Ambientales y es actualmente Director del Laboratorio de Calidad del Agua y del Medio Ambiente (LAQUE). En mayo de 2010, colaboró en la creación de la Maestría profesional en administración y gestión de los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento y en 2012 a la creación de la formación doctoral en medio ambiente de la Universidad de Quisqueya. Dr. JOSEPH produjo en 2015, en colaboración con la Doctora Anie BRAS y el Profesor Evens EMMANUEL, el libro «Introducción a la Ciencia del Medio Ambiente». Dr. Osnick JOSEPH es miembro fundador de la Academia de Ciencias de Haití.

RESUMEN

Durante las últimas décadas varios trabajos científicos realizados, han permitido identificar y desarrollar a partir de los residuos agrícolas biosorbentes los que pueden garantizar la descontaminación a bajo costo de aguas negras. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es lograr un estado de conocimiento sobre la eficacia del bagazo de caña de azúcar en la descontaminación de efluentes que contienen metales pesados.

1. INTRODUCCIÓN

En Haití, los efluentes urbanos son descargados por la red de drenaje a los ecosistemas acuáticos sin ningún tratamiento. Estas matrices contienen sustancias químicas incluyendo los metales pesados, compuestos orgánicos, nitratos, fosfatos, y los residuos de fármacos. La Región Metropolitana de Puerto Príncipe (RMPP), es una área sin planta de tratamiento de aguas negras, entonces se allí se hallan concentraciones importantes de NO_3 (23 mg/l), PO_4^{3-} (62 mg/l), y DQO (1500 mg/l) [1]. Una evaluación de los metales pesados que resultan de los efluentes de la fabricación de pintura en Puerto Príncipe reveló que concentraciones significativas de Pb (1670 $\mu\text{g/l}$), Hg (105

$\mu\text{g/l}$) [2] fueron medidas en efluentes urbanos. La descarga de agentes contaminadores en ecosistemas acuáticos causa alteraciones en la estructura de comunidades bióticas [3]. Los procesos de tratamiento de aguas negras, en particular la adsorción, se han desarrollado con el fin de reducir o eliminar la contaminación en las aguas residuales urbanas antes de su descarga en el medio receptor [4].

Cabe señalar que la aplicación de estos métodos está demostrando ser muy caro, sobre todo en los países en desarrollo (PED), al considerar el uso de carbón activado (CA) comercial [5]. Sin embargo, en las últimas décadas, muchos trabajos científicos han permitido identificar y desarrollar a partir de residuos agrícolas biosorbentes susceptibles de ser utilizados como sustituto o complemento para reducir el costo de descontaminación por efluentes [5, 6]. Los trabajos realizados en el LAQUE de la Université Quisqueya sobre el bagazo de caña conducen a retener al mismo tiempo, este material poroso como biosorbente y precursor de la CA para el tratamiento de efluentes. Una capacidad de biosorción de 0,09 mmoles/g a 0,12 mmoles/g de Cu^{2+} y 0,029 mmol/g a 0,09 mmoles/g para la Pb^{2+} se une al bagazo [5]. El carbón activado producido a partir de este material tiene una superficie que oscila entre 1242 m^2/g a 1502 m^2/g y un volumen de poros en los límites de 0,69 cm^3/g a 1,6 cm^3/g [6].

El objetivo de este trabajo es lograr un estado de conocimiento sobre la eficacia del bagazo de caña de azúcar en la descontaminación de efluentes que contienen metales pesados.

2. METODOLOGIA

El motor de búsqueda Scholar.google.com fue preguntado, utilizando las siguientes palabras claves: residuos, descontaminación de efluentes industriales, metales pesados, biosorbentes, carbones activados, bagazo, Haití. Con estas palabras claves han sido consultadas 8 artículos (publicados en revistas (científicas) revisadas por pares), entre los cuales 3 son resultados de trabajos realizados en el Laboratorio de la Calidad del Agua y Medio Ambiente (LAQUE) sobre la gestión de las aguas residuales de la MRPP. También se consultó otras publicaciones sobre la contaminación de los recursos hídricos y la biosorción por los procesos de descontaminación.

RESULTADOS

Eficacia del bagazo en el tratamiento de efluentes

El bagazo se utilizó como material en la descontaminación de efluentes metálicos, en primer lugar, como biosorbente [5, 7, 8] y en segundo lugar, como un precursor en la fabricación de CA [6].

Así fue demostrado que la capacidad de absorción del bagazo incubado se hace 2 a 2,3 veces mayores en el contacto con los efluentes sintéticos dopados en iones Zn^{2+} y Cd^{2+} , respectivamente [5]. Por otro lado, el CA producido a partir del bagazo tiene una superficie específica y una capacidad de adsorción mucho mayor que el bagazo tratado [6]. Las capacidades de adsorción y las superficies específicas del bagazo en el estado nativo y tratado se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Características físicas y químicas del bagazo nativo, incubado y precursor de CA

Parametros	Bagazo			
	Nativo	Tratamiento biológico (Incubación)	Tratamiento químico (NaOH)	Carbón activado
pH de equilibrio	3.73	6.53	-----	2.00
Superficie específica (m ² /g)	0.67	1.53	-----	1242-1502
Capacidad de adsorción (mmol/g)	0.023 (Cd ²⁺) 0.027 (Zn ²⁺)	0.053 (Cd ²⁺) 0.051 (Zn ²⁺)	0.020 (Cd ²⁺) 0.11 (Pb ²⁺)	-----
Referencias	Joseph et al. 2009	Joseph et al. 2009	Mahmood-ul-Hassan et al. 2015	Alténor et al. 2009

El bagazo es un subproducto agroindustrial, ampliamente disponible en Haití, parece particularmente ventajoso en lo que se refiere a su empleo en el tratamiento de agua. De hecho, este subproducto, sin o con bajos costos era el objeto de varios estudios en los cuales sus propiedades han sido químicamente o biológicamente modificadas antes de su empleo para la absorción de contaminantes metálicos. También, ha sido utilizado para la producción de carbones activados. Por lo tanto, el uso de bagazo y su modificación biológica o química como precursor de CA es una alternativa que puede ser explotada en la remediación de efluentes metálicos. Sin embargo, es aconsejable proceder a un análisis técnico y económico comparativo de las opciones de empleo en los procesos de descontaminación con el fin de seleccionar lo que es más apropiado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Institut de recherche pour le Développement (IRD, Francia), a través de la JEHAJ-GRESH, por el financiamiento de esta publicación.

REFERENCIAS

- [1]. Emmanuel, E., Lacour J., Balthazard-Accou K., Joseph O. Ecological Hazard Assessment of the Effects of Heavy Metals and Nutrients Contained in Urban Effluents on the Bay Ecosystems of Port-au-Prince (Haiti). *Aqua-LAC* 2009; (1): 1,18-28.
- [2]. Carré, J.C. Etude de l'impact des peintures laques et vernis sur l'environnement et la santé. (MDE) Ministère de l'Environnement. Port-au-Prince: OPS/OMS (Organisation Panaméricaine de la Santé/Organisation Mondiale de la Santé) 1997; 50 p.
- [3]. Karr, J.R. Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management. *Ecol. Appl.*, 1991; 1:66-84.
- [4]. Jérémie, C., Sancey, B., Giuseppe, T., Pierre-Marie, B., De, C. M., Albert, C., ... & Crini, G. Pollutant removal from surface-treatment industry wastewaters by starch-based sorbents: chemical abatement and impact on water toxicity. *Sorption Process and Pollution-Conventional and non-conventional sorbents for pollutant removal from wastewaters* 2010; 313-334.
- [5]. Joseph, O., Rouez M., Métivier-Pignona H., Bayard R., Emmanuel E., b and Gourdon R. Adsorption of heavy metals on to sugar cane bagasse: Improvement of adsorption capacities due to anaerobic degradation of the bio-sorbent. *Environmental Technology* 2009; 30 (13): 1371-1379
- [6]. Alténor S., Carene B., Emmanuel E., Lambert J., Ehrhardt J.J., Gaspard S. Adsorption studies of methylene blue and phenol onto vetiver roots activated carbon prepared by chemical activation. *Journal of Hazardous Materials* 2009; 165:1029-1030
- [7]. Marshall W. E., Wartelle L. H. Chromate (CrO₄²⁻) and copper (Cu²⁺) adsorption by dual- functional ion exchange resins made from agricultural by-products. *Water Research* 2006; 40: 2541-2548.
- [8]. Mahmood-ul-Hassan, M., Suthar, V., Rafique, E., Ahmad, R., & Yasin, M. Kinetics of cadmium, chromium, and lead sorption onto chemically modified sugarcane bagasse and wheat straw. *Environmental monitoring and assessment* 2015; 187(7): 1-11.

SESIÓN ZAGROM - ZONA TALLER GROS MORNE

V - GESTIÓN DE RESIDUOS: MEJORAR LAS CONDICIONES DE VIDA POR MEDIO DE LA RESTAURACIÓN Y DE LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.

Presentación de la sesión

Dr Pascale Naquin, Presidenta de la sesión y Directora de CEFREPADE

Dr Rémy Bayard, Profesor al INSA de Lyon, Presidente del CEFREPADE

Esta sesión tiene como objetivo descubrir cómo cuatro estructuras combinadas (dos haitianas, dos franceses) llegaron, con pocos recursos, mejorar la calidad de vida de personas que viven en condiciones difíciles, por la restauración y la preservación del medio ambiente.

RESUMEN

El estancamiento del desarrollo socioeconómico, las soluciones propuestas en Haití no cumplen con las expectativas de la población quien rechaza cada vez más los proyectos de las ONG, los servicios de cooperación, las estructuras internacionales, que demasiado a menudo imponen sus maneras de ver y de hacer, en que no tiene debidamente en cuenta las aspiraciones de los primeros interesados. La ayuda al desarrollo es el tema de muchas conferencias internacionales, muchos proyectos con presupuestos faraónicos, emplea a numerosos funcionarios y sostiene grandes consultoras pero concretamente, en el mismo sitio, la gente no ve su cambio de vida: debemos creer que este no es el camino correcto! Hemos perdido bastante tiempo, hay que cambiar de rumbo, innovar...

Desde finales de 2008, **el CEFREPADE, la Universidad Quisqueya y el INSA de Lyon** acompañan una experiencia en gestión descentralizada de los residuos a pequeña escala en Cité Soleil, el Centro Jean-Christophe Fernandes de Athlétique de Haití. Hoy es Cap Haitien, en Limonade, en donde apoyamos la creación de un centro de reciclaje y compostaje de residuos. Pero desde 2012, decidimos enfocar nuestros esfuerzos en Gros-Morne trabajando con el municipio y la AOG, **Asociación de Nativos de Grande Plaine**, una asociación comunitaria campesina cuya ética corresponde a la nuestra: llevar directamente con la población pequeñas iniciativas que no hacen mucho ruido, no despliegan grandes presupuestos y acuden a la solidaridad local. Mostrar que se puede hacer mucho con poco.

En estos proyectos, **el desarrollo es centrado sobre el mejoramiento de las condiciones de vida de las poblaciones más desfavorecidas**. Crear riquezas por una mejor toma en cuenta del medio ambiente, la restauración y la preservación de los ecosistemas: ¿Y si era una vía de entrada hacia el desarrollo?

A través de proyectos experimentales diversificados, este programa pretende demostrar que una buena gestión de los medios naturales (agua, suelo, aire, biodiversidad) puede permitir el desarrollo armonioso de la agricultura, de la ganadería, del turismo, para una población entre las que la educación, la seguridad alimentaria, la salud, las necesidades en energía son garantizadas.

En el marco de la Zona Taller de Gros Morne, los principales objetivos son:

- Hacer los recursos hídricos disponibles y accesibles
- Recuperar los suelos agrícolas con prácticas agroecológicas
- Permitir el acceso al saneamiento para todos del medio rural
- Gestionar los residuos incluso con pocos recursos

Los primeros proyectos en marcha se refieren a la organización de la gestión de residuos en la ciudad de Gros Morne, el establecimiento de baños ecológicos y el tratamiento de residuos, el acceso a la energía solar, el mejoramiento del acceso al agua para alimentar un pueblo y crear un vivero con vistas a la reforestación de un sector y la protección del acuífero (recursos hídricos).

V.1 - PRESENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL AOG, ASOCIACIÓN COMUNITARIA CAMPE- SINA DE LOS NATIVOS DE GRANDE PLAINE (HAÍTÍ).

Audalbert Norvilus

Audalbert Norvilus es zootécnico, autoridad judicial municipal y educador de terreno. El es responsable de la asistencia técnica dentro de la Asociación de Nativos de Grande Plaine (AOG), en la Zona Taller de Gros-Morne (ZAGROM) y en el Comité de Seguimiento creado por el Ayuntamiento de Gros-Morne en el proceso de implementación de un plan estratégico concertado para la gestión de los residuos. El señor Norvilus acompaña la unidad de pre-colecta y de valorización de los residuos « Pwòpte Mobil » y los comités de barrios que realizan actividades de selección y valorización a Gros-Morne. Asegura el seguimiento con las familias que experimentan los biolitter baños secos a Grande Plaine.

Desde los años 90, la AOG desarrolla sus actividades en la ciudad de Gros Morne en la reforestación y el mejoramiento de las condiciones de vida de las poblaciones locales. Su ética y su modo de funcionamiento el CEFREPADE la uniQ, el INSA de Lyon y de trabajar con ella en la creación de esta Zona Taller.

RESUMEN

La AOG (Asociación de las Originarios de Grande-Plaine, ciudad de Gros Morne), asociación campesina comunitaria fuerte de 850 miembros adherentes, se comprometió desde su creación en 1992 en actuar a su escala contando con sus propios recursos. Es, probablemente, su funcionamiento democrático y mirando hacia el futuro (varias comisiones para la toma de decisión en donde todo el mundo tiene el derecho de hablar, un grupo de jóvenes para la planificación de la sucesión,...) lo que la mantiene tan activa hasta hoy.

Al crear el primer centro de Internet en las zonas rurales de Haití y la construcción de carreteras por medio de konbits (obras comunitarias benévolas que reunían a varias centenas de personas), que ayudó a abrir la ciudad hacia el exterior.

Por la iniciativa de la primera red de escuelas verdes (65 escuelas hasta la fecha), se ha hecho de la educación y la conservación del medio ambiente una prioridad generando

un cambio de mentalidad. El trabajo de reforestación, iniciado hace varios años, gracias a la red de escuelas, pero también a la movilización de las poblaciones, atestiguan la eficacia de las acciones de la AOG. Un proyecto más ambicioso está viendo la luz: la reforestación de una vertiente montañosa, esencial para realimentar fuentes locales durante el período seco, por la creación de reservas de agua y de un vivero.

Además de la reforestación, la AOG ahora trabaja en el riego de tierras agrícolas por la introducción de bombas solares, el desarrollo de la ganadería de gallinas «criollas», en la formación de carboneros para una gestión razonada de la fabricación del carbón de madera.

Después de más de veinte años de actividades, la AOG ha elaborado su propia estrategia de expansión con la construcción de un centro de acogida y formación. Este centro facilitará la formación (actualmente en proceso de planificación con los temas: ciudadanía, apoyo técnico y pedagógico a las escuelas, la agricultura, el medio ambiente) y para desarrollar nuevos proyectos (desarrollo urbano y agricultura sostenible). Las zonas de demostración, ya existentes y a reforzar, permitirán el aprendizaje por la observación, el intercambio de experiencias y la práctica.

La AOG y el CEFREPADE colaboran desde el 2011 sobre el programa que titularon «Zona Taller Gros-Morne « demostrando, por la práctica, un desarrollo sostenible territorial integrado.

V.2 - EL MANEJO DE LOS RESIDUOS MUNICIPALES EN LAS CIUDADES PEQUEÑAS Y MEDIANAS, CON RECURSOS LIMITADOS: ¿ES POSIBLE?

EL EJEMPLO DE LA LOCALIDAD DE GROS MORNE.

Joaneson Lacour

Joaneson LACOUR es ingeniero agrónomo, MSc. Ciencias ambientales, Doctor en química ambiental. Profesor de la Universidad Quisqueya (Haití) y la Universidad Estatal de Haití. Miembro fundador del Instituto haitiano de la Energía. Representante en Haití del CEFREPADE, red de expertos francoparlantes en saneamiento, residuos, medio ambiente y energía. Presidente del Consejo de administración de la Wastek S.A., oficina de servicios y de innovación en gestión integrada del medio ambiente) y de los residuos. Coordinador nacional del programa Re-Sources en Haití. Consultor para el gobierno de Haití y las organizaciones no gubernamentales sobre las estrategias de gestión y el material de los mecanismos de valorización materia / energía de los residuos sólidos.

Las pequeñas y medianas ciudades en los países en desarrollo son a menudo privadas de recursos para la gestión de sus residuos. En Gros Morne, buscamos juntos soluciones a bajo costo, que esperamos, permitirán a plazo, eliminar los vertederos improvisados que pululan en la ciudad.

RESUMEN

Numerosas ciudades pequeñas y medianas de los países en desarrollo, en Haití también, no tienen el apoyo de la cooperación internacional, de ONG, de consultores, de oficinas de estudios, de las agencias de financiamiento para la gestión de sus residuos. Se encuentran sin la logística apropiada frente a la magnitud del problema. La debilidad de sus recursos financieros es un obstáculo a una solución, sin embargo a menudo se trata primero de una falta de conocimiento de las soluciones posibles y de una falta de metodología.

El CEFREPADE y la uniQ propusieron en julio de 2013 a Port-au-Prince, a una veintena de representantes de colectividades y asociaciones haitianas, una formación teórica y práctica de 5 días en la que participo mucha gente. En esta formación, hemos sido capaces de demostrar que la gestión de los residuos se requiere antes de todo, de la voluntad política, la organización y el sentido común de que los recursos financieros puedan ser menores de lo que parece.

Implementar estas herramientas necesita como mínimo la formación de los que animan el proceso. Puede tratarse de personal técnico de las colectividades, de miembros de asociaciones locales o de simples habitantes que desean implicarse activamente en la búsqueda de soluciones al contexto local. Dichas formaciones se ofrecen ahora en Haití, el primero de este año en el Norte del país.

Como colaboradores de la plataforma Re-Resources (financiación UE, programa Africompost AFD FFEM, ADEME y socios), nos atamos en efecto a trabajar en la construcción de herramientas metodológicas y técnicas que deberían permitir a toda colectividad o asociación organizar por él mismo la gestión de los residuos a la escala de su territorio. Estas herramientas, basadas en la participación activa de la sociedad civil, en la formación, la demostración, son experimentadas desde hace varios meses a Gros Morne y progresivamente parecen conducir a los resultados esperados: organización de la colecta de los residuos preclasificados a la fuente por los hogares, la creación de pequeñas plataformas de barrio para la valorización optimizada por los residuos recolectados (selección de los materiales reciclables, compost), la identificación de un lugar adecuado para el relleno sanitario ... una primera evaluación de este experimento está prevista para finales de 2016.

V.3 - EL BIOLITTER BAÑO SECO, UNA SOLUCIÓN DE SANEAMIENTO ECOLÓGICO PARA EL CONTEXTO DE HAITÍ.

EL EXPERIMENTO REALIZADO EN GRANDE PLAINE.

Gaston Jean, Rémy Bayard, Joaneson Lacour, Pascale Naquin

Gaston JEAN, ex profesor de secundaria, tiene un Master 2 en ingeniería de desarrollo local que le llevó a hacer unas prácticas en el CEFREPADE y del laboratorio DEEP del INSA de Lyon, y un Master 2 en proyectos de cooperación de ingeniería. El es Fundador de la Asociación de Nativos Grande Plaine (AOG) y de la Red de Escuelas Verdes Gros-Morne, incluyendo las principales actividades de protección ambiental (protección de los recursos hídricos, la reforestación, gestión de residuos. El co-organizó el proyecto piloto de la plataforma de Re-Source que actualmente acompaña

a la comunidad de Gros-Morne en la planificación de una estrategia concertada de gestión de residuos. Miembro del Laboratorio LAQUE de la Universidad Quisqueya en Haití y del Laboratorio DEEP del INSA de Lyon, el está preparando una tesis bajo supervisión conjunta sobre la aplicación de biolitter baño seco en Haití. Gaston JEAN es miembro fundador de la Academia de Ciencias de Haití.

RESUMEN

Una parte importante de la población haitiana no dispone de aseos decentes, principalmente debido a los altos costos que representan. El objetivo de esta experimentación es proponer una solución respetuosa del medio ambiente, de la salud y de la dignidad humana, a un costo accesible para todos. Después de 8 meses de ensayo de factibilidad, el seguimiento científico va a empezar.

1. INTRODUCCIÓN

En Haití, el 72% de los habitantes de los cuales el 18% en las principales ciudades y el 15% en el área metropolitana de la capital, no tienen acceso a retretes adecuados. 23% de la población practica la defecación al aire libre, el 41% en las zonas rurales, con todos los riesgos que esta práctica genera. [1] Las letrinas tradicionales, a menudo costosas, mal diseñadas y mal gestionadas, también presentan riesgos significativos [2], [3].

Los sanitarios ecológicos individuales a litera pueden ser una solución a bajo costo para los usuarios [3]. La transformación de los subproductos en abonos y enmiendas desinfectadas permite la valorización de los residuos para la agricultura. Si se siguen las reglas básicas de higiene, la TSLB puede, por tanto, llegar a ser una buena solución para los habitantes [4].

Todo el reto hoy en día es sensibilizar las comunidades sobre los peligros relacionados con letrinas y presentar los baños secos a litera como una alternativa relevante para la salud, tanto ambiental como social, técnica y económica [5]. En Cap-Haitien y Port-au-Prince, la ONG SOIL ha colocado desde hace varios años una matriz para el desarrollo de este modo de saneamiento [6]. Basándose en este modelo, pero con un enfoque diferente, llevamos desde diciembre de 2015 una experimentación para 25 viviendas en el mismo pueblo, que pronto será seguida por una segunda experimentación equivalente en zona peri-urbana, en la ciudad de Gros-Morne (Artibonite).

2. METODOLOGÍA

Esta investigación se inspira en experimentaciones llevadas tanto en los países en vías de desarrollo como en los países desarrollados (Europa particularmente). La metodología viene secuenciada en una serie de pasos:

1. La elección de la comunidad: de hecho que debe ser receptiva, interesada, movilizadora.
2. La sensibilización de los habitantes a la higiene y el saneamiento y la prueba de selección de los hogares: en la comunidad, se seleccionaron 25 hogares sobre la base de criterios objetivos.

3. La elección concertada del modo de gestión: la matriz propuesta puede estar supeditada a diversas variantes, en particular en cuanto al método de recogida y de valorización de los residuos sólidos. Para garantizar el cumplimiento de cada dispositivo, se selecciona un modo de gestión para todos.
4. La búsqueda de materiales estructurantes disponibles a nivel local: la matriz se basa en un inodoro que permite la separación de la orina y las heces. Para reducir los olores, las heces son recubiertas después de cada deposición de una capa de material absorbente cuya disponibilidad debe ser permanente. La ausencia de tales materiales localmente puede hacer prohibitivo el establecimiento implementar este dispositivo.
5. La construcción de aseos: con el fin de reducir el costo, los aseos están contruidos localmente. El modelo elegido es de madera, se recurrió a los carpinteros y los talleres de fabricación han sido organizados con los habitantes.
6. Construcción de un área de compostaje: el tratamiento de los residuos debe hacerse en condiciones sanitarias y ambientales satisfactorias. Por tanto, es importante colocar el dispositivo apropiado antes del inicio de la operación.
7. Lanzamiento y seguimiento de la operación: con el fin de precisar el caracter experimental de esta operación, era importante iniciarlo de manera coordinada, asegurar un seguimiento riguroso durante varios meses con el fin de decidir si debía ser proseguida y extendida. El seguimiento se refirió solamente al principio en la regularidad de las aportaciones de residuos a la plataforma de compostaje y en retroalimentación de los usuarios en cuanto a su satisfacción. Si los resultados alcanzados después de varios meses son convincentes, una fase de estudio científico con vistas a optimización puede ser contemplada.

RESULTADOS Y INTERPRETACIONES

La primera experimentación se llevó a cabo en el pueblo de Grande Plaine, localidad aproximadamente de 2000 habitantes situada a 18 km de la ciudad de Gros Morne. Esta elección ha sido hecha porque este pueblo es la sede de la AOG, Asociación de las Originarias de Grande Plaine, que ha logrado durante muchos años diversas actividades de desarrollo destinadas a preservar el medio ambiente y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población. El pueblo se reveló desde el principio muy interesado por esta propuesta de experimentación. Después de varias reuniones públicas de sensibilización a la higiene y de presentación del principio de funcionamiento del TSLB, un grupo particularmente motivado de hogares se formó progresivamente. Es con ese grupo que se hizo la elección de la matriz. Se decidió la frecuencia de traslado voluntario dos veces a la semana por los hogares de los cubos domésticos hasta una plataforma donde se reducen en polvo. Dicha plataforma se constuio con mano de obra comunitaria (kombits). La AOG se comprometió en asegurar la coordinación y el seguimiento de la operación.

Teniendo en cuenta que la disponibilidad local ya muy escaseando de acerrín de madera, se ha pedido buscar alrededor de ellos materiales vegetales susceptibles de ser utilizados como absorbentes. Por lo tanto, hemos identificado varios residuos no reciclados, con trituración previa, podría ser utilizado: bagazo de la caña de azúcar, mazorcas de maíz, cáscaras de cacahuets, varias pajas. Se decidió comprar una trituradora que, además de la preparación de materiales absorbentes, puede ser utilizado por la comunidad para la fabricación de harina de grano.

Los aseos han sido construidos a un costo de alrededor de 2000 HTG (30 euros o dólares estadounidenses), de los cuales 500 están aportadas por los hogares. Se componen de una caja hecha de madera sólida, un asiento de inodoro de plástico. Un embudo en frente del asiento guía la orina a un contenedor de 4-litros. Un cubo de veinte litros recoge las heces y el absorbente (Figura 1). Este cubo tiene una tapa hermética para el transporte de los residuos de forma segura. Estos sanitarios se colocan ya sea en un refugio al aire libre o en un espacio específico en el interior, al lado de la ducha o incluso directamente en un espacio vital (Figura 2).



Figura 1: Modelo TSLB construida en Gros Morne



Figura 2: Una TSLB en un hogar

El área de compostaje fue construido en un terreno que ya se utiliza como vivero de la AOG. Una superficie de 60 m² cerrado con un seto y paneles de tejido se ha delimitado para evitar el acceso de personas no autorizadas o animales. Dos contenedores de compost 3m³ cada uno, fueron fabricados con bambú y una cubierta para limitar la entrada de agua de lluvia. Un estanque se construyó para permitir el lavado y desinfección de cubos cuyas aguas fluir y filtrarse en las plantas plantadas (Figuras 3).



Figura 3: Compartimiento de compostaje

Los aseos han sido entregados a los hogares a finales de diciembre de 2015 (Figura 4). Los hogares tienen la oportunidad de llevar los cubos los lunes y los jueves a las 5:30 de la mañana. Un miembro de la AOG está encargado de la recepción de los cubos, de pesarlos, de inscribir el volumen de masa en una ficha con el nombre del hogar, de vaciar el cubo en una cuba grande. Al final de las diferentes aportaciones, éstas son recubiertas con hojas secas con el fin de aportar la materia carbonada y limitar la atracción de los insectos.



Figura 4: distribución de TSLB a los hogares

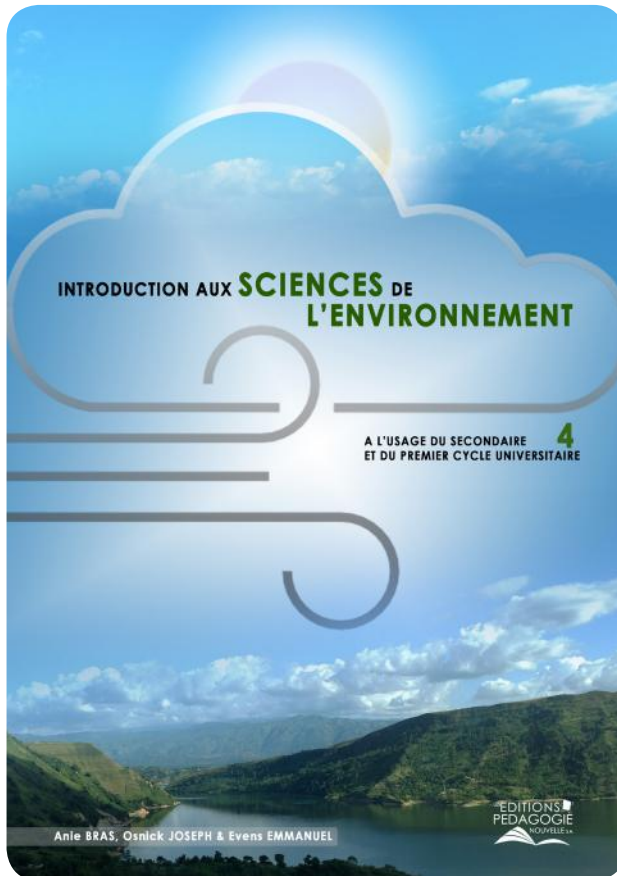
Después de 8 meses de experimentación, anotamos una regularidad en las aportaciones, atestiguando la adhesión de todos desde el principio y el mantenimiento del uso durante este período. En la medida en que el dispositivo les da satisfacción a los usuarios y no presenta problemas de funcionamiento, una fase de seguimiento analítico se establece ahora para optimizar el proceso de compostaje (propiedad de los diversos absorbentes, porcentaje óptimo de humedad, la duración de proceso para asegurar el saneamiento) y el estudio de calidad así como la recuperación de los residuos tratados (valor agronómico, microorganismos patógenos). Un pequeño laboratorio está siendo desarrollado en el lugar para permitir la realización de parte de las pruebas de análisis y también el pilotaje.

ANNEXES

LISTES DES ANNEXES

- **ANNEXE 1.** NOTE DE LECTURE - L'OUVRAGE « INTRODUCTION AUX SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT. JOSEPH ET AL, 2015. EPN » PAR SAMUEL PIERRE.
- **ANNEXE 2.** LE LABORATOIRE DE QUALITÉ DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
- **ANNEXE 3.** LE CENTRE DE RECHERCHE ET D'APPUI AUX POLITIQUES URBAINES
- **ANNEXE 4.** APPEL À CONTRIBUTION AU NUMÉRO 1 DE LA REVUE « ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ »
- **ANNEXE 5.** INSTRUCTIONS AUX AUTEURS DE LA REVUE « ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ »
- **ANNEXE 6.** LE SITERE
- **ANNEXE 7.** LE COLLÈGE DOCTORAL D'HAÏTI (CDH)
- **ANNEXE 8.** L'ISTEAH
- **ANNEXE 9.** LE CEFREPADE
- **ANNEXE 10.** L'ACADÉMIE HAÏTIENNE DES SCIENCES (AHS)

ANNEXE 1. UN MANUEL D'INTRODUCTION AUX SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT DANS LE SYSTÈME SCOLAIRE HAÏTIEN



Les Éditions Pédagogie Nouvelle S.A ont publié en juin 2015 le manuel scolaire intitulé « Introduction aux Sciences de l'environnement » dont les co-auteurs sont Anie Bras, Osnick Joseph et Evens Emmanuel, trois universitaires haïtiens spécialisés dans ce domaine. Destinés aux élèves des classes terminales et du premier cycle universitaire, cet ouvrage aborde en quatre chapitres des sujets aussi variés que l'organisation du vivant incluant le cadre juridique de la gestion de l'environnement en Haïti (chapitre I), les cycles naturels (Chapitre II), la place de l'eau dans le paysage environnemental haïtien (Chapitre III), et le développement durable (Chapitre IV).

Le chapitre I débute avec une définition du concept « environnement » qui couvre « l'eau, l'air, la terre, la faune et

la flore sauvage, ainsi que toute interrelation entre ces divers éléments et toute relation existant entre eux et tout organisme vivant ». Une attention particulière a été accordée à l'exposé, à l'analyse et à l'illustration du décret sur la gestion de l'environnement en Haïti. Par la suite, la notion de biosphère a été introduite en mettant en évidence ses relations avec l'atmosphère, l'hydrosphère, l'écosphère et la lithosphère considérées comme ses composantes. Le chapitre se termine par l'étude du concept d'écosystème (biotope + biocénose) et celui de biodiversité ou diversité biologique.

Le chapitre 2 traite des cycles du carbone, de l'oxygène, de l'azote, du phosphore et du soufre.

Le chapitre 3 débute en présentant les propriétés physico-chimiques de l'eau et leurs impacts sur l'environnement. L'importance de l'eau pour les êtres vivants y est aussi traitée. La crise de l'eau dans le monde est également abordée sous ses différents aspects, ainsi que la problématique de l'eau en Haïti en tant que ressource à gérer.

Le chapitre 4 est consacré au développement durable. Il s'ouvre sur un bref plaidoyer en faveur d'une conciliation des objectifs de développement avec ceux de préservation de l'environnement. Il est complété par un exposé succinct des différents sommets qui ont été tenus sur ce sujet, depuis la conférence des Nations-Unies sur l'environnement qui a eu lieu à Stockholm (Suède) en 1972 jusqu'à la conférence de Rio-de-Janeiro (Brésil) en 2012.

Il s'agit dans l'ensemble d'un manuel très bien documenté et bien illustré, le tout agrémenté de lectures dirigées et de possibilités d'échanges d'opinions avec les élèves. Ce manuel vient combler une lacune. En effet, dans un pays dont l'environnement est si dévasté et qui a un urgent besoin d'être réhabilité, un enseignement supporté par un manuel d'une si belle facture pédagogique peut contribuer à sensibiliser les élèves de la fin du secondaire et du premier cycle universitaire à se forger une conscience environnementale pouvant en faire des acteurs du développement durable et de la réhabilitation de l'environnement en Haïti. L'avenir des générations futures en dépend.

Samuel PIERRE

Montréal, 10 octobre 2016

ANNEXE 2. LE LABORATOIRE DE QUALITÉ DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT (LAQUE)

Responsable: **Dr. Osnick JOSEPH**

Téléphone: +(509) 38 92 34 58

email: *osnick.joseph@gmail.com* et *osnick.joseph@uniq.edu.ht*

Le Laboratoire de Qualité de l'Eau et de l'Environnement (LAQUE) de l'Université Quisqueya a été créé en juin 1998. Le développement du LAQUE a d'abord été consacré aux domaines de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine, de la caractérisation physico-chimique des eaux usées, et à l'aspect socio-économique de l'approvisionnement en eau potable et de la collecte des eaux usées. En effet, à cette époque, la «demande sociétale» d'une meilleure gestion des ressources en eau exploitées pour la consommation humaine s'est faite plus forte.

En 2004, les thèmes de recherche du LAQUE se sont élargis aux méthodologies générales «d'évaluation des risques environnementaux (sanitaires et écologiques)», et l'approche «génie des procédés» s'est ajoutée aux premiers objectifs du Laboratoire. Ces derniers visent plus globalement l'analyse et la maîtrise des impacts environnementaux par l'élaboration d'outils d'évaluation des risques et le développement de procédés de gestion.

La politique scientifique du LAQUE vis-à-vis de l'équilibre biologique des écosystèmes aquatiques et de la gestion intégrée de l'eau en Haïti, ainsi que leur relation avec la santé humaine a été discutée par l'ensemble du laboratoire, présentée dans le rapport pour la période de juin 1998 à juillet 2007, et validée par le comité d'évaluation en septembre 2007.

A la fin du mois de janvier 2015, le LAQUE a connu sa seconde évaluation. Elle a permis de mettre en évidence les forces, faiblesses, menaces et opportunités liées au contexte général dans lequel évolue le laboratoire. Cette seconde évaluation, au terme de laquelle le Conseil Scientifique du Collège Doctoral d'Haïti a octroyé au LAQUE le statut de laboratoire habilité à recevoir des doctorants, a pris en compte la gestion et les réalisations du LAQUE au cours de la période 2007-2014.

La thématique générale de recherche du LAQUE porte sur «l'Évaluation de l'impact des pollutions liées aux activités industrielles et urbaines sur les écosystèmes aquatiques tropicaux insulaires».

Axes de recherche:

Les activités scientifiques découlant de cette thématique constituent les 3 axes de recherche du laboratoire:

Axe 1: «Gestion de la ressource en eau et santé humaine».

Axe 2: «Impacts écotoxiques des activités humaines sur les milieux récepteurs».

Axe 3: «Gestion et procédés de traitement des déchets, effluents et milieux pollués».

Synthèse des données factuelles sur le LAQUE:

Ressources humaines: 7 enseignants-chercheurs, dont 1 professeur habilité à diriger des recherches, 4 doctorants.

Ressources matérielles: Le LAQUE dispose d'un laboratoire de physico-chimie doté d'un équipement de base pour la préparation et l'analyse d'échantillons d'eaux ou de déchets, et un laboratoire de microbiologie aquatique.

Domaines de compétence: Chimie de l'eau, Écotoxicologie tropicale, Génie des procédés, Écohydrologie, Microbiologie aquatique, Gestion et valorisation des déchets solides, Études d'impacts sur les écosystèmes aquatiques, Évaluation des risques sanitaires et écologiques, Hydrologie urbaine, Hydrogéologie, Gestion de l'Environnement.

Production scientifique: Sur la période 2007-2014, le laboratoire a publié 38 articles dans des revues à comité de lecture, dont un est classé d'avril à décembre 2009 dans la catégorie Top 25 Hottest Articles pour la revue *Environment International*. Le LAQUE a effectué 19 communications orales et 4 communications par affiches dans des congrès internationaux, a publié 8 chapitres dans trois ouvrages collectifs et a co-édité un ouvrage collectif en anglais chez Taylor and Francis. Le laboratoire a d'autre part organisé le colloque international «Gestion intégrée de l'eau en Haïti» en juin 2002, le colloque international «Faire face à la pénurie d'eau» en mars 2007, le colloque international sur «La coopération dans le domaine de l'eau» en mars 2013.

Services aux communautés universitaires scientifiques: Le LAQUE siège au sein des réseaux thématiques du Programme Hydrologique International (PHI) et celui d'Écohydrologie de l'UNESCO. Il assure actuellement la direction scientifique du Comité National Haïtien du PHI.

Le LAQUE sert de laboratoire d'accueil aux étudiants d'autres universités francophones, participe à des projets de coopération scientifique inter-universitaire et offre son expertise à plusieurs revues scientifiques internationales pour la relecture des articles scientifiques soumis. Il s'agit des revues scientifiques suivantes : «*Journal of Chemical Technology and Biotechnology*», «*International Journal of Environment and Pollution*», «*Journal of Hazardous Materials*», «*Journal of the Science of Food and Agriculture*», «*Archives of Environmental Contamination and Toxicology*», «*Mutation Research*» et «*AQUA-LAC, Journal of the International Hydrological Programme for Latin America and Caribbean - UNESCO*», revue «*Déchets, Sciences et Techniques*», revue francophone d'écologie industrielle, «*Haïti Perspectives*», revue thématique du GRAHN.

Dates des évaluations:

Première évaluation internationale: septembre 2007

Deuxième évaluation internationale: janvier 2015

Troisième évaluation internationale: janvier 2020

Partenaires nationaux:

Direction Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (DINEPA) du Ministère des Travaux Publics, des Transports, de la Communication et de l'Énergie (MTPTCE), le Centre de Recherche et d'Appui aux Politiques Urbaines (CRAPU) et le Centre de Recherche en Gestion et Economie du Développement (CREGED).

Partenaires internationaux:

Programme Hydrologique International (PHI) de l'UNESCO, Réseau d'Excellence des Sciences de l'Ingénieur de la Francophonie (RESCIF), Centre Asiatique de Recherche sur l'Eau (CARE), Institut de Recherche pour le Développement (IRD), HYDROSCIENCE-Montpellier, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon (INSA de Lyon), École Nationale des Travaux Publics (ENTPE).

ANNEXE 3. LE CENTRE DE RECHERCHE ET D'APPUI AUX POLITIQUES URBAINES (CRAPU)

Responsable: **Dr. Anie BRAS**
Téléphone: +(509) 38 92 34 59
e-mail : *aniebrasjoseph@gmail.com*

Le Centre de Recherche et d'Appui aux Politiques Urbaines (CRAPU), créé en mars 2012, fonde ses travaux sur l'étude des espaces urbains. Sa spécificité repose sur une approche transversale interdisciplinaire des dynamiques urbaines. Il se veut un instrument d'analyse face aux difficultés de gouvernance urbaine en Haïti par le biais d'études distanciées produisant des outils d'analyse dans un processus de reconstruction des structures publiques dans le pays, que celles-ci se déploient au niveau des institutions politiques et de leurs pratiques, ou des institutions administratives. Dans cette perspective, le laboratoire veut contribuer à une meilleure compréhension des différents problèmes du développement, en montrant l'impact des processus structuraux sur l'urbanisation et sur l'organisation des villes et de la société haïtienne.

Il insistera sur le rapport entre l'urbanisation et le développement; les conséquences de la transformation rapide de la structure de production qui réduisent l'importance relative de l'agriculture et qui accroissent celle des activités non agricoles; les problèmes d'environnement liés à la qualité de l'air, à l'évacuation des eaux usées ou au traitement des déchets industriels et ménagers, etc. Il se penchera aussi sur les activités relevant de l'informel, qu'il s'agisse de l'accès non réglementé au foncier et au logement, ou aux pratiques informelles en matière de commerce et de transport.

Thématique centrale:

Les trajectoires des villes haïtiennes: Des politiques urbaines à la (re)composition de l'espace en Haïti.

Axes de recherche:

Les activités du laboratoire se déclinent en cinq axes de recherche.

Axe 1: Pauvreté, inégalité et politiques sociales (en synergie avec le CREGED)

Axe 2: Gestion urbaine et administration locale

Axe 3: Mobilités, territoires et politiques publiques

Axe 4: Habitat et villes moyennes dans les PED

Axe 5: Informalités et structurations urbaines (eau, déchets, assainissement, électricité...) - (en synergie avec le LAQUE)

Ces axes de recherche sont complémentaires les uns des autres. Les activités de recherche fondamentale alimentent en continu les bases de données et les séminaires de formation. Dans le même temps, les chercheurs puisent dans les bases de données et réagissent face aux besoins de formation et aux demandes des institutions locales. Dans cette optique, chaque coordonnateur réalise un programme de travail selon le thème de son axe défini en symbiose avec les objectifs de l'équipe associée.

Domaines de compétences:

- Études Urbaines
- Transport et mobilités
- Habitats
- Administration locale

Première évaluation prévue en 2017.

Partenaires nationaux:

Collège doctoral d'Haïti (CDH), LADMA (ENS-UEH), CREGED, LAQUE.

Partenaires internationaux:

Université du Québec à Montréal (UQAM), Québec, Canada, École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Suisse, Université de Paris 8, France, RESCIF.

ANNEXE 4. APPEL À CONTRIBUTION AU NUMÉRO 1 DE LA REVUE « ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ »

ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ REVUE THÉMATIQUE DE L'UNIVERSITÉ QUISQUEYA

CAHIER THÉMATIQUE, VOL. 1, NO. 1, JUIN 2017
URBANISATION ET AMÉNAGEMENT DURABLE

Éditeurs invités :

Jean-Claude Bolay (EPFL), Anie Bras (uniQ), Jean-Marie Théodat (Paris 1)

Appel à contribution

L'urbain dans tous ses états, ou comment répondre face à la complexité
Jean-Claude Bolay

Co-éditeur du Numéro 1 : Urbanisation et aménagement durable, Revue « Environnement et Société »

Cette introduction au premier numéro de la revue « Environnement et Société » a pour intention à la fois de tirer un premier bilan des questions urbaines au plan global, mais également de se focaliser sur le processus d'urbanisation qui prévaut en Haïti et, par extension, dans la région Caraïbe, pour encourager les auteurs à proposer des articles portant sur certaines dimensions, certaines problématiques, certains secteurs, de cette réalité urbaine en pleine transformation. La volonté de la revue « Environnement et Société » est d'affirmer à la fois son ambition scientifique et également de contribuer à la résolution des problèmes actuels et futurs auxquels les villes sont confrontées, habitants, autorités publiques, secteur privé, et autres groupements de défense d'intérêts. Les articles de ce numéro consacré à l'urbanisation et à l'aménagement durable seront inspirés par les différentes facettes d'une réalité complexe qui caractérise le monde urbain contemporain.

Si l'on reprend d'abord les dimensions de la durabilité, telles que reconnues au plan international, trois facteurs sont déterminants : les questions environnementales, les questions sociales et les questions économiques qui, mises en équilibre les unes avec les autres, devraient, dans leur résolution, permettre non seulement d'améliorer globalement les conditions actuelles d'existence des citoyens, qu'ils soient haïtiens ou ailleurs dans le monde, mais également de servir de fondements pour l'aménagement futur de ces villes, dans une vision respectueuse des ressources naturelles, créatrice d'activités et de revenus et plus inclusive au plan social. Sur décision des Nations Unies (UN, 2015) ces intentions se déclinent désormais en un agenda 2030 pour le développement durable. Cet agenda comprend 17 buts, dont l'un porte spécifiquement sur « villes durables et communautés ». L'objectif est de rendre les villes inclusives, sûres, résilientes et durables³. Pour ce faire, un certain nombre de critères sont mis en exergue : assurer l'accès au logement et aux services de base, réhabiliter les bidonvilles, favoriser les transports publics ; porter une attention particulière aux personnes en situation précaire ; favoriser une planification participative et un aménagement inclusif des établissements humains ; protéger le patrimoine bâti, culturel et naturel ; réduire le nombre de personnes affectées par les catastrophes naturelles et protéger les plus pauvres ; appuyer les liens entre économie, société et environnement par un déve-

³ <http://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>

loppement régional liant l'urbain, le péri-urbain et les zones rurales ; réduire l'impact environnemental des villes avec une attention particulière portée à la qualité de l'air et à la gestion des déchets ; offrir un accès pour tous aux espaces verts ; augmenter le nombre de villes adoptant des politiques intégratives, encourager l'efficacité dans l'usage des ressources, dans une perspective d'adaptation aux changements climatiques et de résilience face aux désastres ; et appuyer sur le plan technique et financier les pays les plus pauvres dans la construction d'édifices durables utilisant des matériaux locaux.

Il s'agit d'un véritable challenge dès lors que les fondamentaux d'une société globalisée en échanges internationaux permanents, mais aussi en concurrence économique toujours plus criante, ne répondent pas à ces critères de concordance et d'équilibre.

C'est la raison pour laquelle, il apparaît qu'à ces trois dimensions fondatrices du développement durable traitant du devenir urbain – environnement, économie et société – , et déclinées par les Nations Unies, nous estimons indispensable d'adjoindre deux autres dimensions clés : d'une part la dimension politique, que représente les lois, directives, règlements et autres actions planificatrices, constituant de fait un cadre de référence et un instrument de direction et de coordination; d'autre part, la dimension culturelle et historique, de manière à ce que les manières de concevoir et de mettre en œuvre un aménagement durable soient en correspondance avec l'histoire et les cultures du lieu, du pays, de la région, auxquelles les populations se réfèrent et s'identifient, en se les appropriant.

Ceci ne doit pas nous faire oublier que ces différentes dimensions du développement urbain durable, phénomène mondial de transformation de nos sociétés, ne peuvent pas être prises en charge, comprises et modifiées, sans innovation technologique (Bolay, Kern, 2011). Ingénierie, architecture, urbanisme sont trois domaines sans lesquels la ville ne saurait évoluer, changer, s'améliorer. Il ne s'agit pas d'une fin en soi, mais des moyens sans lesquels la ville de demain ne saurait être différente de ce qu'elle est aujourd'hui. Il s'avère donc nécessaire de l'intégrer, tant dans nos réflexions sur l'urbain d'aujourd'hui que dans nos propositions de changements futurs. D'où une approche interdisciplinaire et une vision intersectorielle, se voulant intégrative dans l'analyse et inclusive dans ses perspectives.

Parlons-donc d'urbanisation et d'aménagement durable, pour en esquisser quelques traits symptomatiques qui inspireront les auteurs participant à ce premier numéro de la revue.

Au niveau mondial, et malgré de substantielles différences entre continents, régions et pays, l'urbanisation est depuis de très nombreuses décennies un des phénomènes les plus marquants dans la reconfiguration totale des relations sociales et économiques, comme dans le rapport entre nature et société. « L'homme moderne », osons le dénommer ainsi, est un citadin. Et il le sera de plus en plus dans les temps à venir. 54% de la population mondiale est urbaine, contre 30% en 1950. Elle sera de l'ordre de 66% en 2050 (Nations Unies, 2014). Cette transition démographique est aussi une révolution sociale, culturelle, économique et territoriale. Et, partant, technologique ... Concentration humaine, nouvelles sources d'emploi, changement dans les comportements sociaux et culturels, contamination environnementale, nouvelles formes de communication à distance, pour ne citer que quelques indicateurs connus de tous.

Mais cette mutation, initiée et poursuivie tout au long de l'histoire humaine, prend désormais un tour dramatique. Dès lors que l'on sait que la croissance urbaine et les flux de population qui la nourrissent s'opèrent à un rythme accéléré dans la plupart des pays émergents et en développement. Ceci est tout particulièrement le cas en Asie et en Afrique, continents les moins urbanisés (40% en Afrique et 48% en Asie, mais

couvrant 90% de l'expansion de population urbaine mondiale dans le futur), subissant dans beaucoup de pays une pression énorme en termes d'infrastructures, équipements, services et habitat urbain. De manière largement diffusée dans les pays du Sud, l'urbanisation se caractérise par un processus largement informel d'intégration que caractérisent deux secteurs clés : l'emploi et l'habitat (Bolay, 2012), sachant que dans ces régions du monde, près d'un milliard d'individus vivent dans des bidonvilles, et que cette précarité résidentielle représente 40% de la croissance de population dans les villes du Sud (WEF, 2015).

Reportés à l'échelle d'Haïti, ces traits se confirment. En 2015, la population nationale se monte à 10,8 millions d'individus, dont 58,6% d'urbains⁴. A suivre Joseph Duval (2013), l'urbanisation du pays depuis 1950 s'est faite pour deux-tiers au profit de l'aire métropolitaine de Port-au-Prince et des villes chefs-lieux de département. Il y a 15 ans déjà, Bernardin soulignait que différents facteurs se conjuguent et entraînent un approfondissement des déséquilibres, tant socialement que sur le plan territorial et environnemental : une croissance démographique élevée (2,05%/an), une faible productivité agricole, une industrialisation balbutiante et peu diversifiée, un taux élevé d'analphabétisme (80 %), une inégalité dans la répartition des revenus (1 % de la population concentre 49 % des revenus), un chômage endémique (70 %), et une accentuation du phénomène de bidonvilisation (1999). Cette urbanisation fragmentée et source de ségrégation s'est poursuivie. Et le tremblement de terre de janvier 2010 est venu à son tour bouleverser les rares tentatives d'aménagement concerté des 12.000 hectares de la métropole haïtienne et des autres villes touchées par le séisme (Bras et al, 2016). Deprez et Labattut (2011), lors de l'analyse de Port-au-Prince, une année après la catastrophe, replacent ce séisme et ses conséquences dramatiques (230.000 morts recensés et 1,5 millions de personnes déplacées) dans le contexte : une ville en croissance démographique et spatiale ininterrompue, une ville en reconstruction permanente, une ville faite de précarité et d'inégalités, dans l'emploi, dans l'habitat, dans l'accès aux services et aux réseaux de base ; et une ville totalement bouleversée par un séisme de magnitude élevée. Les bidonvilles sont légion et abritent la majorité des citoyens. Logements sous-standard, absence d'accès à l'électricité, à l'eau potable, déficit en drainages et en routes goudronnées sont fréquemment constatés (Myrtho et al, 2014). Sachant les risques de désastres toujours possibles à l'avenir, ces éléments doivent être pris en compte lorsque l'on sait, à suivre ces auteurs, que 62% de la population métropolitaine vit dans des conditions déplorables en termes de qualité environnementale, et occupent 40% du territoire urbanisé. Alors qu'à l'inverse, seuls 6,8% de la population de Port-au-Prince jouit de conditions environnementales de haute qualité, et occupent 27% du territoire !

Cette brève comparaison met en évidence, d'un côté, une tendance mondiale puissante prévalant dans l'organisation du monde contemporain - l'urbanisation - et cela particulièrement dans les transformations que vivent la grande majorité des pays émergents et en développement, et, de l'autre, une situation spécifique, celle d'Haïti et de sa capitale, Port-au-Prince. Elle nous permet de rebondir sur quelques caractères qui serviront de fil conducteur à ce premier numéro de la revue « Environnement et Société » consacré à l'urbanisation et à l'aménagement durable des villes en général, des villes du Sud⁵ en particulier.

⁴ <http://www.indexmundi.com/facts/haiti/urban-population>

⁵ Sud économique s'entend, dans le langage de la mondialisation

Sollicitation aux auteurs

Tenant compte de ces brefs propos introductifs, nous invitons tous les auteurs intéressés à nous fournir des propositions d'articles, en français ou en anglais, portant sur des dimensions évoquées préalablement en lien avec l'urbain, l'aménagement du territoire et l'organisation de la société.

Les articles retenus doivent avoir un caractère scientifique, dès lors qu'ils émanent de recherches en cours, passées ou planifiées, comprenant une dimension réflexive à partir de différentes contributions théoriques et/ou appliquées, ou provenant de questions conceptuelles nées de travaux en cours. Les articles peuvent également se fonder sur tous types de projets opérationnels et rendre compte de leurs objectifs, activités et résultats, en se focalisant non seulement sur le descriptif des actions menées à bien, mais en les prolongeant par une réflexion plus large visant à mettre en relief ces projets dans une perspective plus large de développement durable urbain.

Seront particulièrement appréciés, sachant les intentions d'une revue visant la conjonction entre environnement et société, toutes les propositions d'articles qui aborderont différentes dimensions du développement durable appliqué au cadre urbain, ainsi que son interface régionale entre l'urbain, le périurbain et le rural.

Reprenant les propos introductifs, différentes entrées disciplinaires sont accueillies : urbanisme et architecture ; ingénierie environnementale et civile ; aménagement du territoire ; écologie ; économie ; sociologie ; sciences politiques ; planification urbaine ; management public et privé, et autres. Un accent particulier sera mis sur le dialogue interdisciplinaire face à la complexité du phénomène urbain et sur les tendances contemporaines qui influent sa transformation. De même, sont bienvenues les contributions à caractère transdisciplinaire visant le dialogue entre chercheurs et praticiens. De manière à renforcer les ambitions scientifiques de la revue, nous encourageons la pensée critique, fondée sur des analyses rigoureuses et des réflexions de haut niveau, favorisant la mise en exergue des innovations expérimentées ou envisagées de manière à lutter contre les phénomènes de fragmentation territoriale et de disparités sociales et économiques, au profit d'une vision prospective plus globale de l'urbain, inclusive au plan sociétal, créatrice au plan technologique, et plus cohérente au niveau territorial. Les articles peuvent focaliser des questions d'ordre local, régional, national, ou porter une dimension comparative entre lieux, régions ou pays.

Compte tenu de la situation particulière que vit Haïti, pays d'origine de la revue grâce à l'Université Quisqueya, toute proposition d'article centrée sur la situation urbaine que traversent ce pays et ses différentes villes sera examinée avec soin. Mais il ne s'agit pas d'une condition exclusive. Ce premier numéro de la revue « Environnement et Société » souhaite également accueillir des articles permettant d'éclairer la complexité urbaine à partir d'autres situations, dans les autres pays de la Caraïbe, ou provenant de toute autre région du monde confrontée aux problèmes confrontant le processus d'urbanisation aux questions de l'aménagement urbain durable.

Jean-Claude Bolay

Co-éditeur du Numéro 1 : Urbanisation et aménagement durable
Revue « Environnement et Société »

La Revue « Environnement et société » sollicite des articles centrés sur la situation urbaine que traversent le pays et ses différentes villes. Les chercheurs (professeurs d'université, assistants professeurs et doctorants) intéressés devront soumettre, au plus tard le 8 décembre 2016, leur proposition d'articles aux coéditeurs, à l'adresse suivante :

environnementetsociete@univ.edu.ht

L'article (45 000 caractères maximum) sera soumis à 2 relecteurs au plus tard le 15 décembre 2016. La notification d'acceptation ou de refus de l'article se fera par les co-éditeurs. Les auteurs ayant une acceptation conditionnelle de leurs travaux soumettront la version révisée. Les notifications d'acceptation finale seront expédiées aux auteurs au plus tard le 30 avril 2017.

La parution du Numéro 1 : Urbanisation et aménagement durable de la Revue « Environnement et Société » est prévue pour le 15 juin 2017.

BIBLIOGRAPHIE INDICATIVE

Bernardin, Ernst A. (1999). La planification régionale en Haïti », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Aménagement, Urbanisme, document 84, mis en ligne le 16 mars 1999, consulté le 11 juillet 2016. URL : <http://cybergeo.revues.org/4840> ; DOI : 10.4000/cybergeo.4840

Bolay, Jean-Claude, "What sustainable development for the cities of the South? Urban issues for a third millennium". *International Journal of Urban Sustainable Development*, Vol. 4 issue 1, 2012, pp 76-93. (<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19463138.2011.626170>).

Bolay, Jean-Claude, Kern Abigaïl, "Technology and urban issues: What type of development is appropriate for cities of the South?". *Journal of Urban Technology*, 2011 Volume 18, issue 3, pp 25-43 (<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10630732.2011.615563>).

Bras, Anie; Kern, Abigaïl; Lucien, Georges Eddy; Emmanuel, Evens (2016). Poor Neighbourhood and Natural Disaster. The Environmental Situation of the Cité l'Éternel in Port-au-Prince, Haiti. In Bolay J.-C., Chenal J., Pedrazzini Y., dirs. (2016). *Learning from the slums for the Development of Emergent cities*, Heidelberg: Springer, *Geo Journal*, vol. 119.

Deprez, Simon; Labattut, Eléonore (2011). La reconstruction du Port-au-Prince. Analyses et réflexions sur les stratégies d'interventions en milieu urbain. *Solidarités International*. <http://www.alnap.org/resource/6318>.

Myrtho, Joseph; Fahui, Wang; Lei, Wang (2014). GIS-based assessment of urban environmental quality in Port-au-Prince, Haiti. *Habitat International*. Volume 14, N° 50, pp. 33-40. Doi:10.1016/j.habitatint.2013.06.009

United Nations, General Assembly (2015). Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, 70/1. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: United Nations. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

United Nations Department of Economic and Social Affairs (2014). *World Urbanization Prospects. The 2014 Revision. Highlights*. New York : United Nations. <http://www.un.org/en/development/desa/publications/2014-revision-world-urbanization-prospects.html>

World Economic Forum, WEF (2015). *Global Risks 2015*. Geneva: WEF.

ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

INSTRUCTION AUX AUTEURS

La revue thématique de l'Université Quisqueya est une publication semestrielle. Elle est destinée aux scientifiques intéressés par les relations entre l'environnement et la société. Elle publie des:

- articles originaux (45 000 caractères maximum) ;
- synthèses sur l'état des connaissances scientifiques (review papers) ;
- articles courts (short communications), notes méthodologiques, mise au point : 4 pages, dont 2 figures/tableaux et 15 références maximum ;
- résumés de thèses de doctorat soutenues : 2 pages au maximum ;
- lettres à l'éditeur : 1 page + 1 tableau et 3 références maximum.

Les auteurs-es d'articles originaux doivent soumettre un texte de 45 000 mots maximum, en double interligne sur fichier électronique en word, caractères Calibri 12.

Les manuscrits doivent être soumis, en français ou en anglais, par e-mail à l'adresse suivante:

environnementetsociete@uniq.edu.ht

Les manuscrits adressés à la Rédaction sont soumis à l'avis de deux experts de la spécialité, qui restent anonymes pour les auteurs.

La Rédaction se réserve le droit de renvoyer aux auteurs tout manuscrit dont la présentation ne serait pas conforme à ces recommandations. Elle se réserve également le droit de modifier la forme d'un manuscrit pour l'adapter au style de la revue.

Les manuscrits seront dactylographiés en double interligne, avec une marge de 5 cm à gauche et de 2,5 cm à droite. Ils devront être présentés de la manière suivante :

- Une page de titre comprenant les références complètes des auteurs (raison sociale et adresse pour les tirés à part).
- Un résumé en français et en anglais de 20 à 25 lignes (maximum 250 mots).
- Le texte, sans les illustrations.
- Des illustrations, schémas et tableaux, accompagnés d'une légende détaillée en français et en anglais.
- Des références bibliographiques (60 au maximum), ne devant pas prétendre à être exhaustives mais plutôt à être sélectives.

Le premier auteur, de même que l'auteur auquel la correspondance et les tirés à part devront être adressés, doivent être identifiés. Leurs adresses postale et de courrier électronique, numéros de téléphone et de télécopie, doivent également impérativement figurer sur le manuscrit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Elles seront classées par ordre d'apparition dans le texte et appelées par leur numéro placé entre crochets. Elles doivent mentionner tous les auteurs, et indiquer, dans l'ordre :

Pour les articles de revues : Noms des auteurs suivis des initiales de leurs prénoms. Titre de l'article (dans la langue d'origine). Nom de la revue abrégé selon le style de l'Index Medicus (pas de ponctuation

après les abréviations) année ; volume : première et dernière page de l'article. Ex. : 1. Cohen BJ. Human parvovirus B19 infection in Kawasaki disease. Lancet 1994 ; 344 : 59-61.

Pour les chapitres de livres : Noms des auteurs. Titre du chapitre (dans la langue d'origine). In : Noms et initiales des éditeurs. Titre du livre. Ville : nom de l'éditeur, année de publication. Ex. : 2. Miller G. Epstein-Barr Virus : biology, pathogenesis and medical aspects. In: Fields BN, Knipe DM, eds. Virology. New York : Raven Press, 1990.

Pour les livres : Même présentation des auteurs. Titre du livre. Ville : nom de l'éditeur, année de publication. Ex. : 3. Ianossy G, Autran B, Miedema F, eds. Immunology of HIV infection. Bâle : Karger AG, 1992.

Illustrations. Les illustrations seront fournies sur pages séparées au format jpeg ou tiff (résolution 300 dpi pour les photos, 600 dpi pour les schémas). Les légendes des figures et des tableaux doivent permettre leur lecture et leur compréhension sans qu'il soit nécessaire de se référer au texte. Tous les documents d'illustration doivent être appelés dans le texte et numérotés. Dans l'hypothèse où certaines des illustrations seraient réalisées par des tiers, qu'elles aient déjà été publiées ou non, l'auteur s'engage à obtenir auprès de ces derniers l'ensemble des autorisations nécessaires à l'intégration de ces illustrations dans son article et à leur exploitation sous cette forme. Il communiquera ces autorisations de reproduction avec son manuscrit.

Abréviations. Les auteurs doivent éviter les abréviations.

Tout sigle ou abréviation doit être explicité à sa première apparition dans le texte.

Grandeurs et unités. L'usage des unités du système international d'unités (SI) est recommandé.

ANNEXE 6. LE LABORATOIRE SIMULATION TÉLÉCOMMUNICATION ET REALITÉ VIRTUELLE (SITERE)

Affiliation : Ecole Supérieure d'Infotronique d'Haïti

Directeur : Ben-Manson TOUSSAINT, PhD

Téléphone : +(509) 42 43 61 33

e-mail : ben-manson.toussaint@sitere.science

Site web : <http://sitere.science>

Présentation

Le laboratoire SimulationTElecommunication et REalité virtuelle (SITERE) est la structure de recherche en informatique de l'ESIH. Il se positionne en pionnier sur la recherche scientifique au niveau national dans le domaine des TIC. La vision poursuivie est de fournir à la communauté universitaire haïtienne les structures nécessaires à la formation de ses étudiants au troisième cycle dans les spécialités des nouvelles technologies au sein même du pays et lui permettre de créer et de saisir les opportunités de partenariats, d'échanges et de transferts de compétences scientifiques aux niveaux régional et international. Le SITERE a subi sa première évaluation internationale en janvier 2015. Il est une structure de recherche associée au Collège doctoral d'Haïti.

Axes de recherche

La recherche au laboratoire SITERE est organisée autour de trois grands thèmes :

- Systèmes intelligents, systèmes interactifs et systèmes cognitifs
- Systèmes répartis et programmation distribuée
- Signal, images et vision

Les activités de recherche liées sont regroupées sous les axes suivants :

Axe 1 : Simulation et systèmes intelligents

Les activités de recherche regroupées sous cet axe concernent l'intelligence artificielle et la conception de systèmes interactifs, intelligents et adaptatifs. Elles couvrent des aspects théoriques tels que la modélisation cognitive, le développement d'algorithmes intelligents, la conception de systèmes d'aide à la formation, d'environnements de simulation, d'environnements interactifs d'apprentissage humain, et leur mise en œuvre au sein d'applications industrielles.

Mots-clés : *Intelligence Artificielle, Systèmes Interactifs et Cognitifs, Apprentissage humain, Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH), Connaissance, Bases de Données, Datamining, Web sémantique, Ontologies.*

Axe 2 : Réseaux et Télécommunications

Les recherches selon cet axe se concentrent sur l'étude des protocoles répartis, l'algorithme réparti, la modélisation et l'analyse de systèmes répartis complexes et dynamiques, le développement d'applications sur périphériques mobiles (smartphones et tablettes sous environnement iOS et Android notamment), la gestion et l'optimisation des accès concurrents, la modélisation et l'ingénierie du trafic, la gestion de ressources et l'accès aux données à travers les grands réseaux. Ces recherches s'intéressent aux problématiques posées par les réseaux mobiles, la mobilité universelle et les difficultés de sécurisation posées par ces technologies émergentes.

Les spécificités des architectures «many-cores» et des infrastructures «cloud» ainsi que les environnements tels les grilles de calcul et les réseaux dynamiques sans-fil, sont au cœur des travaux des recherches menés autour de ces thèmes.

Mots-clés : *Architecture distribuée, Systèmes répartis, Calcul haute performance, Systèmes parallèles et embarqués, Cloud computing, Programmation multi-cœur, Programmation hétérogène, Performance des Systèmes à Grande Echelle.*

Axe 3 : Réalité Virtuelle

Cet axe de recherche s'intéresse à l'optimisation de l'immersion virtuelle dans un contexte applicatif notamment la reproduction de sites et patrimoines historiques et touristiques.

Les travaux portent sur la recherche de méthodes et d'outils permettant d'optimiser l'immersion virtuelle pour une application définie, le développement de méthodes, la conception et la réalisation d'interfaces de réalité virtuelle. Ils adressent la problématique de l'adéquation entre la perception (au sens des facteurs humains) et le rendu (au sens des technologies à mettre en œuvre) dans un contexte applicatif.

Mots-clés : *Réalité virtuelle, Réalité augmentée, Environnement virtuel, Immersion virtuelle, Fabrication virtuelle, Modélisation, Images de synthèse.*

Equipes

Le Laboratoire compte 3 enseignants-chercheurs sur place et une chercheuse associée en France, un ingénieur de recherche sur place et une ingénieure de recherche associée en France, 2 doctorants et 4 stagiaires dont 2 en préparation d'un master 2.

Projets de recherche

Projets en cours

Plateforme de gestion centralisée de contenu pédagogique.

Axe : Simulation et systèmes intelligents

Ce projet vise la mise en œuvre et l'opérationnalisation d'une plateforme d'enseignement en ligne ouverte aux universités et établissements d'enseignement supérieur.

Surcouche logicielle pour le monitoring, l'évaluation et l'analyse de l'enseignement et de l'apprentissage sur une plateforme d'enseignement en ligne.

Axe : Simulation et systèmes intelligents

Le projet THESSIA a pour objectif de proposer une surcouche de type EIAH (Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain) à la plateforme THESS dans le but d'automatiser certains services didactiques offerts aux étudiants. Concrètement, cette surcouche vise à faciliter le suivi des apprenants dans un environnement d'apprentissage décentralisé.

Tourisme virtuel dans des environnements immersifs

Axe : Réalité virtuelle

Le projet de tourisme virtuel du laboratoire SITERE a été mis en place dans l'objectif de modéliser en 3D des sites touristiques et patrimoines haïtiens tel que la Citadelle Henry. Le but est d'en rendre possible la visite en immersion et de manière interactive.

Systèmes Tutoriels Intelligents

Axe : Simulation et systèmes intelligents

Le projet de conception d'environnements de simulation du laboratoire SITERE vise la réalisation d'un Système Tutoriel Intelligent offrant la possibilité à des apprenants d'acquérir des compétences liées à des domaines complexes. Le volet actif de ce projet intègre un dispositif de simulation pour l'apprentissage des gestes chirurgicaux liés à certaines interventions orthopédiques percutanées.

xDRONES

Axe : Réseaux et Télécommunications

La surveillance des bassins versants environnant la ville de Port-au-Prince est primordiale pour éviter des catastrophes humaines dues à des glissements de terrain. L'utilisation de drones pour la surveillance des zones sensibles peut s'avérer une alternative intéressante. Ils devraient permettre d'avoir des images panoramiques de zones peu accessibles par la route ou tout autre moyen de déplacement terrestre. Ils devraient aussi permettre, grâce à des relevés photographiques réguliers, de voir la progression des dégradations et aussi de pouvoir évaluer les impacts de toute politique de protection des bassins versants de la région métropolitaine.

Dans le cadre du projet xDrones du SITERE, l'équipe va travailler sur l'implémentation d'un système de pilotage intelligent. Ce dernier devra pouvoir calculer le meilleur itinéraire entre un point de départ et une destination. Il pourra ajuster son parcours en temps réel en tenant compte des obstacles environnants. L'implémentation d'un logiciel de gestion des collisions sera une des fonctionnalités importantes de ce système de pilotage intelligent. Pour cette fonctionnalité, l'acquisition en temps réel de l'altitude ainsi que des coordonnées GPS sont primordiales. L'utilisation de contrôles visuels et d'ultrasons seront utilisés pour la gestion de la position des obstacles. Dans un premier temps, nous nous intéresserons principalement aux drones de type quadcopter (c'est-à-dire ayant quatre hélices assurant la propulsion du drone). L'implémentation de ces fonctionnalités devrait permettre l'utilisation de plusieurs drones en formation pour assurer le quadrillage d'une zone tout en minimisant l'intervention humaine au strict minimum. Dans le futur, cet autopilote sera adapté afin de pouvoir fonctionner avec d'autres types de drones volants.

Projets terminés

Axe : Réalité virtuelle

- Modélisation de la Citadelle Henry
- Modélisation du Parc de Martissant
- Modélisation du Parc de la Canne-à-Sucre

Productions

Publications

Entre 2010 et 2016, les équipes du laboratoire ont publié 22 articles dans des conférences et revues à comité de lecture. 73% de ces conférences et revues sont classées A et A+.

Logiciels et algorithmes

Les logiciels et algorithmes conçus par le laboratoire entre 2014 et 2016.

PeTRA (PErceptual-gestural TRAcés treatment framework)

Un framework développé pour le traitement de données hétérogènes et multimodales dans les environnements d'apprentissage virtuels. Il intègre un ensemble d'outils permettant de représenter ces données dans un format capable d'être exploités par des

outils statistiques et des outils de datamining.

PhARules (Phase-Aware Rules extractor)

Algorithme de datamining conçu et développé pour le traitement de données enregistrées dans les environnements d'apprentissage virtuels. La méthodologie innovante sur laquelle il a été conçu lui permet d'extraire des patterns de connaissances à partir d'un ensemble de données en prenant en compte de manière automatique l'hétérogénéité interne de ces données (ex : les différentes phases d'un exercice de simulation d'opération chirurgicale).

THESS (Technologie Hybride pour l'Education, la Science et le Savoir)

Plateforme permettant de gérer des cursus en ligne dans le cadre d'une formation diplômante. Le modèle sur lequel se base la plateforme THESS permet de décentraliser la formation universitaire en facilitant l'accès au contenu pédagogique des cursus ciblés.

THESSIA (THESS-Intelligence Artificielle)

Surcouche logicielle permettant l'automatisation des services didactiques offerts sur la plateforme THESS.

Principaux partenaires

Caribbean Knowledge and Learning Network (CKLN, Jamaïque), Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT, France), Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG, France), Laboratoire d'Informatique de l'Université Paris 6 (LIP6, France), Laboratoire Techniques de l'Ingénierie Médicale et de la Complexité (TIMC, France), Université de Picardie Jules Verne (UPJV, France), Université Toulouse 1 Capitole (UT Capitole, France), Université Quisqueya (UniQ, Haïti).

ANNEXE 7. LE COLLÈGE DOCTORAL D'HAÏTI (CDH)

1. Préambule

Le contexte en Haïti est marqué par une politique de l'enseignement supérieur et de la recherche défailante, l'absence d'encadrement normatif (organisation, accréditation, validation des études, diplômes, grades académiques etc.), une faible capacité de régulation étatique, une multiplicité d'établissements et de programmes sans contrôle ni garantie de qualité, une quasi-inexistence de formations de 3^e cycle, une quasi-absence d'écoles doctorales, une faible qualification du corps professoral et une absence de véritable statut de celui-ci.

Il n'existe que très peu d'équipes ou de laboratoires de recherche. Beaucoup de thèses effectuées à l'étranger traitent de problématiques peu exploitables ou n'ayant pas d'écho dans le pays. Cette distance par rapport aux préoccupations régionales est à la fois la cause et la conséquence du phénomène de fuite de cerveaux.

Il importe donc de développer la recherche. Les besoins les plus importants et les plus urgents se situent au niveau des études doctorales, et plus particulièrement de la formation des chercheurs à l'investigation scientifique et technologique. Selon le rapport au Président de la République intitulé « Pour un pacte national sur l'éducation en Haïti » (GTEF, 2010), moins de 10% des enseignants dans les universités haïtiennes disposent d'un doctorat.

Le Collège doctoral d'Haïti (CDH) répond à cette préoccupation. Créé en partenariat avec l'Université d'Etat d'Haïti (UEH) et l'Université Quisqueya (uniQ) dans le cadre d'une convention signée le 8 décembre 2011 par les recteurs des deux établissements, en présence de l'Agence universitaire de la Francophonie (AUF) et de l'Ambassade de France en Haïti, le CDH soutient les stratégies des établissements membres, renforce leurs capacités par une coopération scientifique, en vue de structurer un espace national de formation à et par la recherche.

La spécificité du CDH repose sur l'équilibre découlant des partenariats entre les universités haïtiennes, lesquelles sont les personnes juridiques qui concrétisèrent les bases de la formation doctorale à Haïti, et les institutions politiques qui les ont développées. Le CDH ne constitue pas une nouvelle personne juridique, mais représente une alliance conventionnelle des universités haïtiennes pour la concrétisation d'un projet fédérateur, stimulant l'union des efforts pour la formation des docteurs en Haïti. Le CDH regroupe les programmes doctoraux et les écoles doctorales des universités référentes ainsi que des écoles doctorales, laboratoires, unités et équipes de recherche appartenant aux établissements d'enseignement supérieur haïtiens membres de la CORPUHA et de l'AUF.

2. Mission

Le CDH a pour mission de promouvoir la recherche scientifique au niveau national, avec la participation de tous les établissements d'enseignement supérieur membres de l'AUF et de la CORPUHA, en créant un lieu d'échanges et de réflexion sur la formation à la recherche.

3. Objectifs généraux

Ses objectifs généraux sont de contribuer à doter le pays d'une masse critique de scientifiques de haut niveau et renforcer les capacités des universités partenaires en matière de recherche, de contribuer à la valorisation du statut du personnel enseignant-chercheur dans les universités haïtiennes, contribuer à moderniser les structures de recherche dans la perspective de produire des travaux remplissant des critères scientifiques reconnus par la communauté scientifique internationale; et développer une recherche adaptée aux besoins du pays et de la région et, accompagner les établissements d'enseignement supérieur membres qui le souhaitent, à organiser et renforcer leur propre structure de recherche.

4. Adhésion

Sont habilités à adhérer au CDH toute école doctorale issue d'une université membre de l'AUF, ainsi que tout laboratoire, unité ou équipe de recherche, issu d'une université membre de l'AUF et appartenant ou non à l'une des trois universités référentes. La demande d'adhésion au CDH est présentée par la plus haute autorité de l'université qui en fait la demande au Conseil d'administration.

La demande est instruite par le Comité de direction du CDH sur la base des conditions d'adhésion et d'un dossier déterminés par le Conseil d'administration sur proposition du Conseil scientifique. Elle est ensuite transmise à celui-ci. Le Conseil scientifique désigne au moins trois experts dans le réseau des universités membres de l'AUF qui seront chargés de lui faire un rapport sur la demande. Le Conseil scientifique transmet ensuite son avis au Conseil d'administration. Le Conseil d'administration se prononce sur avis conforme du Conseil scientifique. En cas d'avis divergent du Conseil d'administration, ce dernier recherche une position commune avec le Conseil scientifique. L'adhésion au CDH d'un laboratoire, unité ou équipe de recherche implique l'existence d'une structure habilitée à accueillir et à encadrer des doctorants.

Entre février 2013 et février 2015, le CDH est passé de 2 à 3 programmes doctoraux ou écoles doctorales membres : École doctorale de l'ESIH; Programme doctoral de l'UEH; École doctorale de l'UniQ. Sur la même période, il a admis 4 équipes de recherche : le CREGED de l'UniQ, le LADIREP de l'UEH, le LAQUE de l'UniQ et le SITERE de l'ESIH.

5. Organes et compétences

Les organes du CDH sont le Conseil d'administration, le Conseil scientifique et le Comité de direction.

Le Conseil d'administration administre le CDH. Il est chargé, notamment :

- de nommer les membres du conseil scientifique ;
- de mettre en place le Bureau du Conseil d'administration et le Comité de direction ;
- de nommer le directeur du CDH ;
- d'approuver ou de modifier les programmes d'activités et le budget annuel du CDH ;
- de publier annuellement un rapport d'activités et un bilan financier ;
- d'établir ou de modifier les statuts du CDH ainsi que le règlement intérieur ;
- de prendre toutes décisions concernant l'acquisition et la cession de biens immobiliers du CDH;
- de recevoir tous dons et legs en provenance de particuliers, de sociétés ou de fondations ;
- de fixer la politique de rémunération du personnel.

Le Conseil scientifique dispose d'une compétence générale en matière scientifique, et notamment en ce qui concerne la proposition de réglementation et d'organisation de la formation doctorale au sein du CDH. Il est chargé de l'élaboration des programmes des séminaires, des autres composantes de l'offre de formation et des activités scientifiques du CDH, de les soumettre pour ratification au Conseil d'administration, et d'en assurer le suivi. Il définit les axes scientifiques du CDH.

Il donne un avis au Conseil d'administration sur les demandes d'adhésion au CDH des écoles doctorales qui sont créées par les universités membres de la CORPUHA et de l'AUF. Il se prononce dans les mêmes conditions en ce qui concerne l'accréditation des laboratoires, unités ou équipes de recherche susceptibles d'accueillir les doctorants.

Le Conseil scientifique vérifie le respect des critères d'admissibilité d'un candidat au CDH et des critères d'octroi du label du CDH définis par les présents statuts.

Le Conseil scientifique donne son accord sur la direction de la thèse envisagée. Il veille à ce que les projets de thèses soient en conformité avec les axes et thématiques retenus.

Le Comité de direction prépare et soumet à l'approbation du Conseil d'administration un projet de budget, les comptes de l'année précédente et un rapport annuel des activités.

Il exécute les décisions du Conseil d'administration et du Conseil scientifique.

Le Comité de direction est composé de 5 membres nommés par le Conseil d'administration, tous enseignants-chercheurs possédant au minimum le titre de docteur obtenu après soutenance d'une thèse de doctoral.

Le directeur assure la direction exécutive du CDH. Il fait rapport de son activité à chaque réunion du Conseil d'administration et du Conseil scientifique.

Première évaluation internationale du CDH

En juin 2015, le Conseil scientifique de l'AUF a commandité la première évaluation internationale du Collège doctoral d'Haïti. Au vu de tout ce qui a été réalisé par le CDH, les évaluateurs ont retenu, entre autres, des points forts et des aspects à améliorer.

Points forts:

La culture de l'évaluation : « Le CDH, la mutualité des universités haïtiennes membres de l'AUF, introduit dans le paysage universitaire haïtien beaucoup d'éléments innovants. Il inaugure dans la recherche universitaire locale une nouvelle ère, celle de l'évaluation périodique par les pairs, qui est l'un des éléments essentiels dans le fonctionnement de tout système d'enseignement supérieur. »

La croissance de légitimité : « Au début du mois de février 2015, le CDH est passé de 2 à 7 membres : (i) 3 écoles doctorales - École doctorale en Informatique et Télécommunication de l'ESIH; École doctorale en SHS de l'UEH; École doctorale « Société et Environnement » de l'UniQ; (ii) 4 équipes de recherche : le CREGED de l'UniQ, le LADIREP de l'UEH, le LAQUE de l'UniQ et le SITERE de l'ESIH. »

L'internationalisation : « Avec ces avancées, le CDH lance des signaux clairs et visibles dans le domaine de la recherche universitaire au niveau national.

En effet, les universités haïtiennes, au niveau de leurs unités et/ou laboratoires de recherche, doivent désormais s'inscrire dans une dynamique internationale, par la mise en oeuvre de projets et/ou programmes de recherche sur des problématiques nationales qui s'installent dans la durée avec bien entendu le partage des résultats, entre autres, par des publications dans des revues internationales. »

L'encouragement dans l'adoption de normes de régulation du secteur de l'enseignement supérieur et de la recherche : « Dans le contexte haïtien marqué par l'absence de normes et de régulation de l'enseignement supérieur et de la recherche, le CDH sert de référence et d'assurance qualité pour ses membres tant en matière de travaux doctoraux, d'enseignement au niveau du 3e cycle, de labélisation ou accréditation des laboratoires de recherche, et l'habilitation des enseignants-chercheurs détenteurs d'un doctorat. »

Aspects à améliorer:

« L'harmonisation du cursus de la première année des formations doctorales et sa gestion (une offre d'enseignement à distance - obligatoire à tous les doctorants régulièrement inscrits dans une école doctorale membre du CDH – pourrait favorablement aider à l'amélioration de ce point); »

« L'accompagnement des laboratoires membres dans leur développement afin qu'ils atteignent des niveaux d'excellence leur permettant de diriger de manière autonome l'ensemble de leurs travaux de recherche; »

« Le CDH devra être informé, sous la base d'indicateurs à définir, de l'évolution des écoles doctorales membres ».

ANNEXE 8. L'INSTITUT DES SCIENCES, DES TECHNOLOGIES ET DES ETUDES AVANCÉES D'HAÏTI (ISTEAH) : PRÉSENTATION SOMMAIRE

L'ISTEAH est un établissement universitaire d'excellence dédié principalement aux études supérieures (maîtrise, doctorat). Sa mission est de former des scientifiques et des innovateurs de haut calibre à travers le pays et d'offrir des services de formation continue avancée en science et technologie dans les différentes régions du pays. L'ISTEAH veut se distinguer autant par la qualité et la valeur ajoutée de la formation qu'il dispensera, que par son rôle actif dans le développement scientifique, technologique, économique et social à travers le pays.

1. Vision

La vision de l'ISTEAH est illustrée à la Figure 1. Il s'agit de mettre la science et la technologie au service du développement, en formant des citoyens, des innovateurs et des leaders aptes à agir avec compétence aux échelles locale, nationale et régionale, en poursuivant un idéal d'excellence dans les actions et les interventions.

L'ISTEAH privilégie la recherche, l'innovation, le leadership et la citoyenneté comme base du développement socioéconomique. Cet institut contribue significativement à la formation au pays même de chercheurs et de professionnels de haut calibre pour assurer le développement local, national et régional. Il contribue également au renforcement des capacités scientifiques des universités haïtiennes, particulièrement celles des régions souvent confrontées à des problèmes de pénurie de compétences pour assurer la formation au premier cycle.

Sur un horizon temporel de 10 ans, l'ISTEAH envisage de former un contingent de 1000 scientifiques pour rehausser le niveau scientifique du pays et le rendre moins dépendant de l'étranger pour la formation de ses élites. Un corps professoral international, formé pour la plupart de bénévoles, soutient cet institut, en mettant à contribution des méthodes variées de livraison de la formation : présentiel, formation à distance synchrone (vidéoconférence) et asynchrone (e-learning), séminaires de courte durée, projets encadrés à distance, ou toute autre combinaison possible.

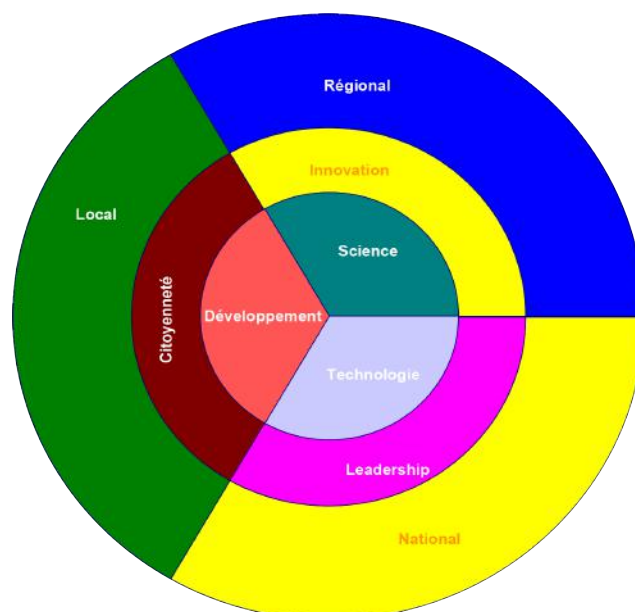


Figure 1. Vision de l'ISTEAH

2. Objectifs spécifiques et caractéristiques de base

De manière spécifique, l'ISTEAH vise :

- la formation à travers tout le pays, notamment dans les régions, de diplômés de maîtrise et de doctorat, ainsi que de stagiaires post-doctoraux spécifiquement sur des problématiques de développement aux échelles locale, nationale et régionale;
- la réalisation de recherches pertinentes et de haut niveau, qui sont à la base de la formation à la maîtrise et au doctorat et qui tiennent compte des besoins des milieux économiques et de la société;
- la formation continue avancée de qualité dans des disciplines scientifiques ciblées, en mettant l'accent sur les valeurs humaines;
- le rayonnement scientifique, intellectuel et social concrétisé par des interactions avec les milieux externes autant au pays qu'à l'étranger.

Prenant en compte la nécessité de former au pays même des scientifiques et des professionnels de haut niveau orientés vers le développement, dotés de capacités de résolution de problèmes et d'innovation, l'ISTEAH fonctionne selon les principes suivants :

- Le corps professoral est de calibre mondial et conforme aux standards internationaux les plus élevés;
- Les programmes de formation sont supportés par un réseau international de laboratoires, de chaires et de centres de recherche spécialisés pour l'accueil de stagiaires;
- Les programmes de formation sont supportés par un réseau international d'entreprises et d'institutions qui accueilleront les étudiants en milieu de pratique et qui leur fourniront un encadrement approprié à leur formation;
- L'admissibilité des étudiants aux programmes offerts se fait à la fois sur la base de dossier académique et de concours, en privilégiant les membres des corps professoraux des institutions universitaires haïtiennes et les cadres de la fonction publique haïtienne.

3. Champs d'études couverts

L'ISTEAH offre actuellement des programmes d'études et de recherche multidisciplinaires dans les domaines suivants :

- Administration et sciences de la gestion
- Formation professionnelle et technique
- Gestion de projets
- Ingénierie
- Sciences de l'éducation
- Sciences économiques
- Sciences mathématiques et physiques
- Technologies de l'information et de la communication.

Tous les programmes offerts intègrent des cours en sciences humaines: la Science dans la pensée haïtienne, Évolution historique d'Haïti, Haïti dans l'Histoire de l'Humanité, les problèmes fondamentaux et contemporains d'Haïti, etc. Ils comprennent également des cours de résolution de problème, de méthodologie de recherche, de mathématiques de base, d'approfondissement des outils informatiques, de méthodes statistiques.

Quant aux activités de recherche, elles sont résolument orientées vers la résolution des problèmes du pays selon une approche multidisciplinaire et holistique. Notons que ces problèmes sont aussi confrontés, à des degrés divers, par plusieurs pays de la région et d'ailleurs. D'où l'intérêt international pour les solutions qui pourront résulter des activités de recherche de l'ISTEAH.

4. Changements de paradigme

Le projet trouve sa pertinence dans les changements de paradigme qu'il propose. Ils sont au nombre de quatre :

- L'ISTEAH cherche à former localement du personnel hautement qualifié pour les besoins du pays, afin de réduire la dépendance vis-à-vis de l'extérieur et créer des institutions universitaires pérennes (Changement de paradigme : *former des pêcheurs plutôt que de donner du poisson*);
- L'ISTEAH cherche à déplacer les professeurs plutôt que les étudiants (Changement de paradigme : *contrer plutôt que favoriser la fuite des cerveaux*);
- L'ISTEAH vise à renforcer et à valoriser les talents disponibles dans les régions plutôt que de créer les conditions objectives d'abandon de celles-ci (Changement de paradigme : *augmenter l'attractivité des régions du pays en y développant des hauts lieux de savoir plutôt que de condamner celles-ci à une mort lente en les dépouillant irréversiblement de leurs talents*);
- L'ISTEAH vise à instituer la science et la technologie comme base de raisonnement dans le processus de prise de décision et la résolution des problèmes (Changement de paradigme : *promouvoir une approche rationnelle et réfléchie dans la prise de décision plutôt que le réflexe d'improvisation et de politisation*).

ANNEXE 9. LE CEFREPADE



Centre Francophone de Recherche Partenariale sur
l'Assainissement, les Déchets et l'Environnement

Une association créée à l'INSA de
Lyon en juillet 2007

INSA Lyon : 40 ans de recherche, d'études,
d'expertise dans le domaine des déchets.
Formation de nombreux étudiants venus de
pays du Sud (ingénieur, master, doctorat).
Conventions de coopération : Haïti, Cameroun,
Madagascar, Burkina Faso, Chine, Inde...

**De la recherche au terrain,
là où les besoins sont les plus criants**



Un réseau aujourd'hui élargi à des acteurs de terrain, experts d'universités du Sud et du Nord, de collectivités locales, d'ONG, d'entreprises. Des étudiants, doctorants, jeunes professionnels. Des représentants dans 12 pays. Des spécialistes **des déchets, de l'assainissement, de l'eau, de l'énergie, de la biodiversité, de l'impact environnemental**,... base exceptionnelle de connaissance, d'expérience, d'imagination

Pourquoi ? Pour proposer de nouvelles approches, innover, démontrer qu'avec quelques compétences, souvent peu de moyens et surtout du bon sens on peut trouver ensemble des solutions simples qui marchent au Sud

**Améliorer les conditions de vie
Créer des activités pérennes et autonomes
Former, éduquer, sensibiliser, répliquer
Préserver les ressources naturelles et la biodiversité**



- Une approche professionnelle, avec des hommes et des femmes de terrain
- Partir des vrais besoins et de vraies demandes
- Des partenaires motivés, qui se connaissent et ont envie de travailler ensemble
- Des projets pensés dès le début pour être pérennes
- Des projets à taille humaine, réalistes et pragmatiques
- Des partenaires locaux formés pour être à même d'assurer seuls le suivi, dans la durée
- Des projets démonstratifs qui puissent être reproduits ailleurs après adaptation



Des projets de terrain... quelques exemples

Plateformes de compostage de déchets ménagers à Dschang (Cameroun), Lomé (Togo), Cité Soleil et Cap Haïtien (Haïti)

Valorisation énergétique des coques d'anacarde au Burkina Faso et au Bénin

Zone atelier de Gros Morne (Haïti), ou comment allier accès à l'eau, reboisement, restauration des sols, assainissement écologique, valorisation des déchets, agro-écologie, formation et sensibilisation

et des actions transversales...

- ▶ Plateforme Re-Sources
- ▶ Appui au montage et au suivi de projets
- ▶ Encadrement de stagiaires, volontaires, chargés de mission
- ▶ Formation initiale et continue
- ▶ Appui au 1% déchets
- ▶ Exposition itinérante, roman pour la jeunesse, film sur la vie à Cité Soleil
- ▶ Animation revue DST, n° spécial IEPF, guide compostage, participation guide AMORCE

Informations générales : postmaster@cefrepade.org
Site internet : www.cefrepade.org

Adresse :
CEFREPADE - INSA de Lyon - 9 rue de la Physique
69621 Villeurbanne cedex - FRANCE

Principales références

Compostage

- Mise en place et accompagnement depuis 2007 du **compostage des déchets urbains** à Dschang - **Cameroun** avec ERA Cameroun, à Lomé - **Togo** avec le GTVD de l'Université de Lomé et ENPRO, à Cité Soleil - **Haïti** avec l'Athlétique d'Haïti et l'université Quisqueya.
- Accompagnement de la **mise en place de la gestion des déchets ménagers de la ville de Gros-Morne** (Haïti) : mise en place d'un tri bi-flux à la source, de la pré-collecte et collecte, aménagement de plateformes de tri et compostage, formation, identification d'un site de décharge. En collaboration avec la mairie, l'AOG (association des originaires de Grande Plaine) et l'université Quisqueya.
- Compostage des résidus d'assainissement de toilettes sèches à Grande Plaine (Haïti), en collaboration avec l'AOG (association des originaires de Grande Plaine) et l'université Quisqueya.
- Conception, suivi de la construction, mise en fonctionnement et suivi d'un site expérimental de tri et compostage des déchets (ménages, marchés) pour l'AITOM, communes de Limonade, Quartier-Morin et Cap Haïtien.
- Rédaction d'un guide pour la **mise en place de structures pérennes de compostage des déchets dans les pays en développement**.

Autres domaines

- Partenaire actif de la plateforme Re-Sources pour la promotion de la **valorisation des déchets** dans les PED (www.plateforme-re-sources.org), depuis mars 2013. Responsable de plusieurs groupes de travail et du volet formation.
- Co-rédaction avec l'URD d'un guide sur « la gestion des déchets des acteurs de l'aide. Etude de cas : Haïti » (février 2015).
- Programme visant à expérimenter la mise en place d'un dispositif **d'assainissement par toilettes sèches à litière** à Gros-Morne - Haïti, depuis 2014, en accompagnement de la thèse de doctorat de Gaston Jean.
- Programme « **Zone Atelier de Gros-Morne, Haïti** », initié depuis 2014 (objectifs : reboisement, amélioration des sols agricoles à l'aide de compost de déchets et résidus de toilettes sèches, , développement de pratiques agro-écologiques, formation, éducation environnementale), en partenariat avec l'AOG (Association des Originaires de Grande-Plaine, association communautaire paysanne).
- Appui à l'amélioration de l'alimentation électrique de l'hôpital Alma Mater de Gros-Morne : mise en place de **panneaux solaires** (100 kVa) et d'une nouvelle génératrice d'appoint de 60 kVa.
- Partenaire du programme GEDEAH – Gestion décentralisée et intégrée **des déchets et de l'assainissement** en zones urbaines et péri-urbaines haïtiennes (2010 - 2013, avec l'INSA de Lyon, l'ENSIL, le GRET, l'uniQ, la FAMV et la Fondation Athlétique d'Haïti).
- Etude de la faisabilité de la **valorisation énergétique de coques d'anacarde**. 1^{ère} étude réalisée avec l'association RONGEAD, pour la mise en place d'un pyrolyseur au Burkina Faso (2012). Accompagnement de la mise en place de nouvelles unités au Bénin (2015) avec financement PROCAD, en partenariat avec l'IUT de Lokossa. **Obtention du prix 2016 « accès aux services essentiels » du fonds Suez Initiatives et de l'Institut de France**.
- Participation au programme « Stratégie de Réduction des Déchets de Ouagadougou – Création d'emplois et de revenus » (PSRDO-CER). Responsable des volets **caractérisation des déchets, valorisation des plastiques souples et valorisation des papiers cartons** (Ville de Ouagadougou, sur financement UE, 2009 - 2012).

Sources de financement

ADEME – AGENCE DES MICROPROJETS LA GUILDE DU RAID – AGENCE FRANCAISE DE DEVELOPPEMENT - AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE – FONDATION EDF – FONDATION INSA – FONDS EAU DU GRAND LYON – FONDS FRANCAIS DE L'ENVIRONNEMENT MONDIAL - FONDS SUEZ INITIATIVES – RONGEAD – SYCTOM DE PARIS - UNION EUROPEENNE...

ANNEXE 10. L'ACADÉMIE HAÏTIENNE DES SCIENCES (AHS⁶)

1. Préambule

Au mois de juin 2013, lors d'une réunion de mise en place de l'Institut des sciences, des technologies et des études avancées d'Haïti (ISTEAH) tenue à Port-au-Prince, le Groupe de réflexion et d'action pour une Haïti nouvelle (GRAHN) avait annoncé l'initiative d'une Académie Haïtienne des Sciences (AHS). Une page Web avait alors été créée sur le site de l'ISTEAH pour entretenir cette idée, en attendant de pouvoir la concrétiser. Il s'agissait pour le GRAHN de contribuer à doter le pays d'un instrument de promotion de la science dont il a grandement besoin pour son développement. L'AHS veut ainsi renouer avec la grande tradition de l'esprit scientifique initiée entre autres par la Société Haïtienne d'Études Scientifiques.

Dans un contexte où chaque décision prise aujourd'hui par un citoyen est basée sur un concept scientifique quelconque, le citoyen vit la science sans le savoir, science qui est maintenant devenue omniprésente dans nos cultures. Il convient donc de porter devant le public les grands enjeux scientifiques du siècle afin de faire comprendre l'étendue des défis qui se présentent aux citoyens et l'urgence de l'acquisition d'une culture scientifique pour exercer un jugement éclairé sur les nouveaux développements scientifiques pouvant affecter durablement nos vies. Le présent document esquisse les grandes lignes de l'Académie Haïtienne des Sciences dont l'assemblée formelle de fondation a eu lieu le 8 janvier 2016.

2. Vision

L'Académie Haïtienne des Sciences se veut le haut lieu de l'excellence scientifique au pays, en promouvant les meilleures pratiques en matière de sciences au bénéfice de l'avancement général de la société haïtienne. Elle sera également un haut lieu de débats sur des sujets d'intérêt national touchant à la science et à la recherche scientifique, afin de bien faire comprendre l'importance grandissante des sciences et des technologies dans l'évolution de nos sociétés. Cela permettra à chacun, à terme, de réfléchir aux problématiques éthiques posées par la science et de jouer pleinement son rôle de citoyen responsable.

3. Mission

L'Académie Haïtienne des Sciences est une société savante dont la mission est de promouvoir la recherche scientifique et l'innovation au pays en réunissant les scientifiques haïtiens les plus éminents, en tenant des séances au cours desquelles des travaux sont présentés et en publiant ces travaux dans des revues scientifiques d'Haïti ou d'outre-mer les plus représentatives. De plus, grâce aux outils technologiques, elle mettra en œuvre des stratégies devant participer à la vulgarisation des recherches scientifiques au pays. Elle exercera activement une mission d'expertise et de promotion des sciences auprès des dirigeants politiques du pays afin que les décisions de politiques publiques soient prises en conformité avec la science et sur la base de données scientifiques.

⁶Le document de conception de l'Académie Haïtienne des Sciences a été préparé par un comité de GRAHN-Monde composé de Samuel Pierre, Evens Emmanuel, Bénédicte Paul, James Féthière et Schallum Pierre. © AHS, 2015
<http://www.isteah.edu.ht/index.php/rss/103-academie-des-sciences>

<http://credo.library.umass.edu/view/full/mums411-b017-f012>

4. Objectifs

L'objectif principal de l'Académie Haïtienne des Sciences est de promouvoir la science, la culture scientifique et l'innovation dans tous les aspects de la vie nationale, favorisant ainsi une compréhension du monde basée sur des connaissances scientifiques solidement établies. De manière plus spécifique, l'Académie Haïtienne des Sciences vise à :

- encourager la vie et la recherche scientifiques au pays;
- promouvoir l'enseignement des sciences à tous les niveaux du système éducatif haïtien;
- diffuser des connaissances scientifiques à tous les niveaux de la vie nationale;
- établir des liens solides entre savoirs scientifiques et savoirs traditionnels;
- renforcer la culture scientifique du citoyen pour que ce dernier puisse participer pleinement aux débats de société sur le développement des technologies qui auront une influence directe sur sa vie;
- vulgariser la recherche menée par les scientifiques haïtiens et haïtiennes;
- dégager les enjeux éthiques liés à la recherche scientifique;
- assurer un rôle d'expertise et de conseil auprès des instances étatiques nationales;
- favoriser les collaborations internationales et le rayonnement scientifique du pays à l'étranger.

5. Structure organisationnelle

L'Académie Haïtienne des Sciences comprend six divisions scientifiques qui sont les suivantes :

- la division des sciences humaines et sociales;
- la division des sciences de l'éducation;
- la division des sciences économiques et de la gestion;
- la division des sciences naturelles et des mathématiques;
- la division des sciences de l'ingénieur;
- la division des sciences de la vie.

6. Catégories de membres

L'Académie Haïtienne des Sciences comprend quatre catégories de membres qui sont les suivantes:

- Membres réguliers;
- Membres associés (doctorants);
- Membres institutionnels;
- Membres honoraires.

Chaque membre paie une cotisation annuelle dont le montant, fixé par l'assemblée générale, est modulé en fonction de la catégorie.

7. Structure de gouvernance

La gouvernance de l'Académie Haïtienne des Sciences est assurée par une structure composée des quatre entités suivantes :

- Un conseil d'administration de 9 membres;
- Un comité d'orientation scientifique centrale;
- Des comités d'orientation scientifique divisionnaires;
- Un comité exécutif.

Création

L'Académie Haïtienne des Sciences (AHS) est créée le vendredi 8 janvier 2016, selon les prescrits de la Constitution de 1987, amendée en 2011 (Article 213-1), de la République d'Haïti, sur le Campus de l'Université Quisqueya. A l'initiative du Groupe de Réflexion et d'Action pour une Haïti Nouvelle (GRAHN), une Assemblée de 28 chercheurs et enseignants-chercheurs et docteurs haïtiens, membres d'une des institutions suivantes : GRAHN, ESIH, UEH, EPN S.A., IS-TEAH et uniQ, s'est réunie et a procédé à la création de l'AHS en faisant la déclaration :

“Nous, les membres ici présents, avons décidé et de fait décidons de créer l'Académie Haïtienne des Sciences (AHS)”.

Cet acte fondateur a été réalisé en présence du Ministre de l'Education de l'époque. L'Assemblée a également adopté deux importantes résolutions :

1. Le Choix du Professeur Samuel Pierre, comme Président a.i. de l'AHS, ainsi que celui du Dr Bénédicte Paul, comme Secrétaire a.i. de l'AHS.
2. La constitution d'un comité provisoire choisi par l'assemblée pour préparer le plan de travail et finaliser le dossier de l'AHS.

Les membres choisis ci-après ont pour mandat de faire avancer le dossier de création et faire avancer le processus jusqu'à la prochaine assemblée générale en janvier 2017. Ces membres sont :

- Schallum Pierre : Sciences Humaines et Sociales
- Sergot Jacob : Sciences Economiques et de la Gestion
- Jean-Claude François : Sciences de l'Education
- Yvens Cheremond : Sciences Naturelles
- Evens Emmanuel : Sciences Mathématiques et appliquées
- Ben Manson Toussaint : Sciences de la Vie

Une académie sert aux dirigeants d'un pays de pouvoir s'appuyer sur les sciences pour prendre des décisions rationnelles de politiques publiques. En ce sens, l'AHS se veut un défenseur non pas de la science, mais du recours à la science dans les décisions de politiques publiques. Elle souhaite positionner Haïti dans la communauté scientifique mondiale, mais également poser les vrais problèmes qui ne sont jamais posés. Elle se veut à l'écoute des problèmes concrets de la société haïtienne afin de les transformer en questions de recherche.

Trois axes d'intervention orientent les actions de cette académie :

1. L'AHS assure la représentation d'Haïti sur la scène mondiale de la science (dans les réseaux d'académies) ;
2. L'AHS est le porte-étendard de la science auprès des autorités politiques (avec une certaine distance critique) ;
3. L'AHS accompagne la société haïtienne dans l'effort collectif de compréhension du monde (rôle fondamental).

Composition et structuration

L'AHS comprend quatre catégories de membres, choisis par cooptation :

- les membres réguliers, ce sont des personnes physiques et individuelles qui paient une cotisation annuelle de 250\$ américains;
- les membres associés qui sont des doctorants ou toute personne ayant un très bon niveau sans être docteur, ils paient une cotisation annuelle de 100\$ américains;
- les membres institutionnels, ce sont des entités liées à la production et/ou la gestion du savoir (université, cabinet d'études, maison d'éditions, etc.), ils paient 1000\$ par année;
- les membres honoraires, ils sont exonérés de paiement de cotisation.

Bénédicte **PAUL**
Secrétaire a.i.

Académie Haïtienne des Sciences

c/o Éditions Pédagogie Nouvelle S.A., 68 Rue Rebecca (coin Lambert), Pétion-Ville, Haïti

<http://www.ahs-has.ht/>

Les auteurs et collaborateurs scientifiques expriment leurs remerciements aux institutions qui ont contribué à la réalisation de cette publication.



ASSOCIATION DES ÉTUDES HAÏTIENNES



Ce travail présente une synthèse de l'apport de la recherche universitaire à la compréhension du stress qualitatif et quantitatif de l'eau en Haïti. Il met l'accent sur la fragilité des écosystèmes aquatiques ainsi que sur les menaces auxquelles sont exposées les ressources en eau du pays. Les travaux présentés dans cette plénière permettent d'avancer que la rareté de l'eau en Haïti n'est pas uniquement liée à la disponibilité de la ressource. Elle semble être avant tout un problème de gestion auquel la majorité de la population haïtienne et l'environnement géophysique général du pays sont confrontés. Ces travaux sont articulés autour de quatre axes principaux. Le premier axe se concentre sur la problématique de l'eau dans les quartiers précaires de la région métropolitaine de Port-au-Prince. Le deuxième axe touche la question de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau destinée à la consommation humaine. Le troisième axe présente les impacts des effluents urbains sur les écosystèmes aquatiques. Le quatrième axe est consacré à l'épuration des effluents urbains et la gestion des risques environnementaux. Cette organisation est importante puisqu'elle facilite une meilleure interprétation des différentes données collectées et traitées dans ces travaux sur l'eau en Haïti. Elle pose à nouveau la nécessité d'aborder la gestion de l'environnement du pays selon une approche holistique. La vérification des résultats présentés dans cette session, et leur application à des échelles temporelles et spatiales différentes, peuvent considérablement contribuer à la réduction des risques hydrosociaux et environnementaux, et *in fine* améliorer la santé et les conditions de vie de la population.



DÉPOT LÉGAL BIBLIOTHÈQUE NATIONALE D'HAÏTI
16-04-172

ISBN
978-99970-72-10-8