

**VERS UNE GESTION RATIONNELLE DE L'EAU DANS UNE
SITUATION COMPLEXE D'URBANISATION ANARCHIQUE
DANS UN PAYS EN DEVELOPPEMENT : CAS DU BASSIN
VERSANT DE L'ABIERGUE (YAOUNDE-CAMEROUN)**

THESE

PRESENTEE A LA FACULTE DES SCIENCES DE L'ULG
Département des Sciences et Gestion de l'Environnement

POUR L'OBTENTION DU GRADE DE DOCTEUR EN SCIENCES

Par

KOUAM KENMOGNE Guy-Romain

*Master Complémentaire en Sciences et Gestion de l'Environnement dans les pays en développement
DEA en Sciences Hydrotechniques et Géotechniques
Maîtrise en Sciences*

SOUTENUE A ARLON LE 25 OCTOBRE 2013 DEVANT LE JURY COMPOSE DE :

Prof. B. TYCHON, Université de Liège (Belgique) - Président

Dr. F. ROSILLON, Université de Liège (Belgique) - Promoteur

Prof. M. F. FONTEH, Université de Dschang (Cameroun) - Co-promoteur

Prof. D. DIANOU, Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique
(Burkina Faso)

Prof. M. MORMONT, Université de Liège (Belgique)

Prof. E. TANAWA, Agence Universitaire de la Francophonie (France)

Prof. B. LAIGNEL, Université de Rouen (France)

Année académique 2013-2014

DEDICACES

A mon épouse, Josée Alvine;

A mon fils, Kety Evan;

A ma mère, maman Marie;

A mon père, feu Papa Romain;

Au feu Professeur NONO Alexandre

REMERCIEMENTS

A l'issue de ce travail, je tiens à exprimer ma gratitude aux personnes et aux institutions qui ont apporté leur soutien à sa réalisation. Je pense notamment :

Au **Dr. Francis ROSILLON**, qui a accepté de diriger ce travail. Je lui suis profondément reconnaissant pour tout ce qu'il a fait pour l'aboutissement de ce travail. Son encadrement scientifique a été précieux. Ses conseils, sa disponibilité et sa sympathie m'ont accompagné tout au long de la thèse.

Au **feu Prof. Alexandre NONO** (1954-2012), à l'origine, co-promoteur de cette thèse. Je lui suis très reconnaissant pour tout ce qu'il a fait dans le cadre de cette thèse.

Au **Prof. Mathias Fru FONTEH** qui a accepté spontanément de co-diriger ce travail. Sa rigueur scientifique a permis de mieux encadrer ce travail de recherche.

Au **Prof. Dayeri DIANOU** pour ses conseils, ses encouragements et sa constante sollicitude.

Au **Prof. Emile TANAWA**, pour sa disponibilité et ses conseils judicieux. Je lui suis reconnaissant d'avoir accepté de participer à mon jury.

Au **Prof. Bernard TYCHON** qui a accepté de présider mon jury de thèse.

Au **Prof. Marc MORMONT** pour sa constante sollicitude et pour avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse.

Au **Prof. Benoît LAIGNEL** qui a accepté de faire partie de mon jury de thèse.

Aux membres des familles **KENMOGNE** à Mbouda, **KOUAM** à la Moumée, **DJIKEU** à Dschang, **KOM** à Bandjoun, **NEANKEU** à Bangang, **SOH** à Bafoussam, **TIKENG** à Vicenza, **YOTCHA** à Douala, **KAMTCHOUM** à Akonolinga, **KAMDEM** à Foumbot, **TAKOUAM MOPAIN** à Baham, **SIMO** à Yaoundé, **DJEUGA** à Manchester, **TCHAPGA** à Bruxelles, **MOMENY** à Montréal, qui m'ont encouragé et fortement soutenu durant tout mon cycle universitaire et pendant toutes ses années exaltantes de thèse.

A mes grands-mères, **MAGNE Véronique** et **TCHUEMBOU Bernadette** qui n'ont cessé de me soutenir à travers leurs prières et leurs appuis financiers.

A ma nourrice, feue **MAYAP Catherine**, qui m'a encadré durant tout mon cycle universitaire. Elle a toujours été à mes côtés pour me prodiguer des conseils, subvenir à mes besoins matériels et financiers. Je lui dois ma persévérance dans les études universitaires.

A mes collègues **Khadija SOSSEY**, **Céline JACMAIN**, **Teddy SUNDA**, **Zouhir FOUAD**, **Marie LANG**, **Louis AMANI**, **Djenéba MANE**, **Guy-Eric KOUAKOU**, **Dine LIADY**, **Trésor BAYA**, **Thierry TANGOU**, **Gaston NSAUYIMANA**, **Patrice BIGUMANDONDERA**, **Laure NGAHANE** pour l'ambiance amicale entretenue au campus et en dehors. Je tiens à remercier particulièrement **Farid TRAORE** et **Antoine DENIS** qui m'ont aidé dans la réalisation de mes cartes.

A Mmes **Chantal BARTHOLOMEY** et **Catherine HEYMAN** pour leur constante sollicitude.

A mes amis **TCHAPGA MBIANDA Eric**, **MOMENY Sébastien**, **NYATCHOM Bertrand**, **DJOMOU Serges**, **DAO Mahamadou**, **NZEUKOU Aubin**, **YAKNYE Samuel**, **EUDA Flore**, **NJANKO Théophile**, **FOUODJI Dieudonné**, **NGONO Véronique**, **GOUNTIE Merlin**, **KENGNE Ives**, **ZEBAZE TEGOUET**, **KOUSKE Arnaud**, **MPAKAM Hernanie**, **TCHOP Joseph**, **NGNIKE Pierre-Marie**, **KENFACK Paul**, **MACHE Jacques**, **CHIMI Jephté**, **KAMOE Roméo**, **NYA Nadine**, **SOGANG**, **DIFFOMAGAN Amélie**, **FOMEKONG Helene**, **FREY Océane**, **JEULAND Fabien**, ... qui ont œuvré chacun à leur manière à la réalisation de ce mémoire de thèse.

Aux **Abbés FOSSI Gabriel** et **MELI Victor** qui m'ont soutenu durant mes études secondaires et universitaires. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Au **Dr. OMGBA Pierrette** qui m'a aidé à obtenir des facilités au niveau de l'Hôpital de District de la Cité-Verte et qui par la suite s'est occupé de la délivrance des conduites à tenir pour les patients de ma cohorte dont le résultat était positif.

Au **Dr. NDANGO Rose** de l'International Institute of Tropical Agriculture (IITA) pour tous les efforts qu'elle a consentie pour la réalisation de mes analyses de sols.

A **FOSTO Serges**, Ingénieur statisticien, qui nous a aidé dans le cadre des enquêtes ménages (création de masque de saisie, ...).

Au Directeur de l'Hôpital de District de la Cité-Verte ainsi qu'à tout le personnel administratif et du laboratoire d'analyses pour toutes les facilités dont j'ai bénéficié lors des analyses de selles et lors de la consultation des registres de santé.

Aux responsables et aux techniciens du Laboratoire Moderne d'Analyse d'Elig Effa qui ont réalisé avec un très grand professionnalisme une partie de mes analyses de selles.

Aux chercheurs associés, enquêteurs et guides pour leur dévouement dans la mise en œuvre de ce travail de recherche. Une profonde gratitude à **KUATE Paul Raymond** pour sa sollicitude.

Aux acteurs institutionnels et non institutionnels qui m'ont fourni des données sur les projets relatifs à l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué.

A tous ceux et celles qui m'ont autorisé l'accès à leurs ouvrages (puits, sources et forages) ainsi qu'aux personnes qui se sont prêtées aux analyses de selles. Qu'il soit ici remercié.

Au **Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI)** pour m'avoir permis de participer au programme ECOSANTE pour les jeunes chercheurs de l'Afrique Subsaharienne. Mes sincères remerciements vont au **Prof. FAYOMI Benjamin** pour sa constante sollicitude, sa disponibilité et ses encouragements.

A la **Commission Universitaire pour le Développement (CUD)** pour tout le soutien qu'elle m'a apporté. Ma profonde gratitude va à l'endroit de **Christine DASNOY** pour son appui et ses encouragements. Je tiens à remercier **Mme Hélène CRAHAY** pour les différents services rendus.

A tous, j'adresse ma profonde gratitude.

Chacun de nous devrait se projeter en gestionnaire de l'eau

Proverbe indien

RESUME

Cette thèse est consacrée à l'étude de la gestion des ressources en eau dans les villes des pays en développement (PED) en proie à une urbanisation anarchique. Son objectif est double : d'une part, mettre en évidence les facteurs qui ont généré et qui gouvernent la gestion approximative des ressources en eau dans les villes des PED et d'autre part de développer une stratégie cohérente pour une gestion rationnelle et durable de l'eau. L'étude a été menée dans le bassin versant de l'Abiergué (Yaoundé-Cameroun). Elle repose du point de vue méthodologique sur une démarche holistique et participative découlant d'une combinaison des approches "Gestion Intégrée des Ressources en Eau-GIRE" et "Ecosystème et Santé Humaine-ECOSANTE".

De cette étude, il ressort que les facteurs d'ordre historique, politique, économique, social, environnemental et mésologique ont structuré une gestion des ressources en eau marquée par de nombreuses lacunes et contraintes. Le faible accès à l'eau potable et à l'assainissement, les inondations récurrentes, l'endémicité des maladies hydriques, la pollution des eaux, ... sont autant de pressions permanentes qui contribuent à la paupérisation des ménages et freinent le développement de la zone en particulier et celui de la ville de Yaoundé en général. La gestion approximative des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué est un indicateur d'une crise de la gouvernance urbaine.

Des scénarios visant à améliorer cette situation ont été développés suivant trois pôles : maintien du statut quo, destruction du bâti ou scénarios basés sur la GIRE et l'ECOSANTE. La stratégie optimale intègre les différents éléments des scénarios basés sur la GIRE et l'ECOSANTE avec un ancrage sur le scénario 3.4 focalisé sur les acteurs. Elle prend en compte suivant un processus séquentiel des actions sur les ressources en eau, la santé et les réformes sur le plan législatif, réglementaire et institutionnel. De nombreuses contraintes que constituent le foncier, la corruption, les moyens financiers et la gouvernance urbaine risquent de mettre à mal la mise en œuvre de cette stratégie malgré les atouts dont dispose le bassin versant. Tous les signaux de la gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué sont au rouge et justifient l'urgence d'implémenter cette stratégie qui se confortera d'un apprentissage sur le terrain dans le cadre du processus actuel de la GIRE au Cameroun. "Le temps des solutions", thème du 6^{ème} forum mondial de l'eau tenu à Marseille en 2012 y trouve toute sa concrétisation.

Mots clés : GIRE, ECOSANTE, pollution, urbanisation anarchique, maladies hydriques, bassin versant de l'Abiergué, Pays En Développement (PED)

ABSTRACT

This study focuses on an analysis of water resource management in cities of developing countries with very rapid rates of urbanization. The objectives are twofold: firstly, to highlight the factors which caused and which govern poor water resources management these cities and secondly to develop a coherent sustainable urban water resources management strategy. The study was conducted in the Abiergué watershed in Yaoundé-Cameroon. The methodology used is based on holistic and participative approaches resulting from the combination of principles of "Integrated Water Resources Management-IWRM" and "Ecosystem and Human Health-ECOHEALTH".

Political, economic, social, environmental, historical and mesological factors have resulted in a water resources management system marked by many inadequacies and constraints. Poor access to drinking water and sanitation, recurrent flooding, endemic waterborne diseases, water pollution etc are all permanent pressures that contribute to the impoverishment of households and hamper the development of the area in particular and that of the town of Yaoundé in general. The poor water resources management in the Abiergué watershed is an indicator of an urban governance crisis.

Three scenarios to improve this situation were developed: maintaining the status quo; destruction of buildings and a scenario based on IWRM and ECOHEALTH. The optimal strategy integrates principles from IWRM and ECOHEALTH with the base scenario 3.4 focused on actors. Using a sequential process, it takes into account actions on water resources, health and reforms on the legislative, regulatory and institutional framework. Many constraints like land tenure, corruption, limited financial resources and poor urban governance may undermine the implementation of this strategy despite the potential of the watershed. All indicators suggest that water resources management in the Abiergué watershed is poor. There is therefore an emergency to implement this strategy within the framework of the ongoing IWRM process in Cameroon. "Time for Solutions", the theme of the 6th World Water Forum held in Marseille in 2012 is fully translated into action through this study.

Keys words : IWRM, ECOHEALTH, pollution, rapid urbanization, waterborne diseases, Abiergué watershed, Developing countries

SOMMAIRE

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME.....	iv
ABSTRACT	v
SOMMAIRE	vi
LISTE DES ABREVIATIONS.....	xiii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
1. CONTEXTE, PROBLEMATIQUE, JUSTIFICATION ET INTERET DE LA RECHERCHE	1
2. OBJECTIFS ET HYPOTHESES DU TRAVAIL DE RECHERCHE.....	2
2.1. Objectifs	2
2.2. Hypothèses	3
3. STRUCTURE DE LA THESE	5
CHAPITRE I : ETAT DE L'ART DE LA GESTION URBAINE DES RESSOURCES EN EAU DANS LES PAYS EN DEVELOPPEMENT	7
INTRODUCTION.....	7
I-1. CADRE LEGISLATIF, REGLEMENTAIRE ET INSTITUTIONNEL DE LA GESTION URBAINE DES RESSOURCES EN EAU DANS LES PED	7
I-2. ASPECTS TECHNIQUES LIES A LA GESTION URBAINE DES RESSOURCES EN EAU DANS LES PED	8
I-2.1. Accès à l'eau potable et à l'assainissement	8
I-2.2. Hydrogéochimie, pollution des ressources en eau et impacts induits	13
I-3. ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES DE LA GESTION URBAINE DES RESSOURCES EN EAU DANS LES PED	19
I-3.1. Aspects économiques	19
I-3.2. Aspects sociaux	20
I-4. PRATIQUES LIEES A LA GESTION URBAINE DES RESSOURCES EN EAU DANS LES PED	21
I-4.1. Gestion des ressources en eau	21
I-4.2. Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE)	24
I-5. ECOSANTE ET EAU DANS LES VILLES DES PED	27
I-6. SYNTHESE DES TRAVAUX CONSULTES, ORIGINALITE ET APPORTS DE LA PRESENTE ETUDE A LA THEMATIQUE DE RECHERCHE	27
I-6.1. Synthèse des travaux consultés.....	27
I-6.2. Originalité et apports de la présente étude.....	29
CONCLUSION	30
CHAPITRE II : CADRE PHYSIQUE ET SOCIO-ECONOMIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE	31

INTRODUCTION.....	31
II-1. CRITÈRES DE CHOIX DU BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE	31
II-2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE	32
II-3. EVOLUTION DU BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE DE 1889 A 2012.....	33
II-4. GEOMORPHOLOGIE.....	35
II-5. GEOLOGIE.....	36
II-6. SOLS	38
II-7. ENVIRONNEMENT PHYTOGEOGRAPHIQUE.....	38
II-8. HYDROGRAPHIE	39
II-9. HYDROGEOLOGIE	41
II-10. CLIMAT.....	41
II-11. POPULATIONS ET ACTIVITES HUMAINES.....	43
CONCLUSION	44
 CHAPITRE III : METHODES ET MATERIEL	45
INTRODUCTION.....	45
III-1. APPROCHES GIRE ET ECOSANTE : CREUSET D'UNE DEMARCHE HOLISTIQUE ET PARTICIPATIVE	45
III-1.1. Approche GIRE	45
III-1.2. Approche ECOSANTE.....	47
III-1.3. Approches GIRE et ECOSANTE combinées	49
III-2. ACQUISITION ET TRAITEMENT DES DONNEES	50
III-2.1. Aspects sociaux.....	50
III-2.1.1. Enquêtes quantitatives	50
III-2.1.1.1. Enquêtes auprès des ménages	51
III-2.1.1.2. Entretiens semi-structurés	51
III-2.1.2. Enquêtes qualitatives	51
III-2.1.2.1. Observations directes	52
III-2.1.2.2. Echanges informels.....	52
III-2.1.2.3. Focus group.....	52
III-2.1.3. Dépouillement et traitement des fiches d'enquêtes	52
III-2.2. Aspects hydrologiques et hydrogéologiques	52
III-2.2.1. Inventaire des ouvrages d'approvisionnement en eau et identification des sources potentielles de pollution des eaux	53
III-2.2.1.1. Inventaire des ouvrages alternatifs d'approvisionnement en eau.....	53
III-2.2.1.2. Identification et description des sources potentielles de pollution ...	53
III-2.2.2. Données quantitatives	53
III-2.2.2.1. Mesure des débits du cours d'eau	53
III-2.2.2.2. Mesure des niveaux piézométriques de puits.....	53
III-2.2.2.3. Mesure des débits de sources	54
III-2.2.2.4. Réalisation du test de traçage.....	54
III-2.2.3. Prélèvements et analyses physico-chimiques, bactériologiques et parasitologiques des échantillons d'eau	54
III-2.2.4. Prélèvement et analyse granulométrique des échantillons de sols.....	56

III-2.3. Aspect géomatique.....	56
III-2.4. Aspects sanitaires.....	56
III-2.4.1. Identification des pratiques et comportements à risque	56
III-2.4.2. Enquêtes auprès des formations sanitaires.....	56
III-2.4.3. Prélèvements et analyses des échantillons de selles	56
III-3. SYNTHESE DES DISCIPLINES CONVOQUEES DANS CE TRAVAIL DE RECHERCHE ET DOMAINES D'APPLICATION	57
CONCLUSION	59
 CHAPITRE IV : RESULTATS RELATIFS A LA CARACTERISATION DES MENAGES : PROFIL SOCIAL, ACCES A L'EAU POTABLE ET A L'ASSAINISSEMENT ET MALADIES HYDRIQUES	60
INTRODUCTION.....	60
IV-1. REPARTITION SPATIALE DES DIFFERENTS MENAGES ENQUETES	60
IV-2. RESULTATS DES ENQUETES MENAGES	61
IV-2.1. Statut socio-économique des ménages du bassin versant de l'Abiergué.....	61
IV-2.2. Accès à l'eau potable et usages des ressources en eau	62
IV-2.3. Accès à l'assainissement.....	65
IV-2.4. Maladies hydriques : connaissance, prévalence et modalités de traitement....	66
IV-2.5. GIRE et propositions pour une gestion durable des ressources en eau	69
IV-3. ANALYSE CROISEE DES RESULTATS DES ENQUETES MENAGES	70
IV-3.1. Caractéristiques générales des ménages, accès à l'eau potable et à l'assainissement et maladies hydriques	70
IV-3.2. Quartier de résidence, accès à l'eau potable et maladies hydriques.....	70
IV-3.2.1. Modalité première d'accès à l'eau potable et quartier de résidence	72
IV-3.2.2. Modalité première d'accès à l'eau potable et maladies hydriques	73
IV-3.2.3. Quartier de résidence et maladies hydriques	74
IV-3.3. Quartier de résidence, gestion des excréta et maladies hydriques	74
IV-3.3.1. Quartier de résidence et gestion des excréta	76
IV-3.3.2. Gestion des excréta et les maladies hydriques	76
IV-3.4. Quartier de résidence, statut professionnel du chef de ménage, l'accès à l'eau potable, la gestion des excréta, des déchets solides et des eaux usées et les maladies hydriques	77
IV-3.4.1. Statut professionnel du chef de ménage et accès à l'eau potable	79
IV-3.4.2. Statut professionnel du chef de ménage et gestion des excréta, eaux usées et des déchets solides.....	80
IV-3.4.3. Statut professionnel du chef de ménage et maladies hydriques	80
IV-3.4.4. Gestion des déchets solides, des eaux usées et maladies hydriques	80
IV-3.5. Quartier de résidence, traitement de l'eau et maladies hydriques	81
IV-3.6. Caractéristiques générales des ménages et GIRE	83
IV-4. EXPLOITATION DES DONNEES ISSUES DES "FOCUS GROUP"	83
CONCLUSION	85

CHAPITRE V : RESULTATS RELATIFS A LA CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE, BACTERIOLOGIQUE ET PARASITOLOGIQUE DES EAUX SOUTERRAINES ET DE SURFACE.....	86
INTRODUCTION.....	86
V-1. ECHANTILLONNAGE DES EAUX.....	86
V-2. RESULTATS ET INTERPRETATION DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX SOUTERRAINES ET DE SURFACE.....	87
V-2.1. Résultats des eaux souterraines.....	87
V-2.1.1. Caractéristiques physico-chimiques des eaux de forage et de puits	87
V-2.1.2. Caractéristiques physico-chimiques des eaux de source.....	91
V-2.1.3. Faciès chimiques des eaux souterraines	94
V-2.2. Interprétation des résultats des analyses physico-chimiques des eaux souterraines.....	96
V-2.3. Résultats des eaux de surface.....	98
V-2.4. Interprétation des résultats des analyses physico-chimiques des eaux de surface	101
V-3. RESULTATS ET INTERPRETATION DES ANALYSES BACTERIOLOGIQUES DES EAUX SOUTERRAINES ET DE SURFACE	105
V-3.1. Résultats des analyses bactériologiques des eaux souterraines	105
V-3.1.1. Résultats des analyses des eaux de puits.....	105
V-3.1.2. Résultats des analyses des eaux de source	105
V-3.1.3. Résultats des eaux de forage	106
V-3.2. Interprétation des résultats des analyses bactériologiques des eaux souterraines	107
V-3.3. Résultats des analyses bactériologiques des eaux de surface	107
V-3.4. Interprétation des résultats des analyses bactériologiques des eaux de surface	108
V-4. RESULTATS ET INTERPRETATION DES ANALYSES PARASITOLOGIQUES DES EAUX DE SURFACE.....	109
V-4.1. Résultats des analyses parasitologiques des eaux de surface.....	109
V-4.2. Interprétation des résultats des analyses parasitologiques des eaux de surface	110
CONCLUSION	110
CHAPITRE VI : DIAGNOSTIC DE LA GESTION ACTUELLE DES RESSOURCES EN EAU DANS LE BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE ET IMPACTS INDUITS.....	112
INTRODUCTION.....	113
VI-1. EVOLUTION HISTORIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE EN LIEN AVEC LA GESTION DE L'EAU.....	113
VI-2. CADRE SOCIO-ECONOMIQUE ET GESTION DE L'EAU	114
VI-3. CADRE LEGISLATIF, REGLEMENTAIRE ET INSTITUTIONNEL DE LA GESTION DE L'EAU DANS LE BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE.....	116
VI-3.1. Cadre législatif.....	116
VI-3.2. Cadre réglementaire.....	116

VI-3.3. Cadre institutionnel.....	116
VI-3.3.1. Acteurs institutionnels	116
VI-3.3.1.1. Services déconcentrés des ministères disposant des compétences dans le domaine de la gestion urbaine de l'eau	116
VI-3.3.1.2. Communauté Urbaine de Yaoundé.....	116
VI-3.3.1.3. Commune Urbaine d'Arrondissement de Yaoundé II.....	117
VI-3.3.1.4. Commune Urbaine d'Arrondissement de Yaoundé VII.....	117
VI-3.3.1.5. Commune Urbaine d'Arrondissement de Yaoundé VI.....	117
VI-3.3.1.6. Cameroon Water Utilities Corporation.....	117
VI-3.3.1.7. Centre de Recherches Hydrologiques.....	118
VI-3.3.1.8. Société Immobilière du Cameroun	118
VI-3.3.2. Acteurs non institutionnels	118
VI-3.3.2.1. Acteurs de la coopération	118
VI-3.3.2.2. Associations de développement et ONG	118
VI-3.3.2.3. Acteurs confessionnels	120
VI-3.3.2.4. Acteurs privés	120
VI-3.3.2.5. Acteurs issus du monde de la recherche	121
VI-3.3.3. Multiplicité d'acteurs aux logiques d'interventions différentes non coordonnées.....	121
VI-4. RESSOURCES EN EAU, BESOINS ET USAGES	123
VI-4.1. Ressources en eau	123
VI-4.2. Besoins actuels en eau	123
VI-4.2. Usages des ressources en eau	124
VI-5. APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE.....	126
VI-5.1. Réseau conventionnel de la CDE	126
VI-5.2. Mini-réseau local d'approvisionnement en eau.....	127
VI-5.3. Ouvrages alternatifs d'approvisionnement en eau	128
VI-5.3.1. Puits	128
VI-5.3.2. Sources.....	129
VI-5.3.3. Forages.....	129
VI- 6. EVACUATION DES EAUX USEES ET DES EXCRETAS	130
VI-6.1. Evacuation des eaux usées.....	130
VI-6.2. Evacuation des excréta	131
VI-7. GESTION DES DECHETS SOLIDES	132
VI-8. DYNAMIQUE DE POLLUTION DES RESSOURCES EN EAU	134
VI-8.1. Recensement des sources potentielles de pollution des eaux	134
VI-8.2. Résultats des analyses de sols.....	135
VI-8.3. Résultats des relevés piézométriques.....	135
VI-8.4. Résultats du test de traçage	137
VI-8.5. Mécanismes de pollution des ressources en eau.....	138
VI-9. IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX, SANITAIRES ET SOCIO-ECONOMIQUES INHERENTS A LA GESTION ACTUELLE DES RESSOURCES EN EAU	140
VI-9.1. Impacts environnementaux	140

VI-9.1.1. Pollution des ressources en eau	140
VI-9.1.2. Eutrophisation des plans d'eau.....	140
VI-9.1.3. Création de biotope propice au développement des pathogènes et des vecteurs de maladies.....	140
VI-9.1.4. Inondations	141
VI-9.1.5. Dégradation du cadre de vie	142
VI-9.1.6. Altération de la qualité des produits maraîchers.....	143
VI-9.2. Impacts sanitaires.....	143
VI-9.3. Impacts économiques.....	145
VI-9.3.1. Au niveau des ménages	145
VI-9.3.2. Au niveau des Petites et Moyennes Industries et Entreprises.....	146
VI-9.3.3. Au niveau des Communes Urbaines d'Arrondissement	147
VI-9.4. Impacts sociaux	147
VI-10. GOUVERNANCE DE L'EAU DANS LE BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE : FACTEUR DE PAUPERISATION DES MENAGES ET FREIN AU DEVELOPPEMENT.....	150
CONCLUSION	155
 CHAPITRE VII : STRATEGIES POUR UNE GESTION RATIONNELLE DES RESSOURCES EN EAU	156
INTRODUCTION.....	156
VII-1. OBJECTIFS ET PROGRAMMES D'ACTIONS.....	157
VII-1.1. Objectifs	157
VII-1.2. Description des actions à mener et hiérarchisation des interventions	158
VII-2. ELEMENTS A CONSIDERER EN PREALABLE A TOUTE STRATEGIE ...	159
VII-2.1. Contexte spatio-temporel	159
VII-2.1.1. Facteur temporel.....	159
VII-2.1.2. Unité spatiale	160
VII-2.1.3. Techniques d'approche spatiale sur le terrain.....	160
VII-2.2. Acteurs et participation	161
VII-2.2.1. Acteurs.....	161
VII-2.2.2. Composition des comités de gestion de l'eau	162
VII-2.3. Financement	164
VII-2.4. Influence des orientations édictées par des institutions internationales	164
VII-3. SCÉNARIOS DE GESTION RATIONNELLE DES RESSOURCES EN EAU	164
VII-3.1. Scénario 1 : maintien du statut quo de la gestion actuelle de l'eau	165
VII-3.2. Scénario 2 : nouvelle gestion avec au préalable la destruction du bâti	166
VII-3.3. Scénario 3 basé sur la GIRE et l'ECOSANTE	170
VII-3.3.1. Scénario 3.1 basé sur les réformes législatives, réglementaires et institutionnelles	171
VII-3.3.2. Scénario 3.2 basé sur l'économie et l'amélioration du niveau de vie des ménages	173
VII-3.3.3. Scénario 3.3 basé sur les ressources en eau.....	175
VII-3.3.4. Scénario 3.4 basé sur les acteurs	176

VII-4. CONTRAINTES ET ATOUTS.....	177
VII-4.1. Contraintes.....	177
VII-4.2. Atouts	179
VII-5. QUEL SCÉNARIO CHOISIR?.....	180
VII-5.1. Analyse avec la grille Succès-Echecs-Potentialités-Obstacles (SEPO).....	180
VII-5.2. Scénario optimal.....	182
VII-5.3. Arrimage de l'étude à la stratégie nationale GIRE	183
VII.6. SYNTHESE DES ELEMENTS LIES A CETTE ETUDE.....	184
CONCLUSION	186
CONCLUSION GENERALE	187
BIBLIOGRAPHIE	190
LISTE DES FIGURES.....	214
LISTE DES TABLEAUX.....	220
LISTE DES ANNEXES.....	222
ANNEXES	223

LISTE DES ABREVIATIONS

ACM	:	Analyse en Composantes Multiples
BIP	:	Budget d'Investissement Public
CAMWATER	:	Cameroon Water Utilities Corporation
CDE	:	Camerounaise des Eaux (Ex-Société Nationale des Eaux du Cameroun)
CE	:	Communauté Européenne
CF	:	Coliformes Fécaux
CFC	:	Crédit Foncier du Cameroun
CRDI	:	Centre de Recherche pour le Développement International
CRESA / Forêt-Bois	:	Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture / Forêt- Bois
CRH	:	Centre de Recherches Hydrologiques
CUAY II	:	Commune Urbaine d'Arrondissement de Yaoundé II
CUAYVI	:	Commune Urbaine d'Arrondissement de Yaoundé VI
CUAY VII	:	Commune Urbaine d'Arrondissement de Yaoundé VII
C2D	:	Contrat Désendettement et de Développement
DIEPA	:	Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement
DSCE	:	Document de Stratégies pour la Croissance et l'Emploi
DSRP	:	Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté
ERA – Cameroun	:	Environnement – Recherche – Action au Cameroun
FCFA	:	Franc de la Communauté Française d'Afrique (1€ = 655,957 FCFA)
FEICOM	:	Fonds Spécial d'Equipement et d'Intervention Intercommunale
FNUAP	:	Fonds des Nations Unies pour les Activités en matière de Population
GIRE	:	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
GWP	:	Global Water Partnership (Partenariat Mondial de l'Eau)
GWP-TAC	:	Comité Consultatif Technique du Partenariat Mondial de l'Eau
GWP-TEC	:	Comité Technique du Partenariat Mondial de l'Eau
HDCV	:	Hôpital de District de la Cité-Verte
HYSACAM	:	Hygiène et Salubrité du Cameroun
IEC	:	Information, Education, Communication
IITA	:	International Institute for Tropical Agriculture
IPPTE	:	Initiative Pays Pauvre Très Endetté

IRAD	:	Institut pour la Recherche Agricole et le Développement
IRD	:	Institut de Recherche pour le Développement (Ex- ORSTOM)
IRGM	:	Institut de Recherches Géologiques et Minières
ISO	:	Organisme de Standardisation International
IWMI	:	International Water Management Institute
LESEAU	:	Laboratoire d'Environnement et des Sciences de l'Eau
MAETUR	:	Mission d'Aménagement et d'Equipement des Terrains Urbains et Ruraux
MAGZI	:	Mission d'Aménagement et de Gestion des Zones Industrielles
MEA	:	Millenium Ecosystems Assessment
MINADER	:	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
MINATD	:	Ministère de l'Administration Territoriale et de la Décentralisation
MINDAF	:	Ministère du Domaine et des Affaires Foncières
MINDUH	:	Ministère du Développement Urbain et de l'Habitat
MINEE	:	Ministère de l'Eau et de l'Energie
MINEPAT	:	Ministère de l'Economie, de la Planification et de l'Aménagement du Territoire
MINEPDD	:	Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable
MINEPIA	:	Ministère de l'Elevage, de la Pêche et des Industries Animales
MINESUP	:	Ministère de l'Enseignement Supérieur
MINFI	:	Ministère des Finances
MINIMIDT	:	Ministère de l'Industrie, des Mines et du Développement Technologique
MINRESI	:	Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation
MINSANTE	:	Ministère de la Santé Publique
MINTP	:	Ministère des Travaux Publics
MNT	:	Modèle Numérique de Terrain
OMD	:	Objectifs du Millénaire pour le Développement
OMS	:	Organisation Mondiale de la Santé
ONEP	:	Office National de l'Eau Potable
ONG	:	Organisation Non Gouvernementale
OSC	:	Organisation de la Société Civile
PNUD	:	Programme des Nations Unies pour le Développement

PPP	:	Partenariat Public Privé
SDAU	:	Schéma Directeur d'Aménagement Urbain
SEPO	:	Succès, Echecs, Potentialités et Obstacles
SF	:	Streptocoques Fécaux
SIC	:	Société Immobilière du Cameroun
SIG	:	Système d'Information Géographique
SMIG	:	Salaire Minimum Interprofessionnel Garanti
SPSS	:	Statistical Package for the Social Sciences
TTC	:	Triphenyl Tetrazolium Chloride
UICN	:	Union International pour la Conservation de la Nature
UNESCO	:	United Nations Education, Scientific and Cultural Organisation
UNICEF	:	United Nations Children's Emergency Fund
WC	:	Water Closed

INTRODUCTION GENERALE

1. CONTEXTE, PROBLEMATIQUE, JUSTIFICATION ET INTERET DE LA RECHERCHE

Les zones urbaines des Pays En Développement (PED) dans leur grande majorité ont connu au cours de ces cinq dernières décades de profondes mutations générées par une démographie galopante (2 634 200 000 habitants dans les villes des PED selon ONU-Habitat, 2013) inhérente à un exode rural massif et à une croissance naturelle exponentielle de la population. En ceci, le paysage urbain des PED, malgré leur grande diversité, s'est façonné dans un désordre assez particulier marqué par le mitage et la densification des quartiers existants où l'occupation du sol frise la saturation. Moulées pour l'essentiel dans la configuration urbanistique coloniale, les villes des PED ont évolué dans une structure duale où des zones planifiées dotées de services urbains de base côtoient des zones non planifiées fortement déficitaires en services. Les zones non planifiées, favorisées généralement dans leur développement par une confrontation entre le droit moderne et le droit coutumier, regroupent pour l'essentiel les quartiers dits spontanés qui couvrent la majeure partie de l'espace urbain (entre 60 et 75% selon ONU-Habitat, 2007a) et abritent bien souvent le plus grand nombre de citadins. Cette urbanisation "anarchique", "déferlante" ou "galopante" (pour reprendre les termes généralement utilisés dans la littérature y afférente) s'est opérée dans un climat économique morose marqué par une crise économique persistante et des programmes d'ajustement structurel (durant les années 80 à 90) diligentés par les institutions de Bretton Woods (Fonds Monétaire International, Banque Mondiale). Ainsi, le développement des villes des PED s'est réalisé dans une dynamique marquée par une faible planification et un système déficitaire en services urbains de base. Ces lacunes et contraintes sont incrustées à un ensemble de facteurs (politiques, économiques, ...) dont la combinaison a exacerbé une multitude de problèmes urbains au rang desquels celui de la gestion des ressources en eau. Préoccupation en émergence, ce problème risque de s'empirer à l'avenir en référence aux prévisions qui, malgré certaines restrictions apportées aux modèles de l'ONU (Bocquier, 2005), projettent qu'en 2030 les villes des PED vont accueillir 60,8% (ONU, 2003), 80% (FNUAP, 2007) ou 81% (Lutz *et al.*, 2008) de la population urbaine mondiale.

Ainsi, plus qu'un refrain de mode, la gestion de l'eau dans les villes des PED se pose avec acuité et représente aujourd'hui un défi majeur pour le développement de ces entités urbaines. En ceci, les contraintes telles que les inondations, la pollution de l'eau,

l'assainissement défectueux, la surexploitation des ressources en eau, les pénuries d'eau potable, l'émergence des maladies hydriques, ... constituent autant de menaces sérieuses pour les communautés urbaines. De ces constats, se posent deux questions fondamentales : Quelle est la situation de la gestion des ressources en eau dans les villes des PED? Quelles sont les stratégies efficaces à adopter pour mieux gérer les ressources en eau dans les villes des PED en pleine mutation? Ces deux interrogations structurent cette étude et s'affranchissent du traitement sectoriel des questions liées à l'eau pour poser de manière holistique le problème de la gestion urbaine des ressources en eau dans les PED.

La situation actuelle dans les PED contraste avec celle rencontrée dans le processus d'urbanisation des pays développés, ceci vers la seconde moitié du XIXe siècle pour l'essentiel où d'importantes actions concrètes avaient été engagées sur la base de gros moyens (techniques, économiques,...) pour améliorer la gestion de l'eau dans les zones urbaines. La prédominance du discours hygiéniste avait fortement guidé les pas des acteurs impliqués dans la gestion de l'eau en zone urbaine. Aujourd'hui, les éléments de base étant acquis, les préoccupations dans ces pays sont plutôt portées vers la mise en place ou la consolidation des structures de gestion ou encore sur les nouvelles menaces (polluants organiques persistants, perturbateurs endocriniens, sous-produits chlorés, ...) qui pèsent sur les ressources en eau en référence aux avancées scientifiques.

Processus clé dans le cadre du développement durable, la gestion urbaine de l'eau dans les PED est devenue l'un des grands enjeux du XXIe siècle et constitue un sujet d'intérêt prioritaire au plan politique tant national qu'international. Développer une étude sur la gestion urbaine de l'eau dans les PED est un signe fort de l'émergence du rôle majeur et vital que cette ressource représente aujourd'hui et représentera dans l'avenir pour les générations futures. En ceci, la présente étude contribuera à l'amélioration de la gestion de l'eau dans les villes des PED et à bâtir un développement humain durable.

2. OBJECTIFS ET HYPOTHESES DU TRAVAIL DE RECHERCHE

2.1. Objectifs

L'objectif général est de faire une radiographie de la gestion actuelle des ressources en eau dans un bassin versant urbain d'un PED en vue d'élaborer des stratégies nécessaires pour leur gestion rationnelle comme contribution au développement durable de la zone. Autrement dit, il est question de démontrer que la gestion approximative de l'eau dans les villes des PED

découle d'une combinaison multifactorielle et qu'il est possible malgré la complexité de la situation d'inverser la tendance en appliquant une stratégie cohérente.

De cet objectif général découlent les objectifs spécifiques suivants :

- ❖ Démontrer le caractère approximatif de la gestion actuelle des ressources en eau dans les villes des PED ;
- ❖ Mettre en lien les différents facteurs qui ont structuré et qui gouvernent la gestion actuelle des ressources en eau d'une part et d'autre part dégager les impacts induits (socio-économique, sanitaire, ...);
- ❖ Développer des scénarios de gestion rationnelle des ressources en eau à l'échelle d'un bassin versant d'une zone urbaine d'un PED.

Le présent travail devra donc répondre aux questions centrales suivantes :

- Quelles sont les différents facteurs qui ont favorisé et qui structurent la gestion actuelle des ressources en eau dans les villes des PED ? Quelles sont les différentes lacunes et contraintes ? Quels en sont les impacts (sanitaires, ...) ?
- Quelles sont les stratégies à mettre en œuvre pour gérer de façon durable et rationnelle les ressources en eau dans les zones urbaines des PED ?

2.2. Hypothèses

Le présent travail de recherche repose sur les hypothèses suivantes :

- Les problèmes de gestion des ressources en eau dans les villes des PED sont d'origine multifactorielle (historiques, politiques, économiques, ...);
- L'endémicité des maladies hydriques dans les villes des PED découle de la pollution des ressources en eau exacerbée par un mauvais assainissement et par des pratiques et comportements à risque ;
- La gestion approximative des ressources en eau dans les villes des PED contribue à la paupérisation des ménages et inhibe les efforts de développement de cette entité ;
- Des stratégies basées sur la combinaison des approches "Ecosystème et Santé Humaine (ECOSANTE)" et "Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE)" peuvent favoriser la gestion rationnelle des ressources en eau dans les villes des PED.

La complexité de la situation et le caractère transversal de l'eau ont justifié une démarche méthodologique qui repose sur les approches ECOSANTE et GIRE. Elles ont été le creuset d'une imbrication de différentes activités distinctes mais complémentaires. La configuration de ce travail de recherche s'inscrit de manière générale dans un canevas spécifique (Fig. 1) et son organisation scientifique repose sur une série d'activités bien précises (Fig. 2).

Contexte de la recherche

Urbanisation anarchique, démographie galopante, récession économique (crise économique et programme d'ajustement structurel), "démission de l'Etat" ou incapacité des pouvoirs publics à planifier et à fournir des services urbains de base, ville duale (ville planifiée et ville non planifiée), expansion fulgurante, institutions faibles, faible volonté politique, mutations urbaines (occupation de l'espace,...), corruption endémique, ...



Problématique de la gestion des ressources en eau dans les villes des PED

Faible accès à l'eau potable et à l'assainissement, inondations, pollution des ressources en eau, maladies hydriques, demande croissante des besoins en eau, incohérence du cadre législatif et réglementaire de la gestion urbaine des eaux, amplification de la pauvreté urbaine, dégradation du cadre de vie, ...

Question de recherche

Quelles stratégies pour une gestion durable des ressources en eau dans les zones urbaines des PED en proie à de profondes mutations (démographie, expansion spatiale,...) ?

Justification de la recherche

Stagnation de la gestion urbaine des ressources dans les villes des PED; fortes pressions sur les ressources en eau au fur et à mesure que les villes s'accroissent; Nécessité de bien gérer de l'eau pour assurer le développement des villes; ...

Objectif général de la recherche

Faire une radiographie de la gestion actuelle des ressources en eau dans un bassin versant urbain d'un PED afin d'élaborer des stratégies nécessaires pour leur gestion rationnelle comme contribution au développement durable de la zone

Hypothèses de recherche

- Les problèmes de gestion des ressources en eau dans les villes des PED sont d'origine multifactorielle (historiques, politiques, économiques, ...);
- L'endémicité des maladies hydriques dans les villes des PED découle de la pollution des ressources en eau exacerbée par un mauvais assainissement et par des pratiques et comportements à risque ;
- La gestion approximative des ressources en eau dans les villes des PED contribue à la paupérisation des ménages et inhibe les efforts de développement de cette entité ;
- Des stratégies basées sur la combinaison des approches "Ecosystème et Santé Humaine (ECOSANTE)" et "Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE)" peuvent favoriser la gestion rationnelle des ressources en eau dans les villes des PED.



Méthodologie

Approches ECOSANTE + GIRE

(Recherche holistique et participative sur la gestion de l'eau et des ressources connexes à l'échelle d'un écosystème urbain, le bassin versant)

Activités menées : enquête-ménages, entretiens semi-structurés, focus group, observations in-situ, analyses physico-chimique, bactériologique et parasitologique des eaux souterraines et de surface, test de traçage, analyses des selles, ...



Résultats attendus

- ✓ Les facteurs ayant concourus à la gestion approximative des ressources en eau dans les villes des PED seront précisés ;
- ✓ Les impacts de la gestion approximative des ressources en eau sur les ménages et sur le développement des villes des PED seront établis ;
- ✓ Le lien entre "urbanisation anarchique - gestion approximative des ressources en eau - pauvreté" sera mis en évidence ;
- ✓ Des scénarios pour une gestion rationnelle des ressources en eau dans les zones urbaines des PED seront proposés ;



Actions

Rédaction et mise en œuvre d'un projet pilote sur la gestion rationnelle de l'eau dans un bassin versant dans une ville d'un PED

Fig. 1 : Contexte, problématique, objectifs, hypothèses et résultats attendus de la présente recherche

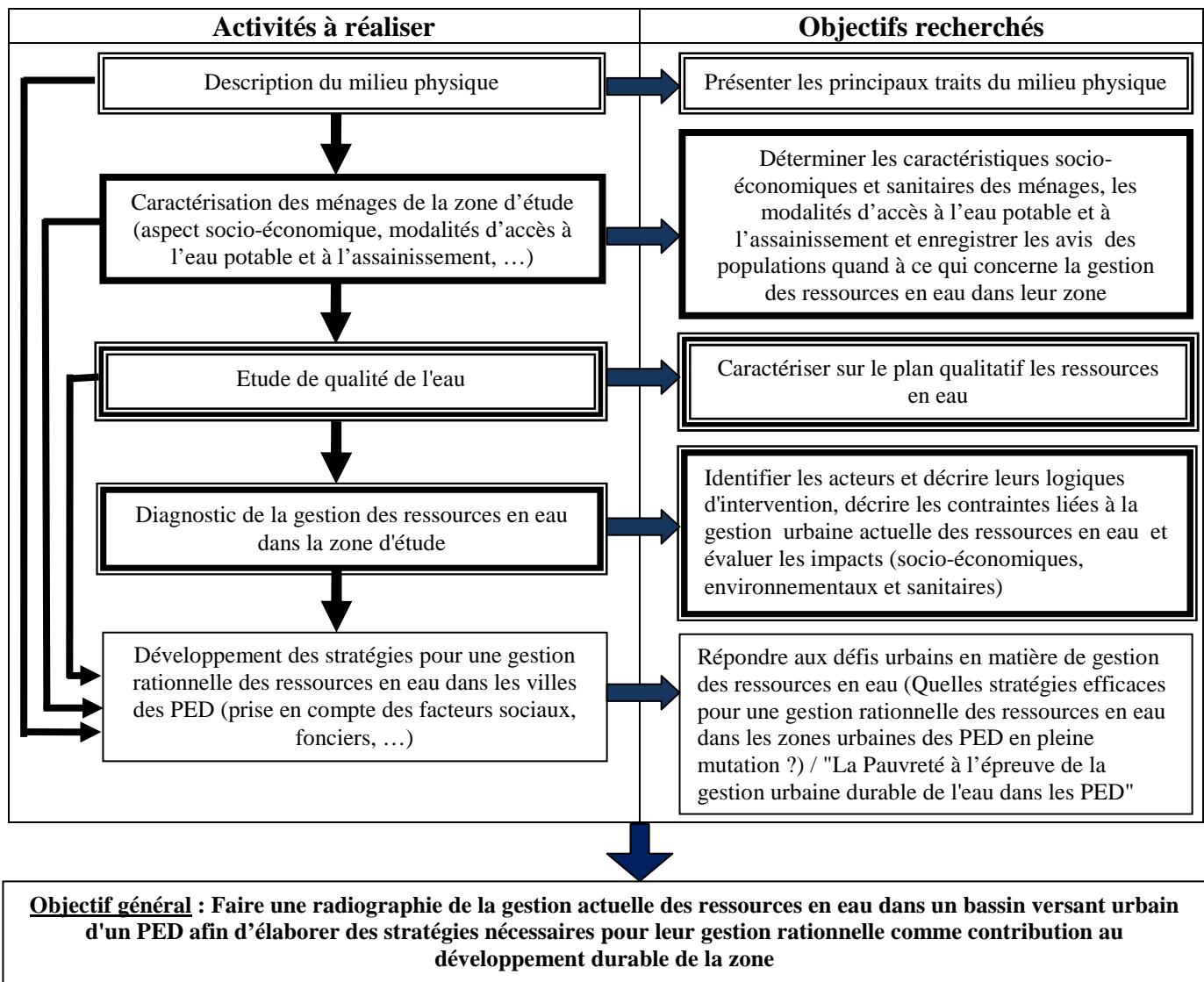


Fig. 2 : Schéma de l'organisation scientifique du travail

Pour illustrer cette étude, le choix a été porté sur le bassin versant de l'Abiergué (Yaoundé-Cameroun) qui concentre des éléments se rapportant à la problématique de recherche : urbanisation anarchique, faible accès à l'eau potable et à l'assainissement, pollution de l'eau, ...

3. STRUCTURE DE LA THESE

Cette thèse est structurée en 07 chapitres encadrés par une introduction générale et une conclusion générale :

Le chapitre I est consacré à l'état de l'art portant sur la problématique de la gestion urbaine de l'eau dans les villes des PED. Il sera question de revisiter sous un angle critique les différents travaux portant sur la thématique de recherche ;

- Le chapitre II porte sur la description du cadre géographique de la zone d'étude (le bassin versant de l'Abiergué à Yaoundé);
- Le chapitre III est essentiellement destiné à la présentation des méthodes et matériel utilisés dans le cadre de ce travail de recherche ;
- Le chapitre IV est consacré à la présentation des résultats des enquêtes réalisées auprès des ménages ;
- Le chapitre V porte sur la présentation des résultats des analyses physico-chimiques, bactériologiques et parasitologiques des eaux souterraines et de surface ;
- Le chapitre VI est consacré au diagnostic global de la gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué (Yaoundé) et des impacts induits;
- Le Chapitre VII est destiné au développement de scénarios pour une gestion rationnelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué.

En conformité avec la structure de la thèse, le chapitre suivant est consacré à l'état de l'art de la thématique de la recherche. Il sera question dans ce chapitre de faire une synthèse bibliographique des études ayant porté sur l'un ou l'autre aspect de la gestion de l'eau dans les villes des PED.

CHAPITRE I : ETAT DE L'ART DE LA GESTION URBAINE DES RESSOURCES EN EAU DANS LES PAYS EN DEVELOPPEMENT

INTRODUCTION

Les travaux portant sur les questions se rapportant à l'eau dans les villes des PED ont été abordés par de nombreux chercheurs de disciplines scientifiques variés (biologie, sociologie, économie, médecine, ...). Les thèmes abordés ont revêtus plusieurs aspects : accès à l'eau potable et à l'assainissement, pollution des eaux, aspects socio-économiques de la gestion urbaine de l'eau, ... Il est nécessaire voire indispensable dans le cadre de cette étude, de revisiter ces différents travaux sous un angle critique afin d'y relever d'une part les lacunes propres à chacune d'elles et d'autre part d'y puiser des éléments structurants qui guideront notre recherche.

Le présent chapitre dresse donc l'état de l'art des travaux réalisés sur des questions se rapportant à la gestion de l'eau dans les zones urbaines des PED. Basé sur l'existant, ce chapitre intègre dans sa structure les principaux axes de travaux de recherche sur l'eau dans les villes des PED.

I-1. CADRE LEGISLATIF, REGLEMENTAIRE ET INSTITUTIONNEL DE LA GESTION URBAINE DES RESSOURCES EN EAU DANS LES PED

Les différents travaux consultés mettent en exergue d'une part les écarts observés entre les textes de loi et les pratiques quotidiennes sur le terrain (Hassani et Mebrouk, 1999; Djeuda Tchapnga et *al.*, 1998) et d'autre part la difficulté pour l'Etat d'assurer un service cohérent de gestion urbaine de l'eau. L'Etat représente en effet de part sa fonction régaliennes l'acteur majeur de la gestion urbaine de l'eau (Jeanclos, 2002; Smets, 2002; Aouij, 2000; Kamto, 1996). En ceci, la crise de l'eau est en grande partie une crise des systèmes de gouvernement qui "déterminent qui reçoit quelle quantité d'eau, quand et comment et qui décident qui a le droit à l'eau et aux services annexes" (UN-Water/WWAPa, 2006). C'est donc à l'Etat qu'incombe la définition du cadre institutionnel, législatif et réglementaire de la gestion urbaine de l'eau. Menard (2001) précise pour le cas de l'eau potable, que ce secteur a les caractéristiques des industries de réseau à forte composante politique et que la dimension institutionnelle est incontournable pour assurer un meilleur service d'approvisionnement en eau. De là, Giraud *et al.* (2006) pensent et ceci à la suite de Barraqué (2001) que l'efficacité de

l'action de l'Etat dans les villes des PED passera par une redéfinition du cadre organisationnel dans un processus innovant de gestion.

Au Cameroun, le socle juridique reposant sur la loi N° 98/005 du 14 Avril 1998 et les textes réglementaires qui l'accompagnent est incohérent et relativement inefficace (MINEE-GWP, 2009a). Les textes en vigueur présentent de nombreuses lacunes (Kouam kenmogne et *al.*, 2006; Djeuda Tchapnga et *al.*, 1998) et sont jugés insuffisants. Il n'existe par ailleurs aucun document de référence tenant lieu de politique nationale de l'eau sur lequel s'appuie la réglementation. Le paysage institutionnel est marqué par trois grands groupes d'acteurs que sont : (1) l'Etat et ses principaux démembrements, en particulier le Ministère de l'Energie et de l'Eau (MINEE) mais aussi les autres départements ministériels, les organismes sous tutelles, et les collectivités territoriales décentralisées; (2) les autres usagers du secteur privé et la société civile et (3) les partenaires de la coopération (MINEE-GWP, 2009a).

Notons qu'il existe une pluralité des cadres législatifs, réglementaires et institutionnels en fonction des différents pays. Des études que nous avons eu à consulter, aucune ne porte sur les aspects institutionnels, législatifs et réglementaires de la gestion de l'eau transposés à l'échelle d'un bassin versant dans une ville d'un PED.

I-2. ASPECTS TECHNIQUES LIES A LA GESTION URBAINE DES RESSOURCES EN EAU DANS LES PED

I-2.1. Accès à l'eau potable et à l'assainissement

Des travaux ont été développés sur cette problématique suivant différentes logiques d'analyses.

L'accès à l'eau potable et à l'assainissement constitue une contrainte majeure dans les villes des PED (Lenton, 2007; Barrie, 2006). Les problèmes y afférents dépendent des variables physiques, démographiques, économiques et politiques (Dorier et Berton-Ofoueme, 2009; Darmane et Potter, 2009; Merino, 2008; Eau Seine Normandie, 2008; OMS-UNICEF, 2007; Barrie, 2006; Hartemann, 2001; Mutin, 2000). A cela, se greffe le processus d'urbanisation dans les PED, généralement inverse au schéma logique en matière d'urbanisme (Barbier *et al.*, 2007).

Lorsqu'on se réfère spécifiquement à l'assainissement, Oelkers *et al.* (2011) pensent que ce secteur constitue le plus gros problème dans les villes des PED. En ceci, le manque de dispositifs pour l'assainissement liquide et pluvial a des répercussions sur les ressources en eau, la santé des populations et sur le niveau de vie des ménages. Pour El JIHAD (2005), le

déficit de l'assainissement est dû à la pauvreté des communes et des populations et au désengagement financier de l'Etat. En 2006, Ngnikam et Tanawa avaient identifié les facteurs qui mettaient à mal la gestion de déchets dans les villes d'Afrique : institutionnel (multiplicité d'acteurs, conflits de compétence et d'intervention, emprise forte des ministères au détriment des communes), financier (financement de la filière de gestion des déchets, pas d'application du principe "pollueur-payeur", ...), administratif et politique (pas de transferts de moyens financiers, matériels et humains dans le processus actuel de la décentralisation, pas des textes précis d'application de la décentralisation). Bien avant, Matejka *et al.* (2004) notaient déjà que très peu de recherches appliquées exhaustives ont été réalisées sur ce volet dans les villes des pays du Sud malgré les besoins qui sont évidents. Ils recommandent de créer des outils méthodologiques adaptés pour l'élimination des déchets solides et l'assainissement dans les quartiers des villes des PED. Pour Oelkers *et al.* (2011), le problème de l'assainissement peut être résolu à travers la bonne gestion des ressources en eau et des infrastructures d'eau, l'application des technologies appropriées et la valorisation de l'eau comme élément important de la société. Netherlands Water Partnership (2006) propose dans ce processus de se pencher essentiellement dans le cas des PED sur des solutions à faible coût. Cette idée est partagée par Maggie et Menachem (2007) qui ont développé des points d'intérêt (assainissement "low cost") sur lesquels ils pensent que les chercheurs devraient se focaliser pour améliorer l'assainissement dans les PED. A la base, Hakem (2006) propose que tout projet d'assainissement (autonome ou collectif) puisse tenir compte des paramètres techniques (nature du sol, densité de l'habitat,...), économiques, socioculturels, réglementaires et institutionnels. Cet avis est partagé par le PNUD (2008) qui recommande de mettre en œuvre des actions économiquement viables, socialement acceptables, techniquement et institutionnellement appropriées pour résoudre le problème de l'assainissement.

Ces idées émergent dans un environnement où l'OMS-UNICEF (2010) estime que c'est environ 884 millions d'êtres humains qui continuent d'utiliser des sources d'eau non potable et 2,6 milliards qui ne disposent pas d'installations sanitaires améliorées avec une large majorité dans les villes des PED. Ces chiffres regorgent des disparités et des inégalités spatiales et sociales au sein et entre les différentes villes des PED (Banque Interaméricaine de Développement, 2012; Graham, 2011; Hutton *et al.*, 2007).

Le déficit d'accès à l'eau potable et à l'assainissement est à la base de la dégradation de l'environnement et de l'émergence des maladies hydriques (Hutton *et al.*, 2007). Pour le PNUD (2008), les maladies hydriques sont un indicateur d'un assainissement inachevé. De même, le PNUE (2011) estime qu'un dixième du fardeau global de la maladie pourrait être

évité grâce à un accès amélioré à l'eau et à l'assainissement, et à des meilleures pratiques d'hygiène. A ce propos, Rioux (2007) citant les statistiques de l'OMS, précise que 80% des maladies hydriques proviennent du manque d'eau salubre et de l'inadaptation des systèmes d'assainissement. Environ 22 000 personnes par jour spécialement dans les PED meurent de fièvre typhoïde, choléra, paludisme ou de diarrhées. Pour Prüss-Üstüm et Corvalà (2006), les contraintes liées à l'eau, à l'assainissement et au manque d'hygiène sont responsables de 29% de maladies diarrhéiques dans les PED, ceci essentiellement dans les villes en pleine croissance où les habitants sont exposés à ces contraintes. Le déficit d'accès à l'eau potable entraîne d'autres impacts (sociaux, économiques, ...) comme l'ont relevé Darmane et Potter (2009) dans le cas d'Amman (Jordanie) où le rationnement d'eau a accru les inégalités sociales et a contribué à la dégradation des réseaux de distribution d'eau. Pour Maliki *et al.* (2009), la fréquence d'accès à l'eau, les moyens de stockage de l'eau et le type d'accès à l'eau sont des indicateurs de pauvreté et peuvent être utilisés comme des critères pertinents de classification des ménages. De même, la carte de pauvreté d'accès à l'eau potable se superpose bien souvent à l'exception de quelques zones, à la carte de pauvreté générale de la ville comme c'est le cas à Mbour au Sénégal (Toure *et al.*, 2011). Ces résultats confortent l'idée selon laquelle l'accès à l'eau potable, à l'assainissement et à l'hygiène est un facteur déterminant de santé, de survie, de croissance et de développement (OMS/UNICEF, 2007).

Des initiatives ont pourtant permis d'améliorer l'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans certaines villes de PED. Dans ce registre, on pourrait citer le cas des modèles de réseaux condominiaux au Brésil ou encore la baisse de 50% des coûts dans le cadre de l'extension du réseau d'eau potable et d'assainissement à El Alto en Bolivie (Barbier *et al.*, 2007). En Côte d'Ivoire, la SODECI (Société des Eaux de Côte d'Ivoire) a mis en place une politique d'extension du réseau qui a permis d'augmenter le taux de desserte à Abidjan (Collignon *et al.*, 2000). Ces "success stories" qui constituent des pistes à explorer pour améliorer le service de l'eau potable et de l'assainissement dans les villes des PED doivent être partagés dans le cadre des coopérations Sud-Sud qu'il convient de développer (Lenton, 2007). Il faudra cependant vaincre les "idées reçues" qui influencent généralement les politiques de développement et qui constituent un frein à l'approvisionnement en eau potable et à l'assainissement dans les villes des PED : (1) "les pauvres sont concentrés dans les zones périphériques des grandes agglomérations", (2) "les ménages des quartiers défavorisés ne sont pas solvables", (3) "la gestion communautaire est adaptée à l'organisation sociale traditionnelle et est la moins coûteuse pour les usagers du service public" et (4) "les branchements sociaux et une grille tarifaire progressive vont permettre d'améliorer

sensiblement l'accès à l'eau potable des plus pauvres" (Etienne, 2003). Il importe pour cela d'inciter à desservir les pauvres par l'engagement contractuel, de diversifier l'offre de service pour la rendre accessible à plus d'usagers et de promouvoir des partenariats régulés (Etienne, 2003). L'accent mérite d'être porté sur l'amélioration de l'accès à l'eau potable pour les populations pauvres pour qui l'eau représente une part importante de dépenses (Sackou Kouakou *et al.*, 2012; Smets, 2002; Butterworth et Soussan, 2001).

Pour Hartemann (2001), l'adoption d'une vision nouvelle en ce qui concerne l'accès à l'eau potable et à l'assainissement s'impose pour les villes en milieu tropical qui se développent de plus en plus. Mahaman Tidjani (2005) qui partage la même idée constate tout de même que la réforme du secteur de l'eau traduit d'abord la sanction d'une gestion publique défaillante même si elle permet de définir un nouveau cadre d'intervention de l'Etat. L'urgence au regard de la situation actuelle dans les villes des PED est à l'action. Mutin (2000) propose pour cela d'accélérer la mutation de la gestion de l'eau pour éviter de trop grands dommages écologiques, des reculs économiques et des pénuries alimentaires qui pourraient être graves. Il est nécessaire d'agir vite sur la demande, de lutter contre les gaspillages et les déperditions d'eau au niveau des réseaux, de recycler et de réutiliser les eaux usées (Rerolle, 2010; Mutin 2000). Dans ce processus, Barrie (2006) met en avant la volonté politique et publique comme condition sine qua non pour résoudre ces différents problèmes. Graham (2011) propose quant à lui un engagement plus substantiel des chercheurs, des gouvernements, des communautés, du secteur privé, des ONG, des agences de développement pour fournir de l'eau potable à la population. C'est également l'avis de Darmane et Potter (2009) qui affirment que le problème d'accès à l'eau potable nécessite une gestion collective par tous les acteurs (municipalités, privés, ...) qui doivent assumer leurs responsabilités. Dasylva *et al.* (2004) précisent à ce propos que la participation des populations à ce processus est fondamentale. Pour Vargas (1996), c'est plutôt la "municipalisation" des services de l'eau et de l'assainissement avec quelques mesures fortes qui sont nécessaires pour en assurer leur efficacité. Il est par ailleurs important de faire varier les mécanismes de financement pour améliorer l'accès à l'eau potable et à l'assainissement (Hutton *et al.*, 2007). Ceci permettra entre autre de briser le cycle hydrique de la contamination oro-fécale, d'améliorer la santé des populations, de réduire la pauvreté, de favoriser le bien-être, d'atteindre les OMD et de favoriser le développement (Prüss-Üstüm et Corvalà, 2006).

De manière concrète et suivant des études de cas, Vargas (1996) précise par exemple pour la ville de Sao Paulo (Brésil), qu'il est important de définir une stratégie spécifique pour gérer la transition de l'ancien vers le nouveau modèle, vu les risques impliqués dans un

processus de transition incontrôlée. Maria (2005) propose pour le cas de Delhi (Inde) une approche prospective basée sur la construction de scénario (court, moyen et long terme) intimement liés à des questions fondamentales (évolution du profil socio-économique des personnes, rapport ville-environnement, ...). Ali (2010) recommande une démarche basée sur l'identification de zones de stress hydrique en référence à l'indice de stress hydrique comme base de développement de politiques et de stratégies pour améliorer l'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans la ville de Jakarta (Indonésie). Cet indice de stress hydrique est basé sur trois composantes principales : ressources en eau, système écologique et ampleur de la demande et de la consommation de l'eau. Darmane et Potter (2009) proposent dans le cas d'Amman de réduire les fuites techniques, d'interdire certaines cultures gourmandes en eau, ... Ils notent toutefois que le manque de démocratie constitue un frein considérable aux problèmes d'accès à l'eau potable en Jordanie en particulier et dans les PED en général. En Algérie, Maliki *et al.* (2009) précisent qu'il est nécessaire pour la société "Algérienne des Eaux" de renforcer l'accès à l'eau potable, de contrôler la qualité des eaux de puits et de sources, d'appliquer un prix de solidarité de l'eau pour les ménages pauvres et de réexaminer les prix par rapport au standing des ménages par districts. Pour le cas d'Abidjan, Sackou Kouakou *et al.* (2012) proposent de renforcer les capacités de gestion financière des ménages afin de favoriser le branchement au réseau d'adduction d'eau potable, de mener de campagnes d'éducation à l'hygiène et de promouvoir des réservoirs pour un stockage hygiénique (réservoirs de 20 litres munis de robinets). Compaore (1993) propose pour le cas de Ouagadougou de mettre en œuvre une politique urbaine cohérente car il pense que "la plupart des problèmes urbains dans le monde en développement trouveront leurs solutions dans le cadre général des politiques de développement".

Les études réalisées dans les villes camerounaises rejoignent celles menées dans les autres zones urbaines des PED et font état d'une généralisation du déficit des services d'accès à l'eau potable et à l'assainissement (Kouam kenmogne *et al.*, 2013; Ngnikam *et al.*, 2011; PNUD, 2010; Kuitcha *et al.*, 2008; Meva'a Abomo, 2006; Mpakam *et al.*, 2006; Ngnikam et Tanawa, 2006; Bemmo *et al.*, 1998). A Yaoundé par exemple, le taux d'accès à l'eau potable est de 38,8% et l'accès à une toilette décente, reste le fait du tiers de la population (PNUD, 2010). Le faible accès à l'eau potable et à l'assainissement est attribué à divers facteurs : crise économique des années 80 à 90, absence d'investissements dans ce secteur pendant plusieurs années, déficit de planification enregistré dans le processus des mutations urbaines, ... (Kouam Kenmogne *et al.* 2013; Ngnikam *et al.* 2011; MINEE-GWP, 2009a; MINEE-GWP, 2009b). Les problèmes relatifs à l'accès à l'eau potable et à l'assainissement sont à la base des

maladies hydriques (Kouam Kenmogne *et al.*, 2013; Kuitcha *et al.*, 2008; Nguendo Yongsi *et al.*, 2008; Wethé *et al.*, 2003).

Les problèmes inhérents à l'eau potable et à l'assainissement pourront être résolus par l'éducation, la formation et la sensibilisation des populations sur les questions liées à l'assainissement, l'implication des populations au projet en lien avec l'eau et l'assainissement et le renforcement du dialogue entre les différents acteurs travaillant dans ces domaines (Kuitcha *et al.*, 2008). Dans le même ordre d'idées, Meva'a Abomo (2006) propose que le politique, le scientifique et le citadin s'accordent pour une gestion intégrante et intégrée de l'eau. A la base, il est important selon Kouam Kenmogne *et al.* (2013), de restructurer la configuration urbaine actuelle malgré les contraintes d'ordre social, foncier et financier.

Les travaux consultés, qu'ils soient d'ordre général ou des études de cas, identifient les causes, explorent les modalités actuelles d'approvisionnement en eau potable et en assainissement, décrivent les conséquences liées au déficit de ces services et proposent des mesures pour leur amélioration. Aucune étude parmi celles consultées n'intègre tous ces différents éléments à l'échelle d'un bassin versant dans une zone urbaine d'un PED.

I-2.2. Hydrogéochimie, pollution des ressources en eau et impacts induits

De nombreux travaux mettent en exergue les aspects liés à la qualité de l'eau et les impacts qui en découlent.

Ongley (1996) avait constaté que les villes des PED étaient confrontées à un éventail de problèmes traditionnels et nouveaux relatifs à la qualité de l'eau (depuis la contamination par les matières fécales jusqu'aux produits chimiques toxiques), et ce, dans un contexte économique rude, dans un cadre institutionnel souvent mal structuré où les connaissances scientifiques modernes sont fréquemment mal comprises et mal appliquées. On estime à ce propos qu'environ 80% de déchets municipaux sont déchargés sans traitement dans les rivières, les lacs et les côtes maritimes dans les PED (Schwarzenbach *et al.*, 2010) et qu'environ 90 % des eaux usées s'écoulent sans traitement préalable dans les rivières, les lacs et les zones côtières dans les villes des PED (Corcoran *et al.*, 2010). Fitzwater *et al.* (2011) notent qu'environ 88% de maladies diarrhéiques sont imputables à une piètre qualité de l'eau, à des installations sanitaires inadéquates ou à une hygiène déficiente.

De nombreuses études de cas se sont penchées sur les questions liées à la qualité de l'eau.

Somasundaram *et al.* (1993) ont mis en évidence la forte pollution de l'aquifère de Madras (Inde) par des métaux lourds, du calcium, du magnésium et des sulfates.

Smith *et al.* (1999) ont attribué la présence de nitrates et de coliformes fécaux enregistrés dans les eaux de puits à Kotagede (Indonésie) aux réservoirs d'eaux usées. Les auteurs précisent que la pénétration de ces dernières dans l'aquifère a souvent lieu au début de la saison de pluie.

Au Liban, Bou Saab *et al.* (2007) ont mis en exergue la contamination bactériologique de la rivière Nahr Ibrahim (patrimoine mondial de l'UNESCO) en proie à des rejets sauvages de déchets liquides et solides.

Moe *et al.* (1991) ont montré à travers une étude menée à Cibu (Philippines) le lien entre les concentrations bactériennes dans l'eau de boisson et la prévalence des diarrhées dans la population consommant cette eau. Ils précisent que d'autres voies de transmission de maladies hydriques peuvent jouer un grand rôle lorsque la qualité de l'eau est bonne ou moyenne dans les PED. Mc Michael (2000) ajoute que les citadins des PED de part leur situation sociale constituent des portes d'accès des maladies infectieuses dans les villes.

Au Maroc, les bactéries indicatrices de la pollution fécale (coliformes fécaux, streptocoques fécaux, coliformes totaux) ont été décelées dans les eaux souterraines du bassin de Rharb par Ben Kabour et Zouhri (2005), dans les Oueds (cours d'eau) de Boufekrane et de Ouislane par Aboulkacem *et al.* (2007) et de Bouskoura par Tazi *et al.* (2001). La pollution parasitologique a été mise en évidence dans les eaux de surface de la ville de Kenitra par El Guamri et Belghyti (2007). Ces derniers ont constaté que les concentrations des espèces parasites ainsi que le degré de contamination variaient en fonction des zones (zone industrielle, zone résidentielle) et des mois. Pour Bohoum *et al.* (1997), la charge parasitaire diminue dans le cours d'eau de l'embouchure vers l'aval tandis que dans les sédiments, le contraire est observé. Pour les eaux souterraines, le degré de pollution dépend de la distance d'éloignement de la source de pollution par rapport aux puits, la perméabilité de l'aquifère, la profondeur de la nappe, la nature lithologique du terrain, l'entretien du puits et son entourage immédiat (El Asslouj *et al.*, 2007; Hassoune *et al.*, 2006; Aghzar *et al.*, 2002). Bahir *et al.* (2003) font remarquer que la dégradation des ressources en eau couplée aux problèmes de surexploitation et de contraintes climatiques pourraient à la longue amener les pouvoirs publics à recourir à d'autres ressources non conventionnelles comme le dessalement de l'eau de mer dans la zone d'Essaouira au Maroc.

En Tunisie, Samir *et al.* (2006) ont établi des relations entre les différents niveaux du système aquifère dans le bassin de Djérid sur la base des interprétations des données hydrochimiques et isotopiques des eaux souterraines. Hentati *et al.* (2005) ont identifié les zones à haut risque de contamination des eaux de la nappe phréatique en superposant les

cartes de vulnérabilité à la carte des sources de pollution. La vulnérabilité des nappes est liée aux transferts surface-nappe des solutés sulfatés sodique et calcique et des eaux relativement chargées en métaux (Chalbaoui, 2000). Pour Abdelaziz *et al.* (2007), la présence de fortes teneurs de nitrates dans les eaux de la nappe de Grombalia proviendrait du lessivage des terres cultivées et de la dégradation de la matière organique.

En Algérie, Meziani *et al.* (2009) montrent que la surexploitation des eaux des nappes profondes de la vallée de Souf en Algérie ces trente dernières années pour satisfaire une forte croissance urbaine a provoqué la remontée des eaux profondes causant le déséquilibre écologique dans la vallée (détérioration du tissu urbain, inondation, ...). Les ressources en eau sont menacées par de nombreux foyers de pollution (industries, élevage, décharges sauvages, etc.) qui se sont multipliés en marge de toute mesure de protection de l'environnement (Derradji *et al.*, 2007; Rouabchia *et al.*, 2004). Divers auteurs ont montré que les apports excessifs en eaux usées et en engrains azotés pour les activités agricoles sont les causes directes de la pollution diffuse dans le cadre du maraîchage urbain (Aghzar *et al.* 2002; El Bakouri et Ouassini, 2004 ; Boudoukha *et al.* 2006).

En Ouganda, Taylor et Howard (1994) ont attribué les taux élevés de nitrates enregistrés dans les eaux des bassins versants d'Aroca et de Nyabisheki au mauvais assainissement des eaux usées issues des latrines.

Au Kenya, Rotich *et al.* (2006) ont proposé quelques mesures pour améliorer la gestion des déchets dans les villes telles que Nairobi, Kisumu, ... Elles portent sur les campagnes de sensibilisation des populations, l'implication des partenaires de l'Organisation de la Société Civile (OSC), la mise en place d'une gestion plus locale sous le label de la décentralisation, etc.

En Mauritanie, Bakari (2006) a montré que l'assainissement à Nouakchott laissait à désirer et recommande de prendre des mesures urgentes pour canaliser et traiter à l'avenir les eaux usées dont la production va aller croissante au regard de la démographie galopante. A sa suite, Sy *et al.* (2011) proposent la mise en œuvre d'une approche intégrée des questions de santé, d'environnement et de pauvreté dans les politiques de développement des villes.

Au Benin, Zohoun *et al.* (1993) ont mis en évidence la pollution des eaux de puits par des produits chimiques (silice, oxyde de magnésium et de calcium) issus des cimenteries attenants aux puits. Makoutode *et al.* (1999) ont identifié les comportements à risque qui augmentent la charge polluante des eaux au moment de la collecte, du transport et de la conservation dans la sous-préfecture de Grand-Popo.

Djoret (2000) a constaté que le pic de pollution des eaux de puits par les nitrates pour la nappe de Baguirmi (Tchad) est observé lorsqu'il y'a relèvement de celle-ci pendant la période de crue marquée par l'arrivée de l'eau au fond des latrines. A sa suite et sur le même site, Abderamane et Razack (2013) ont montré que la minéralisation est liée d'une part à la nature lithologique des formations géologiques traversées et d'autre part, aux phénomènes climatiques provoquant une évaporation des eaux de la nappe.

Au Sénégal, la pollution de la nappe phréatique par certains polluants et leur incidence sur la santé des populations ont été mis en évidence par les travaux de Cisse *et al.* (2006) et de l'UNESCO (1997).

En Côte d'Ivoire, Kouadio *et al.* (1998) ont montré que la pollution des eaux de forages dans la ville d'Abidjan proviendrait des fosses septiques attenantes à ces ouvrages. Kone Brama *et al.* (2006) constatent que les populations se disent victimes de la "ville" et se plaignent des mauvaises odeurs, du paludisme, des diarrhées et des démangeaisons découlant de la pollution des eaux de la lagune. Ake *et al.* (2009) ont montré que la nappe de Bonoua présente une tendance de vulnérabilité moyenne à très forte.

Au Burkina Faso, Rosillon *et al.* (2012) ont montré sur la base d'une étude menée dans la vallée de Sourou que les activités anthropiques incluant la défécation sauvage des hommes, la présence des latrines, des eaux usées et des déchets solides constituent les principales sources de pollution qui diffusent les nitrates dans l'eau. L'usage de la dynamite constitue également une source probable de diffusion de nitrates dans les eaux. L'amélioration de la qualité de l'eau en ce qui concerne les nitrates passe par la mise en place des périmètres de protection, l'éducation sanitaire des populations et la restriction de l'usage des dynamites lors de la construction de nouveaux forages.

En République Centrafricaine, Mokofio *et al.* (1991) ont mis en évidence une importante pollution bactérienne d'origine fécale dans les eaux de puits à Bangui et ont proposé de procéder à la chloration de l'eau au niveau familial afin d'améliorer sa qualité.

Au Congo, Moukolo et Gaye Becaye (2001) ont à travers une étude sur la vulnérabilité de la nappe à la pollution dans la ville de Brazzaville montré que la distance d'un point d'eau par rapport à la source de pollution ainsi que la profondeur du toit de la nappe constituent les critères principaux qui influent sur la pollution des eaux. Ils recommandent de placer les captages d'eau souterraine, en particulier ceux utilisés comme eau de boisson, chaque fois qu'il sera possible à des distances raisonnables d'une source de contamination potentielle et toujours en amont de celle-ci par rapport au sens de l'écoulement de la nappe.

Au Niger, Chippaux et *al.* (2002) ont attribué l'origine de la pollution des eaux à Niamey à diverses causes : défaut d'assainissement et de collecte des ordures ménagères, transfert des polluants à partir des couches superficielles, condition de puisage. Ils ont précisé que le manque de volonté politique exacerbe la lutte contre la pollution des eaux et ont montré la nécessité de porter des actions immédiates sur les eaux souterraines au regard de la sollicitation dont elles font l'objet dans cette ville.

Au Mali, Moussa Moumouni (2005) a évalué la pollution des eaux de surface et des eaux souterraines par les produits utilisés dans les tanneries et les teintureries à Bamako. Il propose que des actions soient engagées pour prévenir les risques de dégradation des ressources en eau et les risques associés : application des textes législatifs et règlementaires en vigueur, proscription de l'utilisation des eaux résiduaires dans le maraîchage, ...

Dans un cadre plus général, Allassan (1994) précise que l'extension de la pollution bactérienne dans la nappe phréatique à partir des latrines devrait s'exprimer non pas en termes de distance mais plutôt en termes de zone incluant distance et direction d'écoulement des eaux. Pour Monjour (1997) et Moe *et al.* (1991), les normes de l'OMS en matière d'eau potable devraient être révisées pour les PED et des actions urgentes portant sur l'éducation sanitaire et la désinfection de l'eau mériteraient d'être engagées pour lutter contre les maladies hydriques. Ces mesures préventives sont pourtant connues mais leur mise en œuvre se heurte à de nombreux obstacles économiques, techniques et socio-culturels (Delolme *et al.*, 1992). Dans le même ordre d'idées, Maggie et Menachem (2007) précisent que le manque de moyens financiers, de volonté politique et la difficulté du suivi du service constituent également des contraintes à surmonter.

Or selon Zhu et Schwartz (2011) "De notre capacité à maîtriser les processus physiques, chimiques et biologiques qui conditionnent la qualité de l'eau dépendra notre aptitude à mieux gérer les ressources en eau". Toutefois, Ongley (1996) observe que les programmes axés sur la qualité de l'eau sont généralement mal servis par les approches traditionnelles, sur les plans méthodologiques, juridiques et administratifs. Pour Kathuria (2006), les stratégies pour contrôler la pollution des eaux dans les PED et les pays en transition se polarisent en deux points de vue. D'un côté un groupe de chercheurs, décideurs et acteurs non institutionnels au rang desquels les organisations multilatérales qui pensent que l'utilisation des instruments fondés sur le marché demeure incontournable. De l'autre bord, un second groupe qui affirme que l'accent doit être mis sur les institutions où les décideurs doivent choisir des stratégies en fonction des capacités existantes.

Le constat est pourtant net, la pollution des ressources en eau est susceptible de progresser en relation avec le développement économique généré par l'urbanisation, l'industrialisation et l'agriculture intensive (UN-Water, 2009). Il est nécessaire d'appliquer l'approche holistique aux futurs travaux portant sur l'interprétation des données géochronologiques sur l'eau afin d'apporter des réponses efficaces aux besoins sociétaux en matière d'eau (Zhu et Schwartz, 2011). Dans le même élan, Maggie et Menachem (2007) pensent qu'il est nécessaire d'aborder les questions liées à l'assainissement de façon holistique, d'associer les populations et de favoriser une collaboration entre les différents secteurs (eau, assainissement, santé). Ongley (1996) proposait déjà la modernisation des programmes sur la qualité de l'eau si l'on souhaitait atteindre le double objectif d'une efficacité accrue et d'une plus grande pertinence en vue de satisfaire les besoins en données dans la gestion contemporaine de la qualité de l'eau.

Au Cameroun, la dégradation des ressources en eau a été mise en évidence dans plusieurs villes : Yaoundé (Kouam kenmogne *et al.*, 2011; Ngnikam *et al.*, 2011; Kuitcha *et al.*, 2010; Wethé *et al.*, 2003; ERA-Cameroun, 2001; Djeuda Tchapnga *et al.*, 1998), Bafoussam (Mpakam, 2009; Mpakam *et al.*, 2009), ... Elle est essentiellement attribuée au mauvais assainissement (Aghaindum Ajeagah *et al.*, 2007; Tsama *et al.*, 2010; Mafodonzang Fouedjo, 2008; Njine *et al.*, 2002; Njiné *et al.*, 2001; Joly et Assako, 2001; Nola *et al.*, 1998) et est source de maladies hydriques (Wethé *et al.*, 2003; Ngnikam *et al.*, 2007; Guevart *et al.*, 2006). Les contraintes liées à la dégradation des ressources en eau entretiennent le cycle de la pauvreté des ménages urbains (Kouam Kenmogne *et al.*, 2011).

Des mesures portant essentiellement sur des campagnes de sensibilisation auprès des ménages, l'amélioration des services d'eau potable et d'assainissement, etc. ont été proposées pour lutter contre la pollution de l'eau dans les villes Camerounaises (Kouam Kenmogne *et al.*, 2011; Ngnikam *et al.*, 2011; Mafodonzang Fouedjo, 2008; Kuitcha *et al.*, 2010; Aghaindum Ajeagah *et al.*, 2007; Kouam Kenmogne, 2004; Wethé *et al.*, 2003).

De manière générale, les travaux consultés dans ce volet peuvent être subdivisés en 3 parties interpénétrables comprenant la caractérisation physico-chimique, bactériologique et parasitologique des eaux, la détermination des causes et des conséquences de la pollution des eaux et enfin la proposition des mesures pour y faire face. Les ressources en eau dans les villes des PED présentent souvent sur le plan physico-chimique de forte salinité, des taux élevés de nitrates, sulfates et phosphates. Elles sont cependant bien marquées par une pollution bactériologique (présence d'entérocoques fécaux, coliformes fécaux, de coliformes totaux, *E. Coli*, ...) et parasitologique (kystes de *Cryptosporidium sp*, œufs d'helminthes, ...).

La dégradation de la qualité des eaux est reliée essentiellement à un mauvais assainissement et à une agriculture urbaine intensive. Ce processus est favorisé par divers facteurs que sont la surexploitation des nappes provoquant l'appel et la remontée des eaux profondes, la lithologie, les conditions de puisage, de transport et de stockage des eaux, la profondeur du toit de la nappe et les distances séparant les points d'eau à la source de pollution. L'altération de la qualité de l'eau est à la base de l'endémicité des maladies hydriques qui constituent un problème majeur de santé publique dans les villes des PED. Les projections militent pour une progression de la pollution des eaux dans les villes des PED en relation avec le développement économique généré par l'urbanisation. Divers mesures ont été proposées pour faire face à la pollution des eaux (restructuration de la ville, développement des technologies d'assainissement "low cost", recyclage des eaux usées, ...). Plusieurs auteurs posent cependant le poids lié aux facteurs démographiques, économiques, socio-culturels, ... comme contraintes à la mise en œuvre de ces mesures.

Très peu de travaux consultés allient à la fois l'hydrogéochimie, la pollution de l'eau et les impacts induits (sanitaires, socio-économiques et environnementaux) en tenant compte du contexte local de la gestion de l'eau. Toute la dynamique de pollution impliquant les zones d'émission, les flux et les mécanismes de transfert dans le sol n'ont pas été suffisamment abordés dans les travaux consultés. Par ailleurs, une bonne part de ces études est essentiellement descriptive et ne procède pas assez à une analyse approfondie des différents facteurs qui influencent la qualité de l'eau.

I-3. ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES DE LA GESTION URBAINE DES RESSOURCES EN EAU DANS LES PED

I-3.1. Aspects économiques

Price Waterhouse Coopers (2001) pense que la question de la gestion durable de l'eau passera par une maîtrise des aspects financiers. Pour Rothenberger et Truffer (2002), le développement durable du secteur de l'eau est dépendant de la formation adéquate du prix des services qui y sont associés. Ce qui est important, c'est d'inclure des considérations tant sociales qu'environnementales et économiques, tout en prenant en compte le contexte local spécifique.

Jaglin (2001) identifie trois principaux défis auxquels sont confrontés les services d'eau urbains : la croissance démographique, la pauvreté et la raréfaction des sources de financement public, endogènes et extérieures.

Sous un tout autre plan, Trémolet (2004) a constaté que la privatisation du secteur de l'eau potable a donné des résultats mitigés dans les villes des PED. En effet, elle a contribué dans certains cas à accroître la capacité productive et à améliorer la qualité du service et dans d'autres cas, elle a favorisé la création des barrières à l'accès à l'eau potable (Sciandra, 2005). L'auteur remarque que plusieurs acteurs privés se sont retirés de ce partenariat après quelques années d'exercice et que l'attitude des institutions financières internationales a changé en ce qui concerne la privatisation. Briand et Lemaître (2004) s'interrogeaient déjà une année auparavant sur la capacité du secteur privé (dont la logique conduit à une maximisation du profit) à assurer convenablement les missions de service public qui lui sont attribuées. Pour Tremolet (2004), il est nécessaire au regard de l'évolution globale de celle-ci, de mettre sur pied une "seconde génération" de réformes, qui tiendrait compte des conditions locales et donnerait une juste place à un secteur public revigoré ainsi qu'aux acteurs privés locaux. La privatisation de l'eau potable qui était la "doxa" en vogue dans les années 1990 comme "la" solution aux problèmes des PED ayant montré ses limites.

Les études consultées s'intéressent très peu aux questions économiques couvrant le champ global de la gestion de l'eau. Elles sont généralement axées sur les problèmes d'accès à l'eau potable et spécifiquement sur la privatisation.

I-3.2. Aspects sociaux

Botton (2005) interroge les pratiques de gestion des opérateurs d'eau de l'agglomération de Buenos Aires à l'égard d'une "nouvelle" catégorie de clients : les habitants des bidonvilles. Il porte également son analyse sur les évolutions des relations du triptyque "quartiers *carenciados* (*"défavorisé"*) – entreprises privées – pouvoirs publics locaux" et, plus largement, les phénomènes de coopération existant entre les différents acteurs. A sa suite, Renou (2009) constate que les "puissances de normalité" à savoir les institutions internationales, les multinationales de l'eau et la société civile proposent des modèles bien distincts et que ces dernières entretiennent un jeu de coordination complexe mêlant coopération, concurrence et manipulation. Il précise que les solutions innovantes mis en œuvre au niveau micro-local par la société civile se heurtent au problème de leur généralisation. Dorier-Apprill (2002) met en exergue à ce propos dans le cas de la situation environnementale à Mopti (Mali) le décalage entre l'abstraction des discours globaux sur la décentralisation et le développement durable, la rationalité des priorités de gestion énoncées par un projet national de développement urbain, les bonnes intentions de la coopération décentralisée et les réalités de terrain où la complexité des pratiques et des représentations

identitaires se mêlent aux contradictions d'intérêts entre acteurs locaux. L'auteur conclut qu'on ne peut guère penser la gouvernance décentralisée de la ville en oubliant la nécessité d'instances d'arbitrages et de législations dégagées des stratégies et de connivences locales et qui permettent de délimiter la notion et le champ de "l'intérêt public".

Pour la Revue Tiers Monde (2005), l'accès à l'eau est un indicateur des rapports d'inégalités qui existent au sein d'une société. Elle précise que la complémentarité possible entre les systèmes techniques à l'occidentale et des formes non conventionnelles de solidarité locale pourront permettre d'améliorer la situation des plus pauvres. Sous un tout autre angle, Diaz Pedregal et Vu (2007) ont constaté que la préoccupation quantitative d'accès à l'eau potable pour la totalité de la population vietnamienne relègue au second plan le questionnement sur la dimension écologique du développement durable et le problème de la qualité de l'eau.

L'Union Mondiale pour la Nature (2000) affirme la nécessité de procéder à des changements fondamentaux dans l'attitude et le comportement des êtres humains envers l'eau douce et les écosystèmes qui en dépendent, si l'on veut arriver à garantir une sécurité environnementale, sociale et économique. Poda *et al.* (2002) recommandent d'intégrer lors de la confection des programmes, la perception des messages par les populations, leur façon de penser et les difficultés spécifiques d'apprentissage qu'elles rencontrent.

I-4. PRATIQUES LIEES A LA GESTION URBAINE DES RESSOURCES EN EAU DANS LES PED

De nombreuses études ont été développées ces dernières décades sur les pratiques de la gestion urbaine de l'eau dans les PED. Les composantes "gestion des ressources en eau" et "GIRE" constituent les deux principaux pôles d'intérêt.

I-4.1. Gestion des ressources en eau

La gouvernance des ressources en eau constitue un enjeu politique, économique et social majeur que les gouvernements et les institutions identifient comme prioritaire sur l'agenda politique du XXI^e siècle (Bied-Charreton *et al.*, 2004; Meublat, 2001). Il existe aujourd'hui en effet, une crise de l'eau due non pas à l'insuffisance des ressources en eau mais plutôt à une mauvaise gestion (Cosgrove et Rijsberman, 2000). Pour le PNUD (2006), la crise de l'eau trouve son origine plus dans la pauvreté, l'inégalité et les rapports de force inéquitable, ainsi que dans des politiques de gestion de l'eau inadaptées qui en aggravent la rareté. La même idée est partagée par Oelkers *et al.* (2011) qui pensent qu'il y a une grave

crise de l'eau et affirment que donner l'eau à 6,9 milliards d'individus aujourd'hui et à une population qui ne cesse de s'accroître constituera un gros challenge pour ce siècle. Villiers (2000) l'avait déjà fait remarquer lorsqu'il déclarait que la terre comptera 9 milliards d'êtres humains au milieu du XXI^e siècle et que de nombreuses villes des pays d'Afrique et d'Asie vont souffrir des problèmes d'eau.

Si les politiques de première génération en matière d'eau avaient pour priorité majeure le développement de l'irrigation afin d'augmenter les rendements agricoles, il est évident qu'aujourd'hui, le problème le plus urgent est celui de la gestion de l'eau dans les villes en général et dans celles des PED en particulier (Revue Tiers Monde, 2005). En effet, le développement rapide des villes va impacter l'hydrologie urbaine (Niemczynowicz, 1999) et va renforcer les défis liés à la gestion urbaine de l'eau (Rist, 2001). Cette idée est reprise par UN-Water / WWAPb (2006) qui précise que la nature des défis liés à l'eau est de plus en plus urbaine en raison de la forte croissance physique et économique des villes. Malgré la différence de contexte propre à chaque ville, certains problèmes sont communs : (1) défis de la transparence (manque d'intérêt du public et d'implication des usagers), (2) déficit des capacités humaines (manque de personnels compétents; OECD, 2012). Il convient d'y adjoindre des spécificités tirées des études de cas : la gestion polycéphale en Haïti (Emmanuel et Lindskog , 2000), le manque de planification et de moyens financiers à Aleg en Mauritanie (Lejot et Callot, 2005).

Les différentes contraintes liées à la mauvaise gestion urbaine des ressources en eau dans les PED ont une incidence sur la productivité de la population, hypothèquent le développement de la ville et diminuent les capacités d'organisation et de développement en terme de durabilité (Emmanuel et Lindskog, 2000; Bied-Charreton *et al.*, 2004). Ces problèmes ont été observés au Burundi (Gishinge Kasavubu, 2006), en Mauritanie (Lejot et Callot, 2005), au Brésil (Garrido, 1998), dans le bassin méditerranéen (Dugot, 2001) et en Afrique Subsaharienne (Merino, 2008).

De nombreux auteurs pensent qu'il est important d'agir rapidement sur la gestion actuelle des ressources en eau afin de l'améliorer. Merino (2008) précise que l'avenir d'un pays réside dans sa capacité à gérer ses ressources en eau et pense à ce propos que la "gestion partagée" constitue la voie royale pour bien gérer les ressources en eau en Afrique. Suivant le même ordre d'idée, Dasylva *et al.* (2004) estiment que les problèmes liés à l'eau à Dakar par exemple peuvent être résolus par un modèle de gestion "intégrée". Selon Guesnier (2010) il n'y aura pas de développement durable sans protection préventive et partage équitable de la ressource en eau. Il propose et ceci à la suite de Froger *et al.* (2005) que le cycle hydrologique

doit être appréhendé dans la globalité par une "gouvernance sociétale" qui, seule, peut garantir la pérennité du couple eau-développement durable, en impliquant gouvernements et citoyens. Barraqué (2008c) avait déjà démontré quelques années auparavant qu'un modèle hydro(bio)logique de très bonne qualité pour un bassin versant n'est d'aucune utilité tant que les acteurs de l'eau de ce bassin ne partagent pas une vision commune de la rivière comme un objet d'action publique. Maksimovic *et al.* (2001) proposent pour cela que les défis de la gestion urbaine de l'eau soient examinés en tenant compte des réalités tant sociales que économiques. La même idée est partagée par Rist (2001) qui propose un système de gestion adapté au mode de fonctionnement local : des bureaux communaux, représentés par des personnes connues et appréciées de la population.

Ainsi, la complexité du développement durable, l'évolution politique des pays incitent à l'adoption fréquente d'une gestion participative décentralisée des ressources incluant tous les acteurs de l'eau (Revue Tiers Monde, 2005). A cet effet, la formulation de politiques de développement et d'utilisation durable des ressources en eau douce, devra mettre l'accent sur les éléments relatifs aux responsabilités humaines face à l'eau : politiques, législation, programmes sociaux, approches économiques et stratégies de gestion (Programme Mondial pour l'Evaluation des Ressources en Eau, 2003). Bied-Charreton *et al.* (2004) proposent qu'au niveau mondial un processus semblable à celui de la lutte contre la désertification ou de la protection de la biodiversité soit mis en place pour la gestion de l'eau.

Parlant toujours de propositions, Merino (2008) préconise pour les questions de gestion de l'eau en Afrique Sub-saharienne de prendre en compte les intérêts et les stratégies des différents acteurs concernés et d'intégrer des secteurs corollaires, notamment celui de la gestion des déchets et des eaux usées. Niemczynowicz (1999) propose quant à lui que de nouvelles solutions techniques aussi bien sur le plan logistique qu'organisationnel soient développées afin de muter les problèmes actuels en opportunités dans le futur. Ces actions portent sur l'amélioration de l'accès à l'eau potable dans les villes en pleine croissance, la réutilisation des eaux usées dans le cadre de l'agriculture urbaine, le transfert de connaissance et de technologies. Pour Bied-Charreton *et al.* (2004), la gouvernance des ressources en eau repose davantage sur un compromis entre gestion publique, marchandisation et gestion communautaire, le dernier attribut formant le ciment de la plupart des modes de gouvernance à l'œuvre dans les PED. Brueil (2004) distingue trois dimensions de la gouvernance (ingénierie contractuelle, ingénierie institutionnelle et ingénierie participative) et conclut que la cohérence d'un modèle de gouvernance est liée aux interactions entre ces trois dimensions

de la gouvernance. Habaieb et Albergel (2000) proposent une stratégie s'articulant autour de la recherche de ressources non conventionnelles et l'économie de l'eau.

Il est important de s'appuyer dans le cadre du processus de gestion des ressources en eau sur des cas de réussite tirés des expériences entreprises par les gouvernements locaux, la société civile ou le secteur privé (Van Ittersum et Van Steenbergen, 2003). Water-Aid (2008) pense qu'il est important de fournir des moyens aux structures locales pour mener à bien ses missions et précise qu'il faut détruire les goulots d'étranglements qui empêchent le transfert des fonds vers les unités locales. Il est nécessaire par ailleurs de définir les capacités effectives et les marges de manœuvre dont disposent les autorités urbaines pour œuvrer en matière de gestion de l'eau et de développement durable (Chaline, 2001).

Ces différentes études mettent en exergue la diversité des systèmes de gestion de l'eau, qualifient la complexité liée à leur mise en œuvre, dégagent les lacunes et contraintes, évaluent les impacts et proposent des pistes pour améliorer cette gestion. Il convient de remarquer que l'essentiel des études porte sur une échelle nationale et que très peu se consacre à la zone urbaine. Les conclusions des auteurs tendent généralement vers l'application d'une "gestion intégrée" comme étant la solution aux problèmes d'eau dans les villes des PED.

I-4.2. Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE)

De nombreux travaux motivés par le leitmotiv selon lequel la GIRE constitue le nouveau paradigme d'une gestion efficace des ressources en eau ont été développés par des chercheurs, dans différents pays.

Roche (2003) précise qu'avant d'être un problème technique, l'eau est d'abord une question sociale, politique, économique et environnementale. Il réaffirme à la suite du Partenariat Mondial de l'Eau (PME, 1999) et du Conseil Mondial de l'Eau (CME, 2000) qu'une meilleure gestion des ressources en eau et le développement des services publics d'eau et d'assainissement sont reconnus par la communauté internationale comme l'un des facteurs prioritaires du développement durable des régions. L'organisation sectorielle des institutions telle qu'elle est établie dans plusieurs PED est en contradiction avec la nature multifonctionnelle de l'eau et il s'avère urgent d'adapter les concepts et les méthodes de la GIRE comme le précisait Cap-Net - Partenariat Mondial pour l'Eau (2005). Les problèmes et les défis de l'eau sont liés et devraient donc être traités de façon holistique (UN-Water / WWAPb, 2006). Ainsi, le nouveau concept de gestion de l'eau (GIRE) qui a émergé dans les années 1970-1980 avant d'être officialisé en 1992 exige de nouveaux arbitrages, de nouveaux acteurs et de nouveaux territoires (Meublat, 2001). Il précise que le processus semble en

marche, que les politiques de l'eau sont en train de se transformer, que les décisions ne seront pas de toute façon faciles à prendre et à mettre en œuvre et que les solutions ne seront peut être pas aussi simples que le laisse supposer l'énoncé du nouveau paradigme. Affeltranger et Lasserre (2003) ont par exemple analysé le décalage entre les principes, et la mise en œuvre du recours au bassin versant, comme cadre d'intégration des projets hydrauliques et comme unité de gestion territoriale dans une étude menée dans le bassin versant du Mékong où gouvernements, agences d'aide et associations non gouvernementales mobilisent leurs efforts pour la gestion de l'eau. Au Brésil, Formiga-Johnsson (2001) a constaté qu'au bout de dix années de réforme (1990-2000), la gestion intégrée que proposait la nouvelle politique de l'eau n'était entièrement opérationnelle nulle part dans le pays. Des différents constats, Cap-Net - Partenariat Mondial pour l'Eau (2005) précise que la planification de la GIRE n'est pas un exercice linéaire. Elle est cyclique et doit être assortie d'une évaluation régulière, d'une prise en compte des progrès réalisés et d'une nouvelle planification. Dans le même ordre d'idée, Gangbazo (2004) notait déjà une année auparavant que la GIRE devrait varier selon les conditions environnementales, socio-économiques et culturelles propres à chaque région. Il précise que la GIRE est un processus à longue échéance qui demande des adaptations dans plusieurs secteurs (gouvernement, municipalités, ...).

Suivant cette logique, Van Hofwegen et *al.* (1999) proposent des modifications à apporter aux conditions-cadres institutionnelles d'un pays pour se rapprocher de l'idéal de la GIRE. Elles portent sur (1) l'analyse de la situation institutionnelle aux trois niveaux suivants : opérationnel (usages de l'eau), organisationnel (gestion de l'eau) et constitutionnel (politiques et droits) et (2) l'identification des interventions nécessaires en matière de renforcement des compétences ("capacity building"). Ainsi, la mise en œuvre de la GIRE doit s'inscrire dans trois domaines bien précis : l'environnement favorable, les rôles institutionnels et les instruments de gestion (GWP-TAC, 2000). Falkenmark (1998) observe qu'une décision relative à l'aménagement des terres est également une décision qui concerne l'eau. La planification et la gestion des terres et des ressources en eau doivent être étroitement liées ou, mieux encore, être complètement intégrées. Par ailleurs, Barraqué *et al.* (2008b) précisent que "dans les zones métropolitaines, la GIRE comprend à la fois la gestion des services d'eau et d'assainissement et celle de la ressource en eau".

Dans ce processus, la recherche est fondamentale. A ceci, Gangbazo (2004) pense que les universités doivent élaborer des programmes de formation axés sur la GIRE et développer des outils qui en faciliteront l'application. Frisch (2004) va plus loin et pense que la recherche doit encadrer totalement la GIRE. Ainsi, au stade de la planification, elle se doit selon l'auteur

d'établir en toute transparence l'ensemble des conditions sur l'état des ressources, y compris les risques associés à leur variabilité spatiale et temporelle, de mettre en évidence toutes les interactions entre les différents usages, et grâce aux possibilités offertes par des outils de simulation, de proposer aux différents acteurs des scénarios permettant à ceux-ci de s'accorder en toute connaissance de cause sur les pratiques d'usage de la ressource. Au stade de la mise en œuvre, la recherche est en mesure d'aider le processus de gouvernance à s'ajuster aux conditions environnementales, économiques, démographiques et sociétales, qui peuvent être bien différentes de celles qui prévalaient lors de la phase de planification ou de prise de décision.

Roche (2003) précise qu'il est important dans le cas de l'Afrique de faire confiance au processus en cours (application de la GIRE ; changer de rythme tout en changeant de cap) pour améliorer la gestion des ressources en eau. L'abandon, la désertion, l'inaction, le doute et l'indifférence seraient manifestement suicidaires dans ce genre de circonstance (Roche, 2003). Il est donc important de déclencher au plus vite le processus (Burton, 2003) et de le consolider comme cela a été le cas au Yémen (GWP-TEC, 2005) ou en Afrique du Sud (Moriarty *et al.*, 2007). Dans cette dynamique, la volonté politique et la rupture des logiques dominantes de la gestion urbaine (marquées par des querelles politico-partisanes et la concurrence entre les municipalités) constituent des préalables à la réussite comme cela a été le cas du "consórcio do ABC" au Brésil (Brito et Formiga-Johnsson, 209). Le "consórcio do ABC" est une structure issue de la coopération intercommunale.

Au Cameroun, en 2010, le GWP a produit en partenariat avec le Ministère de l'Eau et de l'Energie, l'état des lieux de la gestion des ressources en eau au Cameroun (MINEE-GWP, 2009a, 2009b). Le rapport établi à l'échelle du pays, s'est intéressé au cadre législatif, réglementaire et institutionnel, aux ressources en eau et au cadre social et économique de la gestion de l'eau. Kouam kenmogne *et al.* (2006) ont recensé les différents maux qui minent la gestion des ressources en eau au Cameroun et ont proposé à la lumière des données liées au contexte national, des actions à mener pour que cette gestion soit efficace et efficiente. Les auteurs ont présenté par ailleurs les atouts dont dispose le pays pour mener à bien la gestion durable de ces ressources en eau.

Les travaux consultés montrent que la pratique de la GIRE est encore à l'essai. En effet, les études réalisées se déclinent sous la forme d'articles de réflexion et peu d'études de cas s'intéressent à la gestion intégrée des ressources en eau dans les zones urbaines des PED. Peu d'études consultées ont été développées à l'échelle d'un bassin versant urbain.

I-5. ECOSANTE ET EAU DANS LES VILLES DES PED

Une étude menée au Liban s'est penchée sur les enjeux liés à l'eau, l'assainissement et les maladies d'origine hydrique dans la ville de Bebnine. Elle a permis de mettre en évidence la pollution de l'eau et de constater qu'entre autres facteurs, les perceptions sociales peuvent accroître les risques de contracter les maladies hydriques. Suite à cette étude, la municipalité a installé un poste de désinfection de l'eau dans un quartier et a élaboré une stratégie de communication visant à promouvoir la santé (CRDI, 2012).

Au Cameroun, une étude portant sur la maîtrise de l'assainissement dans le bassin versant de la Mingoa a permis de mettre en évidence un déficit des services d'assainissement, une pollution des eaux et une forte prévalence des maladies hydriques. L'étude a conduit à un changement de mentalité, au sein de la population visée, à l'égard de l'environnement, de l'élimination des déchets, ainsi que des pratiques en matière d'hygiène et d'assainissement. L'incidence de la diarrhée est passée de 44 % à 6 % et les infections parasitaires de 79 % à 50 % pour 277 enfants suivis. L'étude a également mobilisé la collectivité par la création de Comités d'Animation au Développement (CAD) des quartiers et l'exécution de campagnes d'éducation participative (Ngnikam *et al.*, 2011).

I-6. SYNTHESE DES TRAVAUX CONSULTES, ORIGINALITE ET APPORTS DE LA PRESENTE ETUDE A LA THEMATIQUE DE RECHERCHE

I-6.1. Synthèse des travaux consultés

La recherche bibliographique réalisée avait pour but d'explorer les différentes études qui ont été réalisées dans le champ de la gestion urbaine de l'eau dans les PED. Les axes répertoriés sont tout aussi variés que les mobiles qui ont gouverné les différents travaux de recherche. Loin d'être exhaustifs, les articles consultés se répartissent variablement dans les différentes thématiques abordées (Tab. 1).

Les documents ont été consultés dans les bibliothèques des universités (Liège, Yaoundé, ...) et des centres de recherche (Institut de recherche pour le Développement, ...). D'autres documents ont été acquis en ligne (sur le site de l'Université de Liège par exemple) en tapant des phrases contenant des mots clés : "gestion urbaine des ressources en eau pays en développement", "pollution de l'eau dans les villes des PED", "urbanisation et gestion de l'eau", ... Des périodiques ont été également consultés.

Tabl. 1 : Synthèse des travaux consultés traitant des questions relatives à la gestion urbaine des ressources en eau dans les PED

Problématique générale	Aspect étudié	Volet de base	Nombre total des articles sur les PED	Nombre total d'articles sur le Cameroun	Nombre de rapports	Principales leçons à tirer	Observation générale
Gestion urbaine des ressources en eau dans les PED	Institutionnel, législatif et réglementaire	Institutionnel	5	2	1	Caractérisation des acteurs	Inadéquation du cadre institutionnel
		Légal	4	-	-	Lois propres à chaque pays	Portée des lois; non respect des lois
		Réglementaire	-	-	-	Cadre variable suivant les pays	Faiblesse du cadre réglementaire
	Technique	Eau potable, assainissement et impacts induits	43	13	5	Enjeu majeur dans les villes des PED	Differentes approches suivant les travaux de recherche
		Hydrogéochimie, pollution de l'eau et impacts induits	52	20	4	Bonne qualité physico-chimique des eaux; Prépondérance de la pollution organique, bactériologique et parasitologique des eaux dans les villes des PED	Nombre important d'études développées sur la question de la pollution des eaux dans les villes des PED
	Socio-économique et usages de l'eau	Social	6	-	1	Mise en avant des interactions entre les acteurs dans le cadre de la gestion de l'eau	Présentation des jeux de rôle des parties prenantes et précisions des lacunes enregistrées sur le terrain
		Economique	6	-	-	Analyse et évaluation du PPP Estimation des coûts liés au service de gestion de l'eau	Dualité entre eau comme droit et eau comme bien économique
	Pratiques de gestion	Gestion des ressources en eau	20	-	4	La gestion actuelle n'est pas efficace et mérite d'être améliorée	Pas de modèle standard de gestion des ressources en eau; Variable d'un contexte et d'un pays à l'autre
		Gestion intégrée des ressources en eau	17	2	1	Processus à l'essai dans plusieurs PED	Peu de travaux développés suivant cet axe dans les villes des PED
		Ecosanté et eau en milieu urbain	1	1	-	Processus à l'essai dans plusieurs écosystèmes urbains dans les PED	Peu de travaux ont été développés sur l'ECOSANTE et la gestion de l'eau en milieu urbain
Total des articles consultés			154	38	16	-	-

I-6.2. Originalité et apports de la présente étude

Les travaux consultés laissent apparaître un traitement sectoriel de la problématique de la gestion urbaine des ressources en eau dans les PED. En effet, plusieurs études, guidées généralement par la discipline de base du chercheur principal se sont focalisées sur l'un des aspects de la problématique de la gestion urbaine de l'eau dans les PED. Quelques travaux ont néanmoins été développés suivant une approche holistique. A cela, il est opportun de préciser que très peu d'études ont conforté leur méthodologie dans les approches combinées de la GIRE et de l'ECOSANTE. En effet, les travaux alliant les différentes facettes (pollution, accès à l'eau potable et à l'assainissement, ...) de la gestion des ressources en eau dans un bassin versant où l'urbain côtoie le périurbain n'ont pas été mis en exergue dans les études que nous avons eu à consulter. Par ailleurs, peu d'études se sont penchées sur le développement de stratégies visant à gérer rationnellement l'eau dans les villes des PED.

Notre étude intègre dans son approche et dans sa réalisation, les différentes lacunes ainsi relevées. Elle se singularise à ce propos par sa méthodologie qui puise dans les approches GIRE et ECOSANTE, l'essentiel qui gouverne une approche holistique où s'imbrique de façon ordonnée et explicative des données issues de disciplines connexes (hydrogéologie, sciences environnementales, ...) ceci à l'échelle d'un écosystème urbain (bassin versant) en proie à de profondes mutations (démographiques, spatiales, ...). Bien plus, ce travail de recherche s'est conforté dans sa construction scientifique de l'avenant social à travers la participation des différents acteurs et le "rendu" qui épouse parfaitement le contexte du milieu. Ce travail de recherche démontre sur la base de la mise en lien de diverses données que les lacunes managériales observées par rapport aux ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué ont des ancrages dans une combinaison multifactorielle et qu'il est possible malgré la complexité de la situation d'inverser la tendance. En d'autres termes, l'originalité de ce travail réside dans sa capacité à décrypter la gestion actuelle de l'eau dans une zone urbaine d'un PED pour en dégager d'une part les éléments qui la gouverne et d'autre part rechercher des stratégies pour la rendre rationnelle. Autre spécificité, ce travail se distingue à travers sa démarche prospective, tournée vers le développement de scénarios pour mieux gérer l'eau dans les villes des PED, entités soumises à de nombreuses contraintes. Cette étude est d'autant plus intéressante et originale qu'elle se trouve à la croisée des chemins entre l'évolution effrénée des villes des PED et les questions se rapportant à l'environnement, la santé et le développement durable. Elle se trouve donc au centre des préoccupations relevant de l'urbanisation, de la gestion de l'écosystème, de la société et de la santé.

CONCLUSION

Les travaux consultés (environ 208 documents) sont assez diversifiés et abordent une pluralité de sujets (accès à l'eau potable et à l'assainissement, pollution de l'eau et impacts induits, GIRE, ...).

Ces différents travaux mettent en exergue les lacunes, contraintes et défis qui se posent à la gestion urbaine de l'eau dans les PED (inadaptation du cadre législatif, réglementaire et institutionnel, faible taux d'accès à l'eau potable et à l'assainissement, pollution des eaux, ...). Ainsi, les villes des PED constituent dans leur grande majorité de part ces différentes lacunes, un laboratoire grandeur nature des problèmes de gestion des ressources en eau. Quelques études et rapports ont cependant présenté des "success stories" comme étant des référents sur lesquels on pourrait s'appuyer pour implémenter une bonne gestion de l'eau dans les villes des PED. Des contraintes politiques, économiques, socio-culturelles risquent cependant de mettre à mal leur mise en œuvre.

De ces études, il ressort qu'aucune à notre connaissance n'a été développée sur la problématique de la gestion urbaine de l'eau suivant une vision holistique, combinant des approches GIRE et ECOSANTE dans un bassin versant d'un PED. La présente étude intègre ces différents aspects et propose par ailleurs des stratégies pour améliorer la gestion. Ce processus n'est pas linéaire et se pose différemment dans chacune des zones urbaines où elle est appliquée. Il est donc essentiel de connaître les différentes caractéristiques (géographiques, socio-culturelles, ...) de la zone urbaine concernée. Le chapitre suivant fait à ce propos une brève description des généralités du bassin versant de l'Abiergué, zone d'étude du présent travail de recherche.

CHAPITRE II : CADRE PHYSIQUE ET SOCIO-ECONOMIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE

INTRODUCTION

Le bassin versant constitue selon le Global Water Partnership (Global Water Partnership-GWP, 2000), le lieu par excellence où doivent se concrétiser tous les programmes de développement et de gestion durable des ressources en eau, ceci en conformité avec le nouveau paradigme de gestion des ressources en eau que représente la GIRE. S'appuyant sur ce postulat, le bassin versant de l'Abiergué (Yaoundé-Cameroun) a été choisi comme lieu d'implémentation de ce travail de recherche. Quels sont les critères de choix de ce bassin versant? Quelles sont les caractéristiques naturelles de ce bassin versant?

Le présent chapitre répond à ces différentes interrogations à travers la présentation des critères justifiant notre choix et par une description détaillée du cadre naturel du bassin versant de l'Abiergué. La présentation des données historiques, géographiques, climatiques et géologiques intrinsèques à cette unité spatiale constitue la trame de ce chapitre.

II-1. CRITÈRES DE CHOIX DU BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE

Le bassin versant de l'Abiergué concentre un grand nombre d'éléments nécessaires pour des travaux de recherche axés sur la gestion urbaine des ressources en eau dans les PED. Sa position géographique incluant une zone urbaine et périurbaine et sa configuration urbanistique (juxtaposition de quartiers structurés et spontanés) reflétant à une échelle réduite et à quelques exceptions près celle de l'ensemble de la ville de Yaoundé ont motivé notre choix pour ce bassin versant. D'autres mobiles ont conforté notre choix pour ce bassin versant : occupation anarchique des sols, hétérogénéité d'une population en nette croissance, proximité entre les latrines et puits, plaintes des populations face aux problèmes d'accès à l'eau potable et à l'assainissement, foisonnement de puits et de sources, absence de dispositifs efficaces d'assainissement, forte pression sur les ressources en eau, présence de trois collectivités territoriales décentralisées et la récurrence des inondations. Le bassin versant de l'Abiergué offre donc à travers ces différentes caractéristiques un terrain d'analyse privilégié pour d'une part comprendre les différents enjeux liés à la gestion actuelle des ressources en eau dans les zones urbaines des PED et d'autre part développer des stratégies pour améliorer cette gestion.

II-2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

Situé entièrement dans la ville de Yaoundé (capitale politique et siège des institutions du Cameroun), le bassin versant de l'Abiergué est compris entre $3^{\circ}51'53''$ et $3^{\circ}53'30''$ de latitude Nord et entre $11^{\circ}27'15''$ et $11^{\circ}30'0''$ de longitude Est (Fig. 3). Sa superficie est de $10,45 \text{ km}^2$. Suivant le découpage administratif de Janvier 2008, le bassin versant de l'Abiergué est situé à cheval entre les arrondissements de Yaoundé II, VI et VII, Département du Mfoundi, Région du Centre.

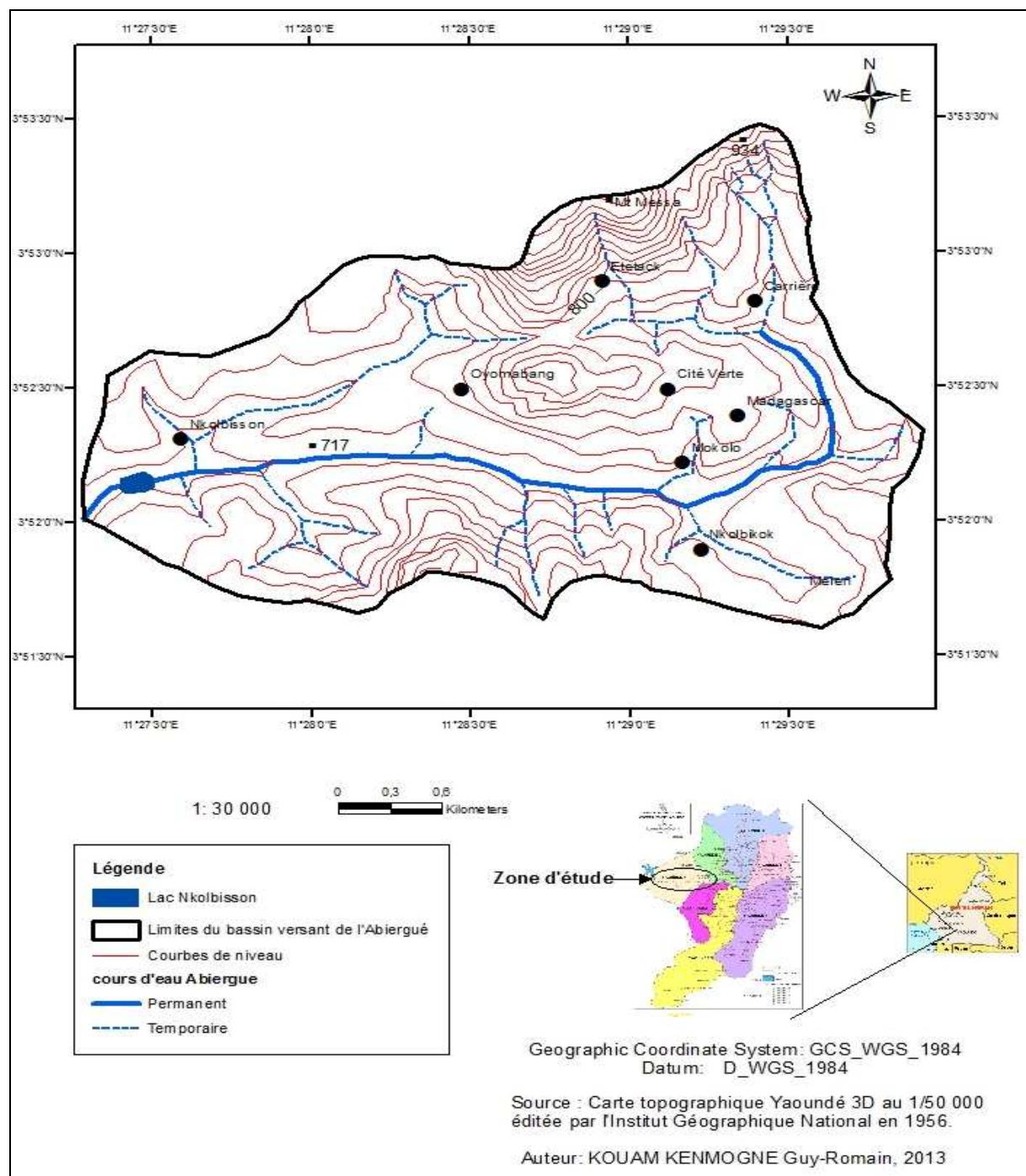


Fig. 3 : Carte de localisation du bassin versant de l'Abiergué

II-3. EVOLUTION DU BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE DE 1889 A 2012

L'histoire du bassin versant de l'Abiergué est intimement liée à celle de la ville de Yaoundé.

Yaoundé a été fondée par les Allemands en 1889 (Bopda, 2003; Franqueville, 1984). Ces derniers ont été accueillis par des clans Ewondo et Bané qui l'occupaient déjà, en ordre lâche (Franqueville, 1984). De nombreux noms de quartiers font encore référence à ces lignages autochtones de l'époque : Mvog Mbi, Mvog Betsi, Mvog Ada, Nkol Ndongo, etc. Les Français qui remplacèrent les Allemands à Yaoundé en 1916 vont s'y établir jusqu'en 1959, année précédant l'indépendance du Cameroun acquise en 1960. La ville qu'occupèrent les Français après le départ des Allemands était encore modeste, puisqu'un premier recensement effectué en 1926 la créditait de moins de 6 000 habitants (Franqueville, 1984).

La ville de Yaoundé va se développer suivant un schéma ségrégatif en se basant sur l'occupation des points stratégiques (collines) par les colons (Fig. 4).

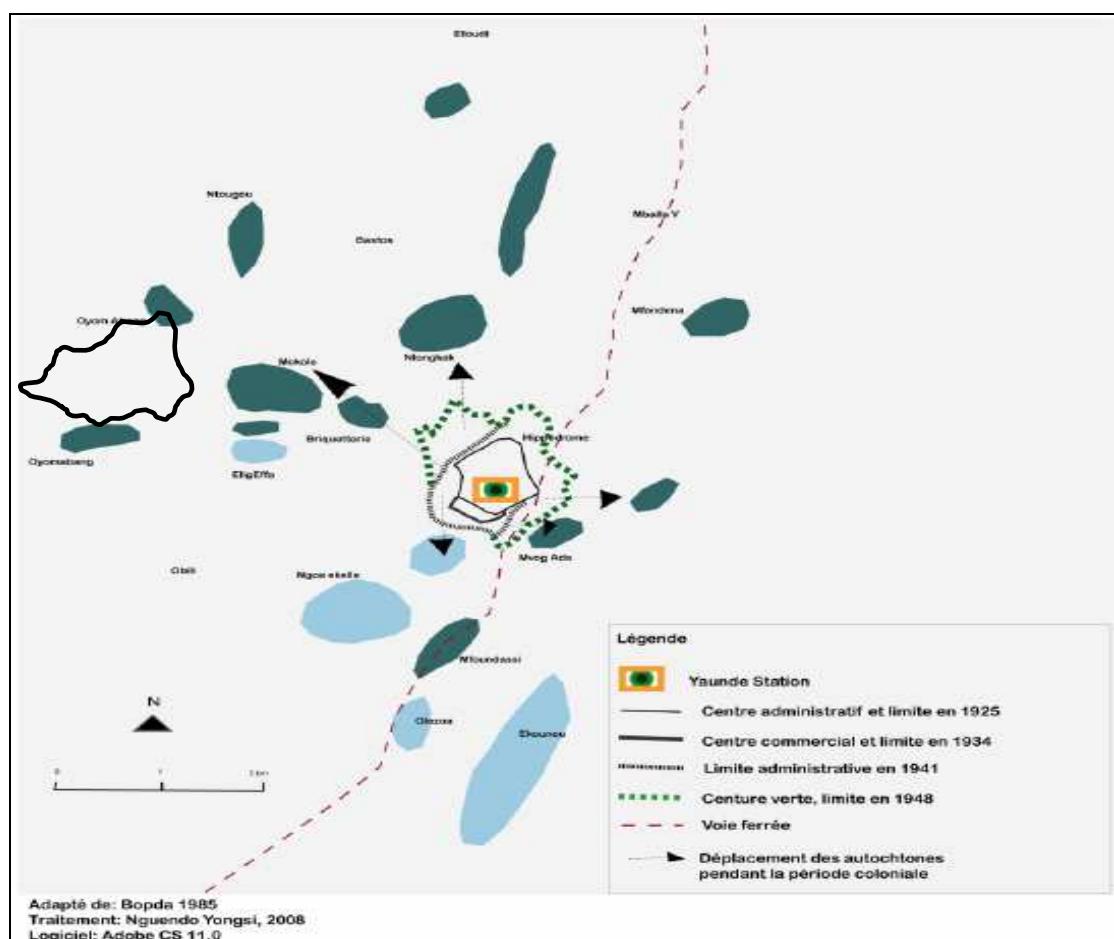


Fig. 4 : Urbanisme ségrégatif de Yaoundé pendant la période coloniale (Nguendo Yongsi, 2008)

Ainsi, suivant cet urbanisme "collinaire", l'administration s'installa au centre ville, les militaires au Nord-est et au Sud, les policiers au Nord-Ouest (Ecole de police) et les

missionnaires à Mvolyé (Catholiques) et à Etoa Méki (Presbytériens). Cette répartition stricte en quartiers fonctionnels s'opéra par appropriation de terrains appartenant aux autochtones qui durent quitter le centre ville ou les terrains viabilisables qu'ils occupaient pour s'installer dans des zones non aedificandi (bas-fonds, terrains à fortes pentes). C'est ainsi que se sont mis en place les quartiers spontanés, héritage de l'époque coloniale qui s'est amplifié après les indépendances à cause de "l'inertie" des autorités locales, de la précarité économique des populations et de la dualité du système foncier (Kouam Kenmogne *et al.* 2013; Nguendo Yongsi, 2008). A cela, il convient de préciser qu'il n'y a pas eu de réelle transition du rural vers l'urbain (Bopda, 1997). On a assisté à la ruralisation de l'espace urbain qui a favorisé selon Olemba (2010), le développement d'un paysage urbain très original marqué par un mode d'appropriation de l'espace propice à l'émergence de l'insalubrité. Dans cette dynamique d'occupation de l'espace, les néo-urbains venus des autres régions du pays s'installèrent préférentiellement dès leur arrivée dans des quartiers (souvent périphériques) majoritairement habités par des individus issus de la même ethnie qu'eux. Par la suite, ces derniers vont se redéployer ou non vers d'autres quartiers de la ville de Yaoundé, les zones péricentrales fonctionnant ainsi comme des points d'accueil et des pivots pour les redistributions ultérieures des nouveaux arrivés (Bopda, 2003). Yaoundé se présente ainsi comme une "centrifugeuse" caractérisée par les mobilités différencierées des néo urbains et des citadins (Bopda, 2003).

La ville va s'étendre progressivement (Fig. 5) et l'on va assister à la colonisation des zones telles que la Carrière (Messa Meva'a), Mbankolo, Cité-Verte, Oyomabang, Madagascar, Mokolo, Mvogt Betsi, Nkolbikok et Nkolbisson qui constituent les principaux quartiers du bassin versant de l'Abiergué.

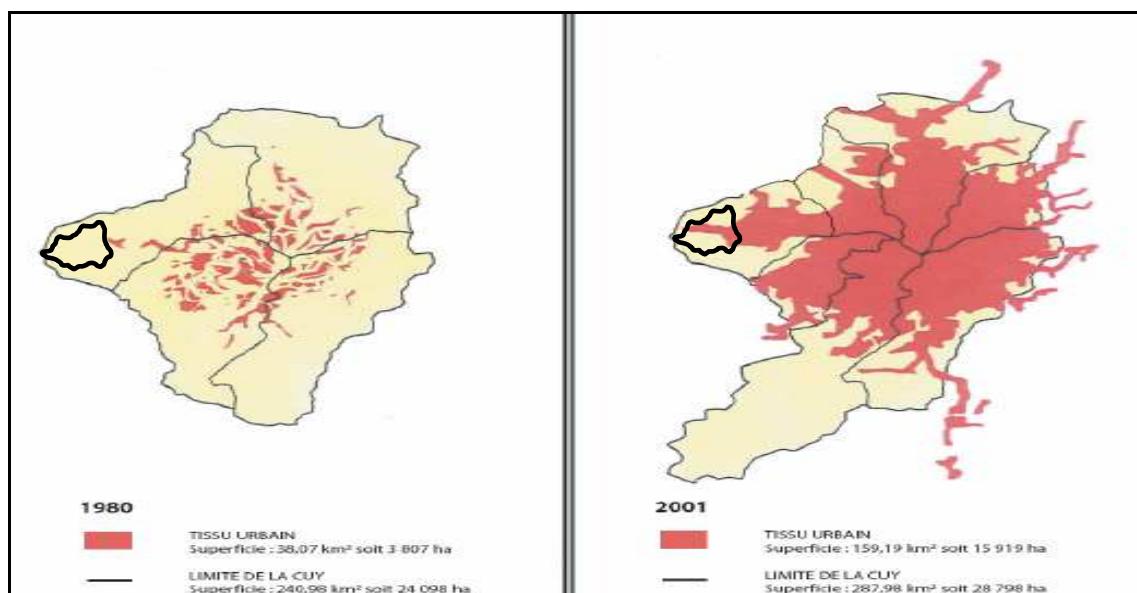


Fig. 5 : Evolution de l'espace urbain de Yaoundé de 1980 à 2002 (Essi Ntouumba, 2009)

II-4. GEOMORPHOLOGIE

Le bassin versant de l'Abiergué appartient au plateau du Sud-Cameroun qui constitue la plus vaste unité de relief du pays (Santoir et Bopda, 1995). Il est constitué par un modèle avec des interfluves relativement peu étendus de l'ordre du kilomètre en forme de "demi-orange" caractéristique des régions à climat tropical humide et équatorial. Le bassin versant de l'Abiergué a grossièrement la forme plus ou moins complète d'un triangle et draine deux surfaces principales : une surface d'interfluves et une surface de bas-fond marécageux qui s'étale de Messa Meva'a à Nkolbisson en passant par Nkolbikok, Madagascar et Oyomabang (Fig. 6).

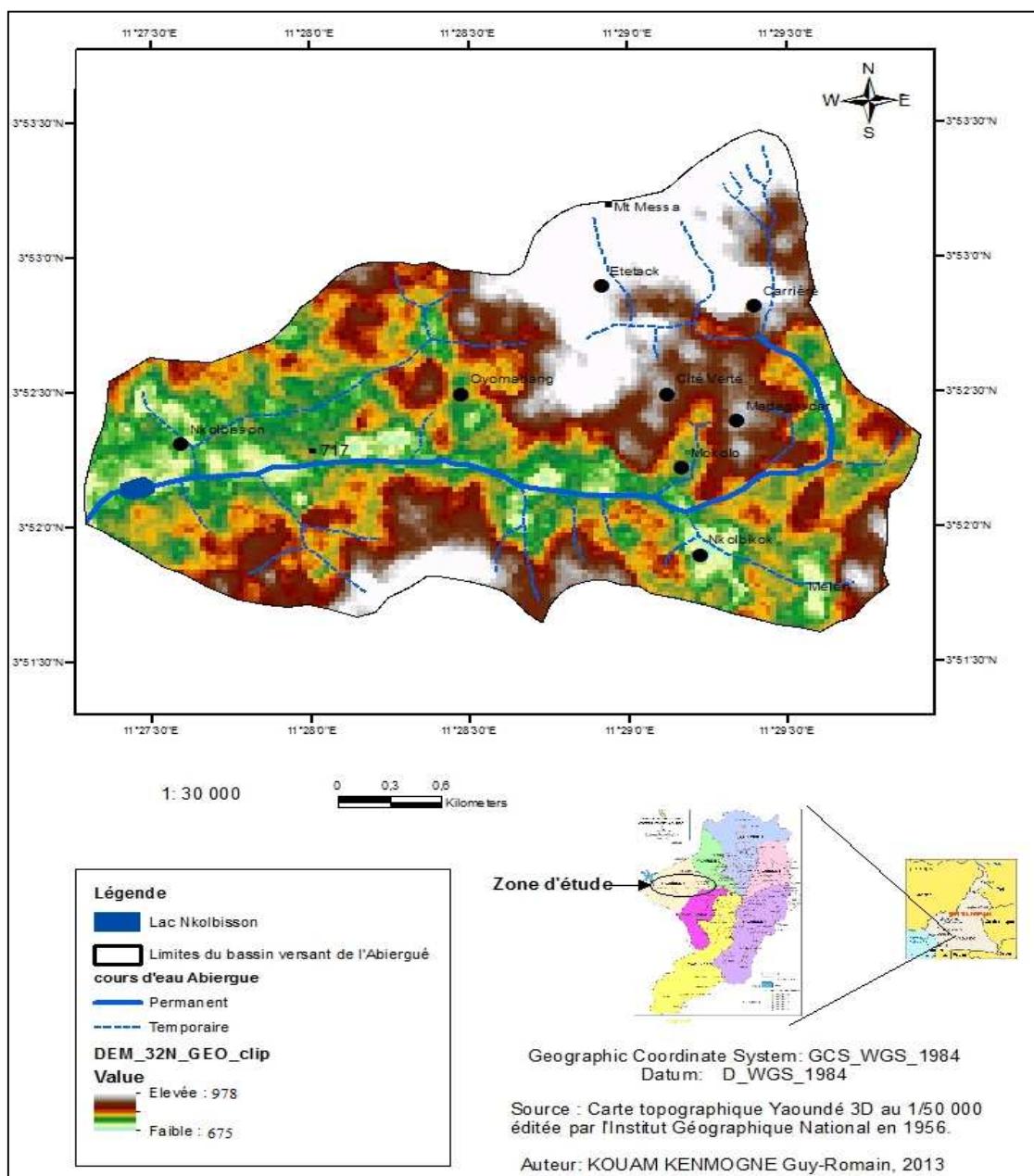


Fig. 6 : Modèle Numérique de Terrain du bassin versant de l'Abiergué

Les pentes des versants sont faibles à moyennes (0-15%). La classe comprenant les pourcentages compris entre 0 et 4% est la plus représentée.

Sur la base du Modèle Numérique de Terrain (MNT), une courbe hypsométrique (Fig. 7) a été générée.

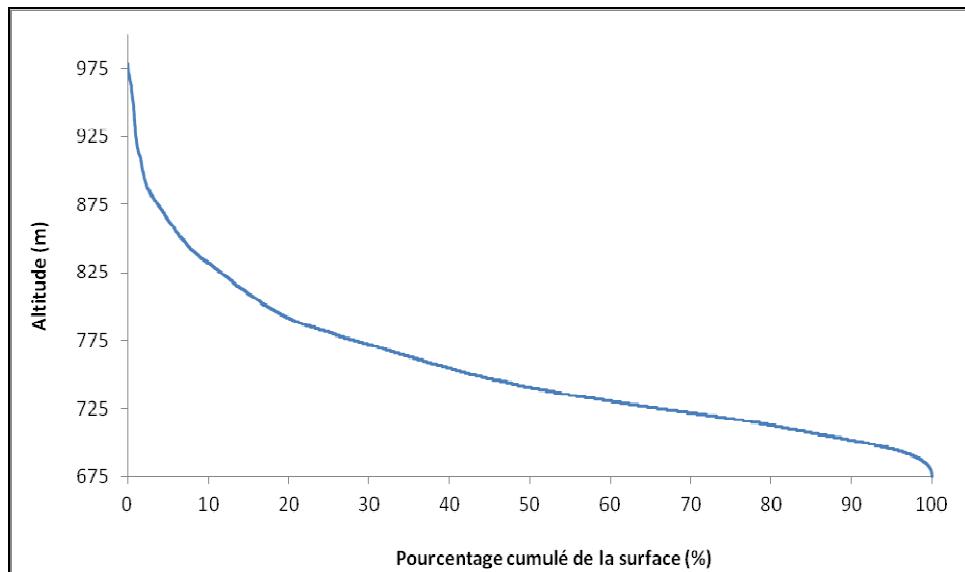


Fig. 7 : Courbe hypsométrique du bassin versant de l'Abiergué

De cette courbe hypsométrique, les caractéristiques suivantes ont été déterminées :

- ◆ l'altitude maximale s'élève à 978 m et l'altitude minimale est de 675 m ;
- ◆ l'altitude médiane correspondant à l'abscisse 50% est de 741 m ;
- ◆ l'altitude moyenne est de 747,88 m avec un écart type de 49,25 ;

Les paramètres géométriques du bassin versant de l'Abiergué sont consignés dans le tableau suivant :

Tabl. 2 : Paramètres géométriques du bassin versant de l'Abiergué

Aire (km ²)	Périmètre (km)	Indice de compacité de Gravelius (K _G)	Longueur du rectangle équivalent (km)	Largeur du rectangle équivalent (km)
10,45	14,43	1,24	5,11	2,04

II-5. GEOLOGIE

Le bassin versant de l'Abiergué appartient au domaine Sud-Cameroun de la chaîne panafricaine Nord-Equatoriale au Cameroun (Mvondo *et al.*, 2003; Mvondo 2003; Toteu *et al.*, 2001; Ngnotue *et al.*, 2000; Nzenti *et al.*, 1988; Nzenti, 1987; Fig. 8).

La géodynamique de ce domaine est caractérisée par une évolution polyphasée et polycyclique marquée par trois phases de déformation :

- une phase D_1 précoce associée à un métamorphisme de faciès granulite daté de 630- 620 Ma (âge U-Pb sur Zircon) ;

- une phase D_2 synchrone d'une migmatisation intense et d'une granitisation associée à un métamorphisme de faciès amphibolite (600°C, 5-7 Kb) et schistes verts (550°C, 5Kb). Cette phase est datée à 600-580 Ma (âge U-Pb sur Zircon) ;

- une phase D_3 responsable des décrochements dextres E-W et des plis d'entraînement E-W à N-S.

Les roches du bassin versant de l'Abiergué appartiennent à l'unité méta-sédimentaire (faciès para-dérivé) de la série de Yaoundé. Ce sont des gneiss à deux micas, à grenat et à disthène qui affleurent en boules, blocs et dalles dans le lit du cours d'eau, au sommet et sur les flancs des collines (Fig. 9a et 9b).

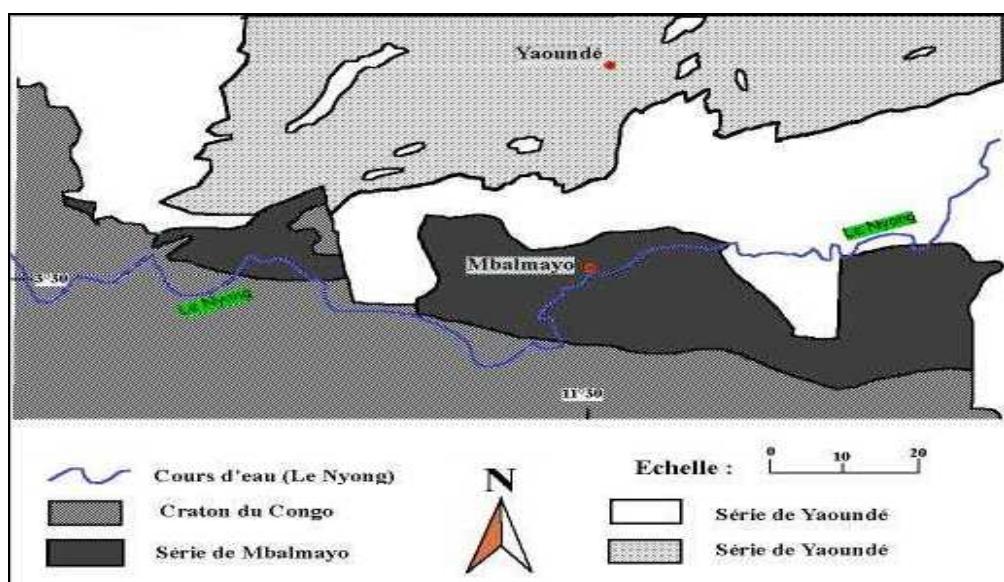


Fig. 8 : Carte géologique simplifiée de la zone de Yaoundé (Nzenti *et al.*, 1988)

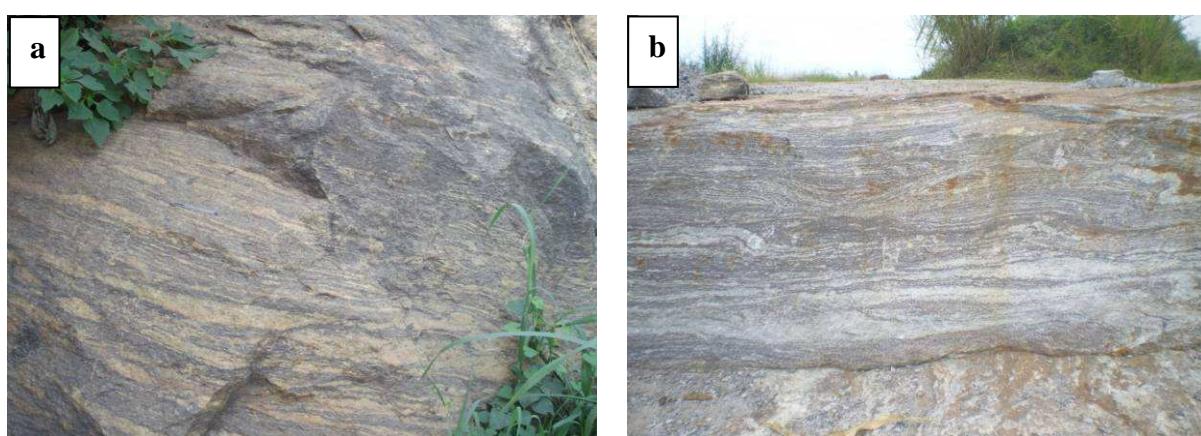


Fig. 9a et 9b : Gneiss affleurant en blocs et en dalles dans le bassin versant de l'Abiergué

II-6. SOLS

Le bassin versant de l'Abiergué est marqué par trois types de sols (Ekodeck et Kamgang Beyala, 2002; Temgoua et al., 2000; Oguene Malla, 1993; Yongue-Fouateu, 1986) :

- ❖ Les sols ferrallitiques rouges, très épais (20-30m) et plus abondants, sont localisés sur les sommets des interfluves. Ils se développent sur des roches gneissiques (Fig. 10) ;
- ❖ Les sols ferrallitiques jaunes, développés également sur les roches gneissiques sont localisés dans les bas-fonds à large vallée et pentes adoucies.
- ❖ Les sols hydromorphes tapisse les vallées. Leur matrice est argileuse.

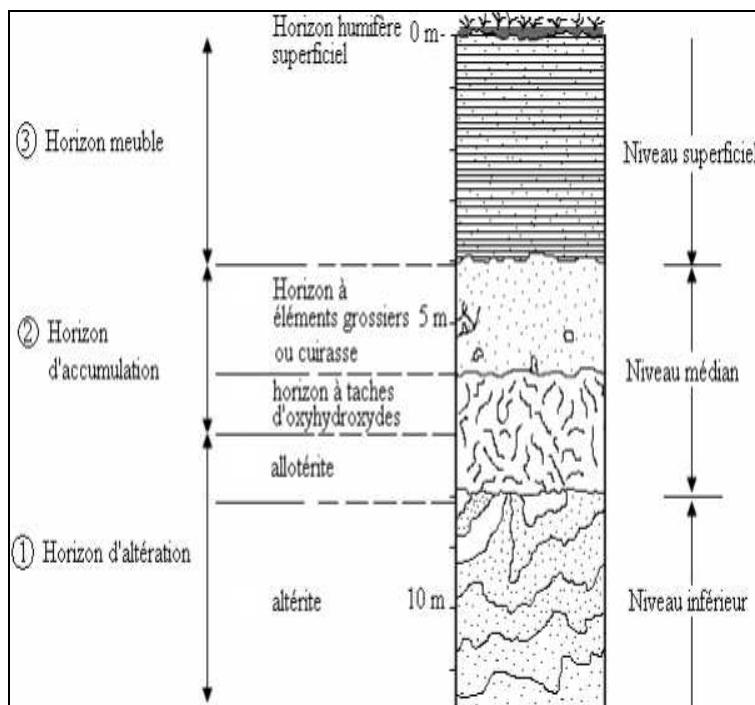


Fig. 10 : Exemple type de profil d'altération différencié de la région de Yaoundé (Ekodeck et Kamgang Beyala, 2002)

II-7. ENVIRONNEMENT PHYTOGEOGRAPHIQUE

Le bassin de l'Abiergué appartient au domaine de la forêt dense humide (Centre Commun de Recherche, 2003). L'abondance des *Celtis*, *Sterculiacées* et *Ulmacées* caractérise cette forêt. Les raphias et les *Pandanus candelabrum* sont généralement observés dans les bas-fonds (Letouzey, 1986).

Cette végétation originelle a été détruite pour les besoins d'extension de la ville. En effet, la forêt a totalement disparu sous l'effet de l'action anthropique à la faveur de l'expansion de la ville. Des reliques de forêts sont encore observables dans certaines parties hautes du bassin versant de l'Abiergué (Fig. 11). Des espèces plantées par l'homme que sont *Eucalyptus grandis* (eucalyptus, Fig. 12), *Elaeis guineensis* (palmier à huile), *Mangifera*

indica (manguier), *Psidium guayava* (goyavier), *Carica papaya* (papayer), *Persea americana* (avocatier),... sont disséminées dans l'espace du bassin versant de l'Abiergué.



Fig. 11 : Arbres fruitiers et reliques de forêt en arrière plan



Fig. 12 : Plants d'*Eucalyptus grandis* dans un bas-fond en contrebas de la Cité-Verte

II-8. HYDROGRAPHIE

La ville de Yaoundé compte environ 25 sous-bassins dans son périmètre (Fig. 13). La Mefou, le Mfoundi, et l'Anga'a sont les trois principaux cours d'eau qui drainent l'ensemble des eaux de la ville de Yaoundé. L'Abiergué est un affluent de la Mefou, elle-même tributaire du Nyong qui est l'un des fleuves côtiers camerounais. L'ensemble du réseau hydrographique du bassin versant de l'Abiergué est de type dendritique (Fig. 14). Il est traversé par de nombreux cours d'eau de faible débit alimentés par de nombreuses sources qui sourdent sur les flancs de montagnes. Le sens d'écoulement du collecteur principal est de l'Est vers l'Ouest. La longueur du collecteur principal est de 6,8 km. Un lac de retenue a été réalisé sur le cours de l'Abiergué dans la zone de Nkolbisson. Les débits mesurés à Nkolbisson à l'entrée du lac par nos soins varient en fonction des saisons (1 à 1,2 m³/s en saison sèche et entre 1,7 à 2,2 m³/s en saison humide). Les jaugeages effectués par le Centre de Recherches Hydrologiques (CRH) de Yaoundé à la date du 10/10/2012 ont donné un débit moyen de 4,14 m³/s (Djomou Bopda, 2012 ; communication personnelle).

En l'absence de station de mesure hydrométrique, il n'existe pas de données en continu des débits de l'Abiergué.

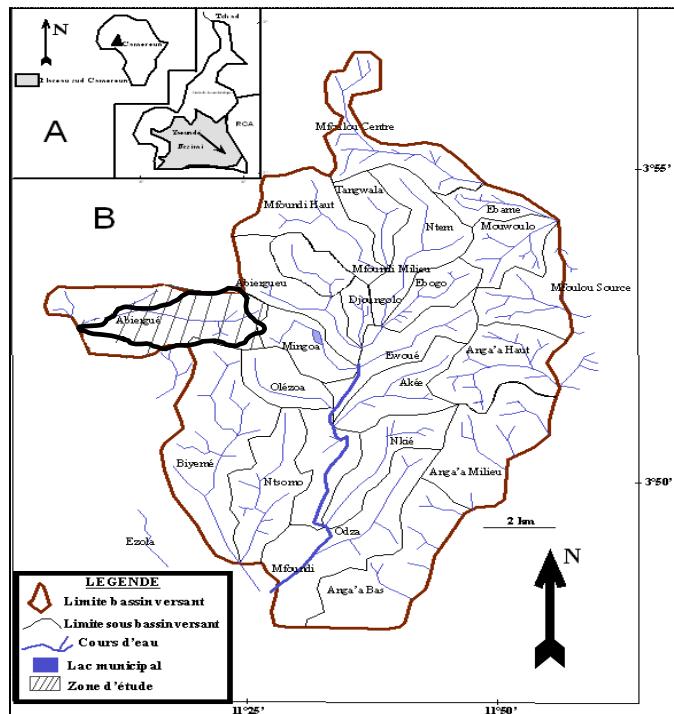


Fig. 13 : Localisation du bassin versant de l'Abiergué dans le réseau hydrographique de Yaoundé

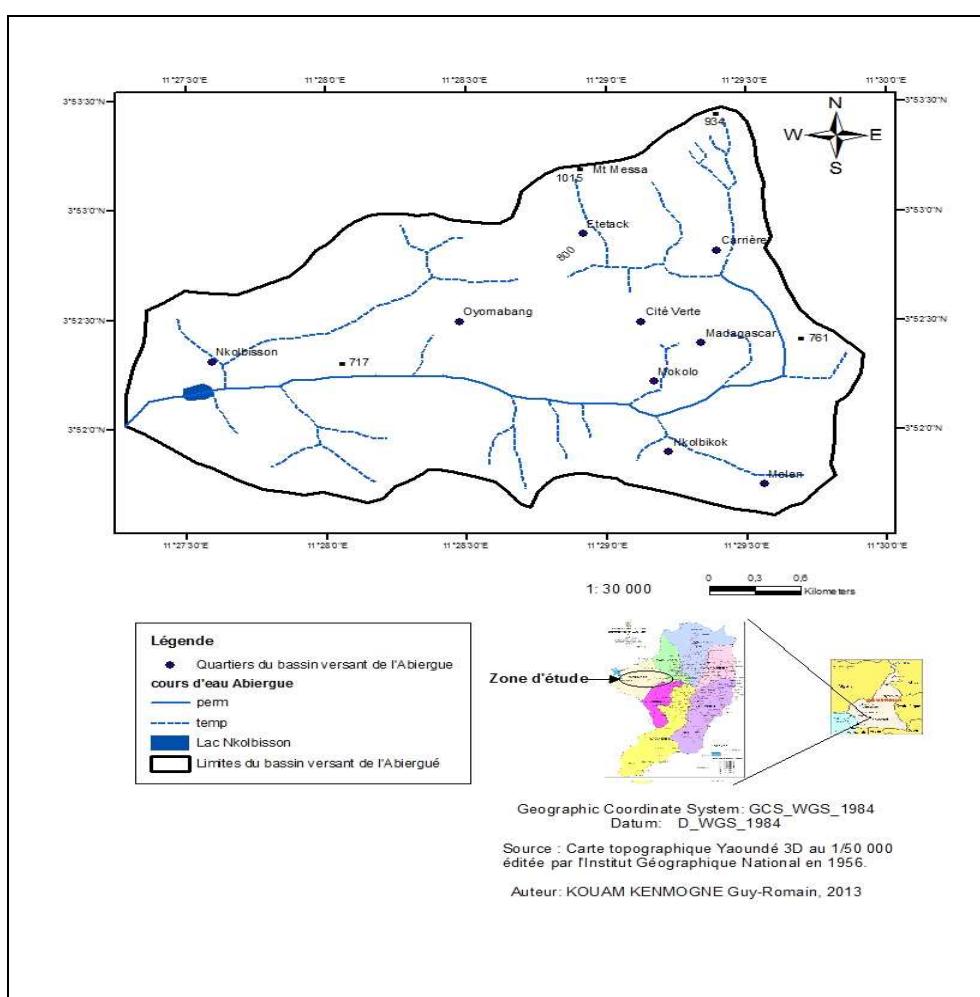


Fig. 14 : Réseau hydrographique du bassin versant de l'Abiergué

II-9. HYDROGEOLOGIE

La zone d'étude se situe dans un aquifère discontinu. L'eau souterraine est essentiellement produite au sein d'un réseau de diaclases et de fractures plus ou moins connectées entre elles. Les conductivités hydrauliques équivalentes des aquifères superficielles sont comprises entre $1,1 \times 10^{-3}$ m/s à $3,1 \times 10^{-7}$ m/s (Tabué *et al.*, 2010; Kuaté, 2008; Kalla Mpakko, 2007; Djeuda Tchapnga *et al.*, 1998). Le prélèvement de cette nappe se fait essentiellement par l'intermédiaire des puits simples et des sources. Ainsi l'on exploite surtout la nappe libre dont le toit se trouve selon les endroits entre 1 et 15 m à partir du niveau du sol. Ces nappes sont hydrauliquement liées aux écoulements de surface. Sur le terrain, une baisse généralisée des niveaux piézométriques est observée dans les puits mais elle n'aboutit pas au tarissement (Tanawa *et al.*, 2000). Les épaisseurs altérées qui couvrent la zone assurent de par leurs porosités élevées, une régulation des stocks hydriques.

Les forages sont rares dans le bassin versant de l'Abiergué. A l'échelle de Yaoundé et de ses environs, 66,6% des débits fournis par les forages sont compris entre 0 et 10 m³/h et 33,3% ont des débits supérieurs à 20 m³/h (Ngnikam *et al.*, 2011).

II-10. CLIMAT

Le bassin versant de l'Abiergué est soumis à un climat équatorial de type guinéen (Annexe 1) à quatre saisons d'inégale importance avec deux maxima et deux minima bien marqués (Olivry, 1986; Suchel, 1987) : une petite saison pluvieuse de mi-mars à juin ; une petite saison sèche de juillet à mi-août ; une grande saison pluvieuse de mi-août à mi-novembre et une grande saison sèche de mi-novembre à mi-mars. Ce climat résulte globalement de la circulation des masses d'air atmosphérique qui migre de l'équateur vers les pôles et vice-versa, sous l'impulsion des vents appelés alizés.

Les températures moyennes mensuelles interannuelles (Annexe 1) sont comprises entre 22,4°C et 25,7°C. Elles varient très peu autour de 24°C avec une amplitude thermique annuelle évaluée à 3,3°C. La pluviométrie moyenne interannuelle (Annexe 1) pour la période de 1984 à 2012 est de 1629 mm. Le régime pluviométrique est de type bimodal (Fig. 15). L'insolation se situe entre 1500 et 1750 heures dans le Sud-Cameroun avec une moyenne annuelle estimée à 1625 heures (Olivry, 1986). Elle est maximale en Janvier et minimale en Juillet. Les valeurs de l'humidité relative moyenne pour la période allant de 1984 à 2012 (Annexe 1) varient entre 62% (Février) et 85% (Juillet). L'évapotranspiration potentielle moyenne mensuelle mesurée de 1984 à 2012 (Annexe 1) est comprise entre 82 mm et 113,2 mm. Les valeurs maximales sont observées pendant les mois de grande saison sèche

(Décembre, Janvier et Février) et les minimales pendant le mois de Juin. La valeur de la lame d'eau ruisselée est de 348 mm (Olivry, 1986).

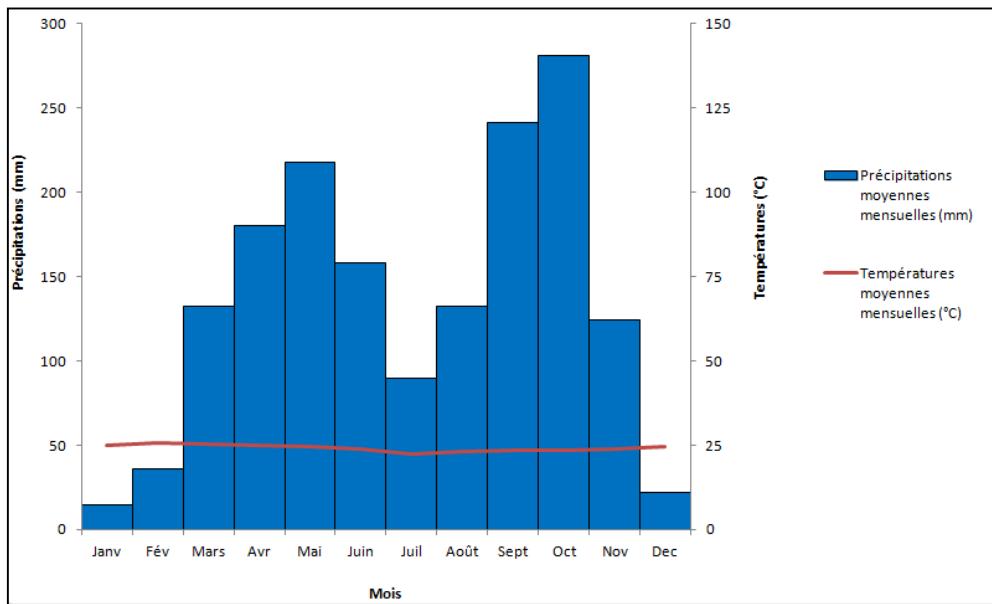


Fig. 15 : Courbe ombrothermique de Yaoundé de la période de 1984 à 2012 (Source : Par nos soins à partir des données issues de la Station Météorologique de Yaoundé)

Les termes du bilan hydrologique que sont le ruissellement (R), l'évapotranspiration (E), l'infiltration (I) et les précipitations (P) pour la période allant de 1984 à 2012 pour le bassin versant de l'Abiergué se présentent ainsi qu'il suit :

$$P = 1629 \text{ mm} \quad E = 948 \text{ mm} \quad R = 348 \text{ mm}$$

Ceci revient à calculer l'infiltration (I) par la formule :

$$I = P - E - R \quad (1)$$

$$\text{En application numérique, } I = 1629 - 948 - 348 = 333 \text{ mm}$$

En considérant le bilan hydrologique, nous constatons une infiltration de la lame d'eau de l'ordre de 20,4 % pour une hauteur d'eau précipitée de 1629 mm. La quantité d'eau restante s'est évaporée (58,2 %) ou a ruisselé (21,4 %).

Pendant les mois de Mars, Avril, Mai, Juin, les précipitations sont supérieures à l'évapotranspiration potentielle (ETP). Les nappes se rechargent et l'excédent des pluies s'écoule vers l'exutoire.

Le mois de Juillet est marqué par la baisse considérable des précipitations. L'évapotranspiration se fait sur une grande partie des précipitations et sur la réserve du sol. Les réserves de la nappe baissent.

Le mois d'Août connaît une nette augmentation de la pluviométrie par rapport à l'évapotranspiration potentielle (ETP). Les réserves se constituent pendant cette période jusqu'au mois d'Octobre. Au mois de Novembre, les réserves baissent à nouveau. Cette période correspond à la grande saison sèche qui s'étale de Novembre à la mi-Mars. Ainsi, les nappes se rechargent de Mars à Mai et se vidangent de Novembre à Février.

II-11. POPULATIONS ET ACTIVITES HUMAINES

Le taux annuel de croissance démographique de la ville de Yaoundé a été évalué à 2,8% entre 1985 et 2005 et à 2,6% entre 2005 et 2010 (République du Cameroun, 2010). Le taux d'urbanisation de la Région du Centre est de 74,8% (République du Cameroun, 2010). La forte croissance démographique de Yaoundé s'accompagne d'une densification de l'occupation des terres qui est passée de 3800 ha en 1973 (Sietchiping, 2003) à environ 18 000 ha en 2008 (ONU-Habitat, 2007b; Essi Ntoumba, 2009). Cette croissance urbaine se manifeste dans le cas spécifique du bassin versant de l'Abiergué par la densification des quartiers existants (Etetack, Oyomabang, Carrière, Mokolo, Nkolbikok) et la conquête des espaces péri-urbains (Nkolbisson, Oyomabang).

Le bassin versant de l'Abiergué présente dans sa partie urbaine une structure à deux ensembles que sont la zone planifiée (Cité-Verte, une partie de Nkolbisson et d'Oyomabang) et la zone non planifiée constituée de quartiers spontanés (Etetack, Nkolbikok, Mokolo, Carrière, Madagascar). Ces quartiers spontanés sont de véritables labyrinthes où l'occupation du sol est non seulement anarchique mais quasi saturée. ONU-Habitat (2007b) évalue à 67% la proportion de la population vivant dans les bidonvilles au Cameroun. La population du bassin versant de l'Abiergué est estimée à environ 218 000 habitants, soit une densité moyenne de 20861 habitants au km². Elle est plus élevée que celle de l'ensemble de la ville de Yaoundé qui est évaluée à 5691 habitant/km² (République du Cameroun, 2010).

Le contexte social du bassin versant de l'Abiergué est caractérisé par une croissance démographique forte marquée par une baisse du taux de mortalité, une natalité importante et un nombre élevé de nouveaux arrivants dû à l'exode rural. Une mosaïque de tribus cohabite et mène une vie communautaire dans l'espace du bassin versant de l'Abiergué. Les jeunes de 15 à 34 ans constituent la classe la plus représentée (34,7%) si on se réfère aux résultats du troisième recensement général de la population et de l'Habitat (République du Cameroun, 2010).

Yaoundé est une ville tertiaire. Des activités commerciales sont cependant développées dans les différents marchés (Mokolo, Oyomabang, Madagascar, Melen, Nkolbisson) établis sur le territoire du bassin versant de l'Abiergué. Des activités agricoles (maraîchage dans les bas-fonds de Nkolbisson) et pastorales sont développées par certains ménages. De nombreuses structures de recherche (CRH, ...) et des centres de recherche et de formation (Centre de Biotechnologie de Nkolbisson, Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture / Forêt- Bois - CRESA-Bois, ...) sont implantés sur le territoire du bassin versant de l'Abiergué.

CONCLUSION

Le bassin versant de l'Abiergué présente de manière générale de bonnes caractéristiques physiques mises à mal par une urbanisation anarchique. En effet, le bassin versant de l'Abiergué présente des caractéristiques particulières en ce qui concerne la géologie, l'hydrologie, l'hydrogéologie, la végétation, le climat et la démographie. Il est en proie à une urbanisation anarchique et offre un cadre propice à une étude portant sur la gestion urbaine des ressources en eau dans les PED.

La présentation du cadre physique et socio-économique du bassin versant de l'Abiergué trouve sa justification dans la nécessité de s'imprégner du milieu physique où cette étude va être menée. Cette étape franchie, il est important de définir le cadre méthodologique sur lequel repose ce travail de recherche. Le chapitre suivant s'y consacre entièrement.

CHAPITRE III : METHODES ET MATERIEL

INTRODUCTION

La problématique de la gestion durable des ressources en eau dans les zones urbaines des PED à schéma urbanistique multiforme est fort complexe et appelle à une approche holistique. En ceci, le développement des stratégies de gestion durable des ressources en eau dans les zones urbaines des PED exige l'acquisition par des méthodes spécifiques des données socio-économiques, hydrologiques et environnementales suivie de leur exploitation à l'aide d'outils performants. C'est ce postulat qui guide cette méthodologie. Elle est bâtie à ce propos sur les approches "Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE)" et "Ecosystème et Santé Humaine (ECOSANTE)" qui se singularisent par une démarche holistique et participative. Sur la base de ces deux concepts, plusieurs méthodes issues de disciplines scientifiques connexes (hydrogéologie, géomatique, Sciences sociales, Sciences biologiques, Sciences médicales, ...) ont donc été combinées pour opérationnaliser notre approche conceptuelle qui s'inscrit par ailleurs dans le canevas scientifique "Observation-Hypothèse-Expérience-Résultat-Interprétation-Conclusion (OHERIC)" développé par Claude Bernard (1865).

Ce chapitre présente la justification du choix des méthodes et la description détaillée de leur mise en œuvre. En premier, sont présentés les grands traits des approches GIRE et ECOSANTE qui structurent cette méthodologie.

III-1. APPROCHES GIRE ET ECOSANTE : CREUSET D'UNE DEMARCHE HOLISTIQUE ET PARTICIPATIVE

III-1.1. Approche GIRE

Le concept GIRE a émergé au cours de la conférence de Dublin (1992) comme une réponse à la "crise de l'eau", c'est-à-dire la crainte affichée et généralisée qu'avec l'accroissement de la population, et par voie de conséquence des besoins, les ressources d'eau douce de la planète subissent une pression de plus en plus inquiétante. La GIRE se définit comme "un processus favorisant le développement et la gestion coordonnés des ressources en eau, du sol et des ressources associées, permettant de maximiser les bénéfices économiques et sociaux, de façon équitable sans compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux" (GWP, 2000).

Elle repose sur 04 principes adoptés à Dublin (1992) :

- L'eau douce est une ressource limitée et vulnérable, indispensable à la vie, au développement et à l'Environnement;
- Le développement et la gestion de l'eau devraient être fondés sur une approche participative impliquant usagers, planificateurs et décideurs à tous les niveaux;
- Les femmes sont au cœur des processus d'approvisionnement, de gestion et de préservation de l'eau;
- Pour tous ses différents usages, souvent antagonistes ou concurrents, l'eau a une dimension économique; c'est pourquoi, elle doit être considérée comme un bien économique.

Ces principes offrent un cadre permettant d'analyser, puis de gérer les différents usages d'une ressource en eau de plus en plus rare et polluée, dans un contexte de compétitivité et de conflits de plus en plus dur. L'application de la GIRE signifie qu'on s'éloigne des approches traditionnelles par sous-secteur (approvisionnement en eau potable, irrigation, activités de production, etc.), pour se diriger vers une approche holistique ou intégrée de la gestion de l'eau, basée sur un ensemble de principes clés concertés (Comité Technique du Partenariat Mondial de l'Eau - GWP-TEC, 2005; Commission européenne-CE, 1999).

La GIRE comprend la collecte de données, l'analyse de processus physiques et socio-économiques, la considération des différents intérêts et la prise de décisions par rapport à la disponibilité, l'exploitation et l'usage des ressources en eau (Hofwegen et Jaspers, 1999; Jaspers, 2003). La GIRE tient compte de la dynamique des ressources en eau au sein des espaces naturels que sont les bassins hydrographiques ou les aquifères, avec une implication de l'ensemble des acteurs du domaine de l'eau dans un nouveau cadre de gestion, permettant de concilier au mieux l'ensemble des usages pour le développement continu du pays sans hypothéquer les capacités des générations futures à assurer le leur (Rosillon, sous presse).

La GIRE n'est pas un produit, mais un processus qui offre un cadre souple à plusieurs portes d'entrée, tel un puzzle où chaque action ajoutée est un pas de plus vers la concrétisation d'une gestion intégrée durable. L'application de la GIRE ne signifie pas qu'il faut tout détruire et recommencer à nouveau. Généralement, elle consiste en une adaptation et une édification sur des institutions existantes et des procédures de planification pour atteindre une approche plus intégrée. La GIRE cherche à éviter de perdre des vies, de gaspiller de l'argent et d'épuiser le cadre naturel à cause des décisions inappropriées. Elle est itérative et dynamique dans la mesure où elle s'adapte aux nouvelles conditions économiques, sociales, environnementales et humaines en mutation.

Les principaux éléments de la stratégie GIRE sont : (1) la création d'un environnement propice, (2) la revue et l'organisation des rôles des acteurs et (3) la mise en place des

mécanismes de concertation, de décision et de renforcement des capacités ainsi que des outils d'aide à la décision. Treize domaines repartis dans trois parties distinctes (Tabl. 3) constituent les domaines principaux de changement de la GIRE (GWP-TEC, 2005).

Tabl. 3 : Treize domaines de changement de la GIRE (GWP-TEC, 2005)

Axe d'intervention	Domaine cible	Actions à mener
<i>Environnement favorable</i>	Politique	Fixer des objectifs pour l'utilisation, la protection et la conservation de l'eau
	Cadre législatif	Définir les règles (lois) à suivre pour appliquer les politiques et atteindre les objectifs
	Structures de financement et d'incitation	Affecter des ressources financières pour satisfaire les besoins en eau
<i>Rôles institutionnels</i>	Création d'un cadre organisationnel	Créer un organe pour coordonner les aspects formels et fonctionnels
	Edification des capacités institutionnelles	Développer des ressources humaines
<i>Instruments de gestion</i>	Evaluation des ressources en eau	Comprendre les disponibilités et les besoins
	Développement des plans de gestion intégrée des ressources en eau	Combiner les options de développement, l'utilisation des ressources et l'interaction humaine
	Gestion de la demande	Utiliser l'eau plus efficacement
	Instruments de changement social	Favoriser une société civile tournée vers l'eau
	Résolution des conflits	Gérer les litiges en garantissant le partage de l'eau
	Instruments réglementaires	Limiter la distribution et l'usage de l'eau
	Instruments économiques	Utiliser la valeur et les prix pour l'efficience et l'équité
	Echange et gestion des informations	Améliorer les connaissances pour une meilleure gestion de l'eau

L'article 26 du plan de mise en œuvre du Sommet Mondial du Développement Durable (SMMD) tenu à Johannesburg en 2002 appelait à développer la GIRE et des plans d'efficience de l'eau avant l'année 2005 au sein des PED. Les résultats à ce jour sont mitigés.

L'approche GIRE s'apparente à l'approche ECOSANTE dont elle partage plusieurs points communs.

III-1.2. Approche ECOSANTE

L'approche ECOSANTE a été développée par le Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI) basé à Ottawa au Canada. Cette approche explore la relation qui existe entre les différentes composantes d'un écosystème donné afin de définir et d'évaluer les déterminants prioritaires de la santé humaine et de la durabilité de cet écosystème (Parkes *et al.*, 2008; Forget et Lebel, 2003; Forget et Lebel, 2001). L'écosystème étant défini comme "un ensemble d'air, de sol, d'eau et d'organismes vivants, ainsi que les

interactions entre chacun de ces éléments" (Commission Mixte Internationale des Grands Lacs, 1988).

L'approche ECOSANTE accorde autant d'importance à une bonne gestion de l'environnement qu'aux facteurs économiques et aux aspirations de la communauté dans la gestion des ressources. Elle va en l'encontre de l'approche classique dans le domaine de la santé qui donne habituellement priorité aux questions économiques et aux projets de la communauté, au détriment de l'environnement (Fig. 16). Ainsi, l'approche écosystémique à la santé humaine met l'emphase sur l'élaboration de solutions basées sur une gestion alternative de l'écosystème plutôt que sur les interventions classiques du secteur santé. L'économie, l'environnement et les besoins de la communauté agissent tous sur la santé.

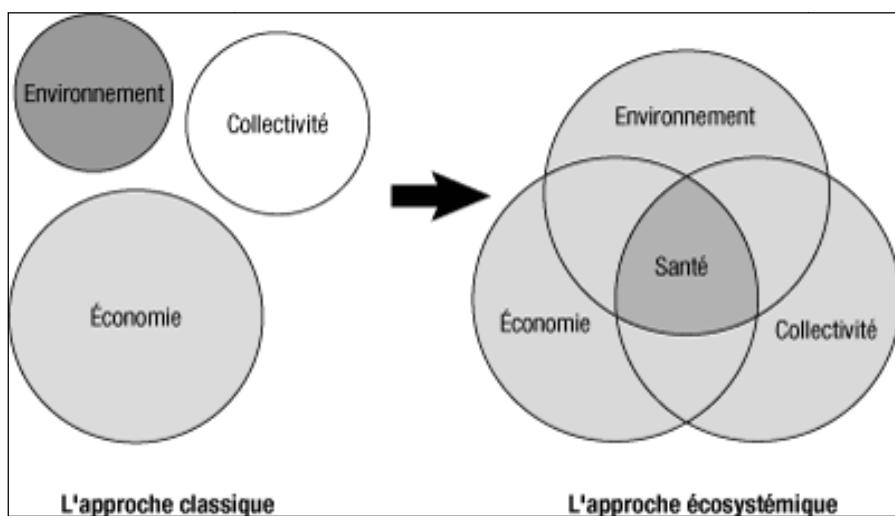


Fig. 16 : Différence entre l'approche classique et l'approche ECOSANTE (Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement, 1996 adapté de Hancock 1990)

L'approche ECOSANTE repose sur trois piliers fondamentaux que sont la transdisciplinarité, la participation et l'équité (approche intégrant le genre et les catégories sociales).

La santé environnementale et la santé humaine sont agglomérées dans le concept ECOSANTE et constituent un seul et même objet de préoccupation. La santé environnementale est à la fois une pratique et une science, son champ concerne les déterminants de la santé qui sont reliés à la qualité des milieux de vie des populations. En tant que pratique, au travers de politiques publiques, la santé environnementale vise à réduire les menaces qui pèsent sur les personnes dans leur cité, leur logement, leur lieu de travail, et mobilise dans ce but un ensemble d'institutions publiques, nationales ou locales, d'organismes privés et de professionnels qui y exercent. Pour progresser dans cette voie et être efficaces, ces politiques publiques doivent être éclairées par les connaissances produites par un vaste

ensemble de disciplines scientifiques, dont en retour elles impliquent le développement (Définition du Plan National Santé Environnement (France), AFSSE, 2004 *in* Rosillon, sous presse). L'ECOSANTE est donc un moyen novateur et efficace de produire de nouvelles connaissances qui aideront à mieux s'attaquer aux compromis à faire entre moyens de substitution, environnement et santé humaine.

L'approche ECOSANTE sied parfaitement avec le concept des "biens et services écosystémiques" développé dans le cadre de l'Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire (Millenium Ecosystems Assessment-MEA). Ce rapport qui regroupe les contributions de plus de 1360 experts issus de près de 50 pays évalue sur base des données scientifiques l'ampleur et les conséquences des modifications subies par les écosystèmes dont dépendent notre survie et le bien-être humain. Il vise par ailleurs à prioriser les actions à entreprendre pour restaurer et conserver notre environnement et pour son utilisation durable par l'Homme. Les biens produits par les écosystèmes comprennent la nourriture (viande, poisson, etc.), l'eau, les carburants et le bois tandis que les services comprennent l'approvisionnement en eau et la purification de l'air, le recyclage naturel des déchets, la formation du sol, la pollinisation et les mécanismes régulateurs que la nature, laissée à elle-même, utilise pour contrôler les conditions climatiques et les populations d'animaux, d'insectes et autres organismes (Commission Européenne, 2009). Les produits et les services issus de l'écosystème (tels que la disponibilité d'eau douce) sont indispensables pour être en bonne santé et mener une vie productive. La perturbation de l'écosystème peut avoir des répercussions sur la santé de plusieurs façons et selon un enchaînement complexe.

III-1.3. Approches GIRE et ECOSANTE combinées

Les approches ECOSANTE et GIRE ont été combinées dans le cadre de cette étude pour construire notre approche conceptuelle (Fig. 17). Ainsi, la GIRE intègre l'ECOSANTE dans une relation de symbiose dans l'optique d'acquérir l'essentiel des données nécessaires à cette étude. En effet, le présent travail implique de prendre en compte les données de divers ordres (hydrologiques, social, santé, ...), ce qui renvoie de fait à la mobilisation de diverses disciplines. Elles vont être fédérées pour former une discipline virtuelle. Dans ce processus, l'eau et la santé (maladies hydriques) constitueront des portes d'entrée qui vont orienter et gouverner les démarches d'acquisition des données. Cette recherche se fait dans le cadre d'un écosystème urbain (ECOSANTE) qui, rapporté à la GIRE, s'assimile à un bassin versant. La combinaison des approches GIRE et ECOSANTE permettra sur la base des données acquises, de consolider un

diagnostic fiable, fondamental pour l'élaboration des stratégies cohérentes de gestion durable des ressources en eau.

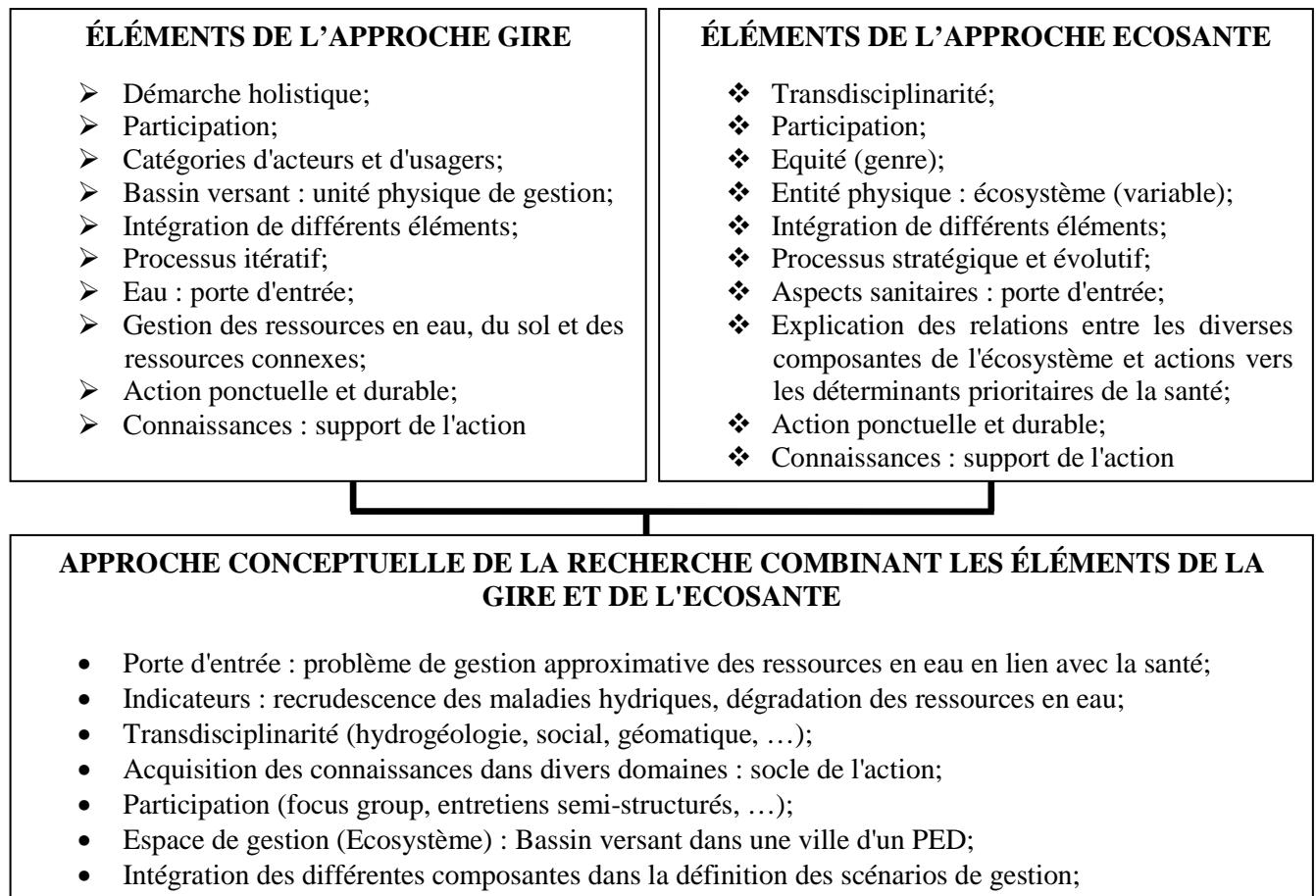


Fig. 17 : Approches GIRE et ECOSANTE combinées

Les activités établies sur la base de cette approche conceptuelle ont été développées sur le terrain et dans les laboratoires suivant des canevas bien précis.

III-2. ACQUISITION ET TRAITEMENT DES DONNEES

III-2.1. Aspects sociaux

La collecte des données ayant trait aux aspects sociaux a été menée suivant une combinaison d'approches quantitatives et qualitatives aux travers d'outils tels que les techniques de recueil de données par observation directe, les fiches d'enquêtes, les guides d'entretien et les questionnaires.

III-2.1.1. Enquêtes quantitatives

Les enquêtes quantitatives ont consisté à poser à des ménages et à un ensemble de personnes une série de questions sur la base d'un questionnaire à administration directe ou

indirecte. Dans le cadre de ce travail, les enquêtes quantitatives ont porté essentiellement sur deux activités : enquêtes réalisées auprès des ménages et les entretiens semi-structurés avec les acteurs institutionnels et non institutionnels œuvrant dans le secteur de l'eau à Yaoundé.

III-2.1.1.1. Enquêtes auprès des ménages

Des enquêteurs (14 au total) tous étudiants à l'Université de Yaoundé I (Cameroun), formés par le statisticien et par nos soins ont été mis à contribution pour la collecte des informations auprès des ménages. Les enquêtes se sont déroulées du 13 Avril 2011 au 15 Avril 2011 et ont couvert 848 ménages repartis dans les 08 quartiers (Etetack, Carrière, Madagascar, Nkolbikok, Nkolbisson, Oyomabang, Mokolo et Cité-Verte) du bassin versant de l'Abiergué. Les fiches d'enquête (Annexe 2) utilisées comme support comportaient 05 modules : (1) caractéristiques socio-économiques du ménage, (2) modalités d'évacuation des déchets liquides et solides du ménage, (3) modalités d'approvisionnement en eau du ménage, (4) maladies hydriques ayant affecté les membres du ménage au cours des trois dernières années ayant précédé l'enquête et (5) connaissance par rapport à la GIRE et identification des contraintes liées à sa mise en œuvre.

III-2.1.1.2. Entretiens semi-structurés

Les entretiens semi-structurés ont été diligentés auprès des acteurs institutionnels et non institutionnels impliqués dans la gestion de l'eau et l'assainissement dans les Arrondissements de Yaoundé II, VI et VII. Le contenu du guide d'entretien (Annexe 3) portait sur l'identification de la structure, ses logiques d'intervention dans le domaine de la gestion des ressources en eau, ses atouts, ses faiblesses, les actions déjà menées dans le cadre de la GIRE, les résultats obtenus, les contraintes rencontrées et les partenariats développés. Parmi les structures sollicitées, 05 (Ministère de l'Eau et de l'Energie-MINEE, Global Water Partnership au Cameroun-GWP-Cameroun, Communauté Urbaine d'Arrondissement de Yaoundé VII-CUAY VII, CRH, Association des Jeunes de la Carrière) ont validé le questionnaire.

III-2.1.2. Enquêtes qualitatives

Les méthodes utilisées dans le cadre des enquêtes qualitatives sont : observations directes, échanges informels et "*focus groups*".

III-2.1.2.1. Observations directes

Les observations directes ont consisté en l'observation visuelle sur le terrain des pratiques d'approvisionnement en eau, d'évacuation des déchets ménagers et des excréta, de réutilisation des eaux usées dans le cadre du maraîchage urbain et des conséquences liées à la mauvaise gestion des ressources en eau (inondation, eutrophisation, ...). Cette activité a également permis de relever les pratiques et comportements à risque qui concourent à la dégradation des ressources en eau et à la recrudescence des maladies hydriques.

III-2.1.2.2. Echanges informels

Les échanges informels ont servi de cadre de discussion directe et approfondie avec les différents acteurs de l'eau et les populations sur des aspects liés à la gestion quotidienne des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué.

III-2.1.2.3. Focus group

Des "focus group" impliquant les populations et les acteurs de l'eau ont été organisés en Mai et Juin 2011 dans les locaux de l'Institut Bilingue de Michelann à Etetack. Ces deux rencontres ont vu la participation respective de 24 et de 47 personnes. Des fiches spécifiques comportant différents modules ont été utilisées comme support pour cette activité (Annexe 4).

III-2.1.3. Dépouillement et traitement des fiches d'enquêtes

Le traitement des données d'enquêtes auprès des ménages s'est fait à l'aide des logiciels Cs-Pro 2.6, SPSS 17 (Statistical Package for the Social Sciences), Excel 2007 et XLSTAT version 2013.3.02. Un masque de saisie a été réalisé dans CsPro 2.6 et les données y ont été saisies. Les données ont été transportées par la suite dans SPSS 17 pour analyse et croisement des variables. Les graphiques ont été générés sous SPSS, Excel 2007 et XLSTAT.

III-2.2. Aspects hydrologiques et hydrogéologiques

Les données hydrologiques et hydrogéologiques ont été acquises à l'aide de différentes techniques : mesure des niveaux piézométriques, mesure des débits des sources et du cours d'eau, test de traçage, campagnes d'analyses des échantillons d'eau et de sol. A la base, nous avons procédé de manière conjointe à l'inventaire des ouvrages alternatifs d'approvisionnement en eau (puits, sources et forages) présents dans le bassin versant de l'Abiergué et à l'identification des sources potentielles de pollution des eaux.

III-2.2.1. Inventaire des ouvrages d'approvisionnement en eau et identification des sources potentielles de pollution des eaux

III-2.2.1.1. Inventaire des ouvrages alternatifs d'approvisionnement en eau

L'inventaire des ressources en eau du bassin versant de l'Abiergué, réalisé à l'aide des fiches de terrain a permis de recenser les différents ouvrages alternatifs d'approvisionnement en eau (puits, sources, forages) présents dans ce bassin. Des informations portant sur l'aménagement, les sources de pollution environnante (rayon de moins de 30 m), les niveaux piézométriques, le nombre des ouvrages et la position de l'ouvrage (marécage, bas de pente, mi-pente, sommet) ont été enregistrées.

III-2.2.1.2. Identification et description des sources potentielles de pollution

Les principales sources potentielles de pollution des ressources en eau ont été identifiées et décrites. La nature des polluants émis a été précisée et les coordonnées géographiques enregistrées à l'aide d'un Global Positioning System (GPS) de marque Garmin, modèle Dakota™ 10.

III-2.2.2. Données quantitatives

III-2.2.2.1. Mesure des débits du cours d'eau

Le suivi hydrométrique a été réalisé suivant une fréquence trimestrielle de Mars à Juillet 2011 puis de Mars à Septembre 2012 suivant la méthode de "jaugeage au flotteur" qui repose sur la détermination de la vitesse du filet d'eau à l'aide d'un flotteur. Des mesures ont été réalisées à l'entrée du lac à Nkolbisson. Le produit de la vitesse du filet d'eau par la surface de la section (S) traversée est donné par la relation suivante :

$$Qm = V \times S \quad (2)$$

Avec Qm : débit moyen (m^3/s) ; V : vitesse moyenne du filet d'eau (m/s);

S : surface de la section mouillée (m^2)

Le calcul des débits est reporté en annexe 5.

III-2.2.2.2. Mesure des niveaux piézométriques de puits

D'Avril 2011 à la mi-Mai 2011, des mesures de niveaux piézométriques ont été effectuées entre 06 h et 09 h sur 77 puits expérimentaux (Annexe 6) répartis sur l'ensemble du bassin versant de l'Abiergué. Par la suite, en 2012, 10 puits (Annexe 6) parmi les 77 puits

expérimentaux ont fait l'objet d'un suivi mensuel. Les mesures étaient effectuées à l'aide d'une sonde piézométrique manuelle de marque Hydrosen de type 010. Un GPS de marque Garmin, Dakota™ 10 était utilisé pour enregistrer les coordonnées géographiques de l'ouvrage.

III-2.2.2.3. Mesure des débits de sources

Des mesures mensuelles portant sur des débits ont été effectuées par jaugeage volumétrique durant le premier semestre des années 2011 et 2012 aux sorties des 05 sources sélectionnées (Annexe 6). La mesure est réalisée au point de sortie des eaux du siphon grâce à la méthode de la capacité jaugée. Le débit d'écoulement a été calculé suivant la relation ci-dessous :

$$Q = V / T \quad (3)$$

Avec : V : volume du récipient (m³); Q : débit d'écoulement (m³/s); T : temps de remplissage (s)

III-2.2.2.4. Réalisation du test de traçage

Le test de traçage a été réalisé au quartier Etetack à la date du 26 Juillet 2011. L'expérience a été effectuée sur deux ouvrages (un puits et une latrine) assez proche en introduisant un traceur (NaCl) à une conductivité CND dans la latrine. Le traceur a été injecté pendant une durée de 30 minutes. La conductivité CND est estimée dans le puits à intervalles de temps régulier par un conductimètre de marque Mettler Toledo, modèle FG3-Basic FiveGo. La courbe obtenue est la courbe de restitution du traceur.

III-2.2.3. Prélèvements et analyses physico-chimiques, bactériologiques et parasitologiques des échantillons d'eau

Vingt (20) points d'échantillonnage (Annexe 7), soit 06 points d'eau de surface, 03 sources, 01 forage et 10 puits ont fait l'objet de prélèvements d'eau au cours des différentes saisons (saison sèche et saison humide) qui prévalent dans le bassin versant de l'Abiergué. Ces prélèvements ont été réalisés en 2010, 2011 et 2012 en raison de 2 campagnes par année. Une campagne complémentaire a été réalisée en Juin 2012. C'est au total 140 échantillons qui ont été analysés pour les 07 campagnes. Le choix des ouvrages s'est appuyé sur des critères bien précis : accessibilité, présence ou absence de sources de pollution aux abords immédiats de l'ouvrage, position topographique de l'ouvrage, degré d'aménagement de l'ouvrage, accord du propriétaire du puits, profondeur du puits, répartition spatiale des ouvrages, taux de fréquentation de l'ouvrage, présence ou absence de l'habitat autour du cours d'eau,

réutilisation de l'eau de surface dans le cadre des activités maraîchères.

Après le prélèvement, les échantillons d'eau étaient conservés dans une enceinte réfrigérée (glacière) à une température ambiante de 4°C puis acheminés directement au laboratoire (deux heures environ après le prélèvement).

Les analyses ont été effectuées au Wastewater Research Unit de l'Université de Yaoundé I suivant les protocoles repris dans la colonne "Méthode 1". L'analyse complémentaire de Juin 2012 a été réalisée au Laboratoire de Ressources Hydriques de l'Université de Liège suivant les protocoles inscrits dans la colonne "Méthode 2". Les différents paramètres analysés ainsi que les méthodes utilisées sont repris dans le tableau 4.

Tabl. 4 : Méthodes d'analyse des eaux

Paramètres	Méthode 1	Matériels	Méthode 2	Lieu
Analyse physico-chimique				
pH		pH-mètre de marque Schot Gerate 818		In Situ
Conductivité électrique (CND)		Conductimètre de marque Mettler Toledo, modèle FG3-Basic FiveGo		In Situ
Température (T)		Conductimètre de marque Mettler Toledo, modèle FG3-Basic FiveGo		In Situ
Matières en suspension (MES)	Méthode gravimétrique			Laboratoire 1 / Laboratoire 2
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	Oxydation au bichromate de potassium		ISO 15705	Laboratoire 1 / Laboratoire 2
Demande Biochimique en Oxygène (DBO ₅)	Méthode manométrique			Laboratoire 1 / Laboratoire 2
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	Dosage colorimétrique		ISO 10304-1	Laboratoire 1 / Laboratoire 2
Nitrates (NO ₃ ⁻)	Cadmium Reduction		ISO 13395 Tigettes	In Situ Laboratoire 1 / Laboratoire 2
Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)	Titrimétrie par l'acide chlorhydrique 0,01N			Laboratoire 1 / Laboratoire 2
Chlorures (Cl ⁻)	Méthode de "Mohr" ou dosage par précipitation		ISO 10304-1	Laboratoire 1 / Laboratoire 2
Potassium (K ⁺)	Photométrie de flamme		ISO 17294-2	Laboratoire 1 / Laboratoire 2
Calcium (Ca ²⁺)	Dosage complexométrique		ISO 17294-2	Laboratoire 1 / Laboratoire 2
Magnésium (Mg ²⁺)	Dosage complexométrique		ISO 17294-2	Laboratoire 1 / Laboratoire 2
Sodium (Na ⁺)	Photométrie de flamme		ISO 17294-2	Laboratoire 1 / Laboratoire 2
Phosphore (PO ₄ ³⁻)	Méthode Molydovanadate		SM 4500-PF	Laboratoire 1 / Laboratoire 2
Ammonium (NH ₄ ⁺)	Méthode de "Nessler"		dér. ISO 11732	Laboratoire 1 / Laboratoire 2
Fer (Fe ²⁺)	Méthode dite du Ferrozine			Laboratoire 1 / Laboratoire 2
Analyse bactériologique				
Coliformes Féaux (CF)	Filtration sur membrane	Gélose lactosée au tergitol et au TTC 7 (Triphenyl Tetrazolium Chloride)		Laboratoire 1
Streptocoques Féaux (SF)	Filtration sur membrane	Gélose à la bile, à l'esculine et l'azide de sodium		Laboratoire 1
<i>Escherichia Coli</i> (<i>E. Coli</i>)	Filtration sur membrane	Rapid E. coli de Bio-Rad		Laboratoire 1
Analyse parasitologique				
Kystes de protozoaires	Méthode de Teleman Rivas modifiée par Bailenger (1962)	Cellule double de "Thoma"		Laboratoire 1
<i>Giardia sp</i>	Méthode de Teleman Rivas modifiée par Bailenger (1962)	Coloration au Lugol		Laboratoire 1

Laboratoire 1 : *Wastewater Research Unit (Université de Yaoundé I) / "Méthode 1"*

Laboratoire 2 : *Laboratoire des Ressources Hydriques (Université de Liège) / "Méthode 2"*

III-2.2.4. Prélèvement et analyse granulométrique des échantillons de sols

Des échantillons de sols ont été prélevés pour des analyses granulométriques au laboratoire des sols de "International Institute of Tropical Agriculture (IITA)" à Nkolbisson (Yaoundé). Les échantillons de sol remanié et non remanié ont été prélevés à l'aide d'une tarière manuelle à différents endroits (marécage, bas de pente, mi-pente et sommet) et à des profondeurs différentes (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60 cm-1 m).

La méthode de la pipette de Robinson après dispersion de la fraction argileuse à l'hexamétaphosphate de Sodium a été utilisée.

III-2.3. Aspect géomatique

Le fond de carte topographique Yaoundé 3d (Feuille NA-32-XXIV-3d) datant de 1986 a servi de support à cet exercice. La numérisation des cartes s'est effectuée à l'aide du logiciel ArcGis 9.2 produit par Environmental Systems Research Institute (ESRI). Les cartes réalisées ont été affinées à l'aide de Google Earth.

III-2.4. Aspects sanitaires

III-2.4.1. Identification des pratiques et comportements à risque

Les guides d'observation ont servi de support dans le cadre de cette activité qui consistait à répertorier les pratiques et comportements à risque qui concourent à la dégradation des ressources en eau et à l'émergence des maladies hydriques. Les observations in situ ont été couplées aux échanges directs avec quelques habitants de la zone d'étude.

III-2.4.2. Enquêtes auprès des formations sanitaires

Des enquêtes ont été effectuées auprès des formations sanitaires (Hôpital de district de la Cité Verte, "Centre de santé développé") implantées dans le bassin versant de l'Abiergué afin d'évaluer la prévalence et l'incidence des maladies d'origine hydrique. A cet effet, les registres de santé ont été consultés et des échanges ont été réalisés avec les médecins et infirmiers travaillant dans ces différentes formations sanitaires.

III-2.4.3. Prélèvements et analyses des échantillons de selles

Les analyses parasitologiques de selles sur une cohorte de 258 personnes de statut social, de sexe et de tranches d'âges différents ont été réalisées au laboratoire de l'Hôpital de District de la Cité Verte à Yaoundé (HDCV) et au laboratoire Moderne d'Analyse de Elig Effa

(Yaoundé). Les selles, conservées dans des pots, étaient directement remis au laboratoire par les personnes ayant accepté de se prêter aux analyses ou par des enquêteurs. Les analyses ont été effectuées en saison humide et en saison sèche au cours des années 2011 et 2012. Des œufs et larves d'helminthes, les formes végétatives et kystiques des protozoaires ont été recherchés à l'aide de l'examen microscopique qui comporte un examen direct à l'eau physiologique et au Lugol. Les questions d'éthique ont été respectées tout au long des analyses (Annexe 8).

III-3. SYNTHESE DES DISCIPLINES CONVOQUEES DANS CE TRAVAIL DE RECHERCHE ET DOMAINES D'APPLICATION

Le tableau suivant (Tabl. 5) dresse une synthèse des activités et des domaines d'application des différentes disciplines mobilisées dans le cadre de la mise en œuvre du présent travail de recherche.

Tabl. 5 : Activités et domaines d'application se référant aux disciplines convoquées dans le cadre du présent travail de recherche

Discipline	Activité	Domaine d'application
Hydrologie - Hydrogéologie	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Caractérisation physique du bassin versant; ❖ Calcul du bilan hydrologique; ❖ Recensement des ouvrages alternatifs d'approvisionnement en eau; ❖ Mesures des débits et des niveaux piézométriques; ❖ Test de traçage ; ❖ Analyse granulométrique des sols; ❖ Analyses physico-chimiques, bactériologiques et parasitologiques des eaux; ❖ Evaluation du taux d'accès à l'eau potable; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Connaissance des ressources en eau du bassin versant; ✓ Détermination des modalités d'accès à l'eau; ✓ Compréhension de la dynamique de dégradation des ressources en eau; ✓ Caractérisation des ressources en eau;
Assainissement	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Recensement des modalités d'assainissement liquide et d'évacuation des déchets solides; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Connaissance des modalités d'assainissement et de gestion des déchets solides; ✓ Evaluation des impacts induits;
Sciences juridiques	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Consultation des textes législatifs, réglementaires régissant la gestion urbaine de l'eau au Cameroun; ❖ Identification des organismes (institutionnels et non institutionnels) œuvrant dans la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué; ❖ Evaluation de l'application des lois sur le terrain; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Connaissance du cadre institutionnel, législatif et réglementaire qui s'applique à la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué; ✓ Décryptage du fossé observé entre la loi et la pratique quotidienne sur le terrain;
Sociologie	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Réalisation des enquêtes auprès des ménages, des focus group et des entretiens semi-structurés avec les acteurs institutionnels et non institutionnels qui travaillent sur les ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué; ❖ Echanges informels avec les populations du bassin versant de l'Abiergué; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Connaissance du contexte social du bassin versant de l'Abiergué; ✓ Identification des contraintes et des problèmes sociaux liés à l'eau dans la zone d'étude; ✓ Identification des acteurs et de leurs rôles; ✓ Etat des connaissances des ménages par rapport à la GIRE; ✓ Recueil des avis et des propositions pour une gestion durable de l'eau;
Statistiques	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Réalisation des fiches des enquêtes et des guides d'entretien; ❖ Création d'un masque de saisie; ❖ Exploitation des données des enquêtes; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acquisition des données sur les ménages en ce qui concerne leur statut et les problèmes liés à la gestion des ressources en eau;
Sciences biologiques et médicales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Analyse des selles; ❖ Consultations des registres de santé; ❖ Acquisition des données sur les maladies hydriques; ❖ Entretiens avec le personnel médical; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Détermination de la prévalence et de l'incidence des maladies hydriques dans la zone d'étude;
Géomatique	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Géolocalisation des données de terrain; ❖ Réalisation des cartes géoréférenciées; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Représentation spatiale des données; ✓ Restitution cartographique géoréférenciée des résultats; ✓ Outil d'aide à la décision;
Gestion	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Application des principes de la gestion; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Développement des stratégies de gestion durable des ressources en eau.

L'intégration de ces différentes disciplines a été rendue possible par le support que nous avions bénéficié de la part des spécialistes des différents domaines.

CONCLUSION

Le caractère transversal de l'eau et la complexité du contexte de la recherche ont justifié l'implémentation d'une démarche holistique dans le cadre de cette étude. Le concept GIRE et le concept ECOSANTE ont constitué à ce propos la base d'une méthodologie intégrant diverses disciplines (hydrologie, hydrogéologie, sociologie, géomatique, ...). Nous avons bénéficié de l'appui et de l'expertise d'une équipe pluridisciplinaire couvrant les différentes disciplines considérées dans ce travail. L'acquisition et le traitement des données ont été réalisés suivant des protocoles bien définis propres à chaque discipline.

La mise en œuvre de cette méthodologie a donné lieu à des résultats tout aussi variés que les disciplines qui ont été mobilisées. Ils portent notamment sur le cadre social du bassin versant de l'Abiergué (objet du prochain chapitre), la qualité de l'eau, les impacts liés à la gestion actuelle de l'eau et les stratégies pour une gestion rationnelle. Ainsi, le chapitre suivant explore l'aspect social à travers la caractérisation des ménages sur la base des modules portant sur les informations générales du ménage, l'accès à l'eau potable, les usages de l'eau, l'assainissement, les maladies hydriques et la GIRE.

CHAPITRE IV : RESULTATS RELATIFS A LA CARACTERISATION DES MENAGES : PROFIL SOCIAL, ACCES A L'EAU POTABLE ET A L'ASSAINISSEMENT ET MALADIES HYDRIQUES

INTRODUCTION

Le développement des stratégies de gestion durable des ressources en eau pour être efficace doit s'arrimer au cadre naturel, politique, socio-économique et culturel de la région concernée. A ceci, toute initiative ou tout projet lié à l'eau ne saurait se départir de la connaissance parfaite du milieu où il est censé être développé. Le document rédigé par SuSAn (2008) précise à ce propos que "les formes et les modèles de gestion dépendent du cadre local et doivent prendre en considération les conditions environnementales, techniques, socio-culturelles et économiques existantes".

Les principaux résultats des enquêtes ménages suivis de la synthèse des données recueillies lors des focus group composent la structure de ce chapitre.

IV-1. REPARTITION SPATIALE DES DIFFERENTS MENAGES ENQUETES

L'enquête a porté sur 848 ménages repartis dans les différents quartiers du bassin versant de l'Abiergué (Fig. 18).

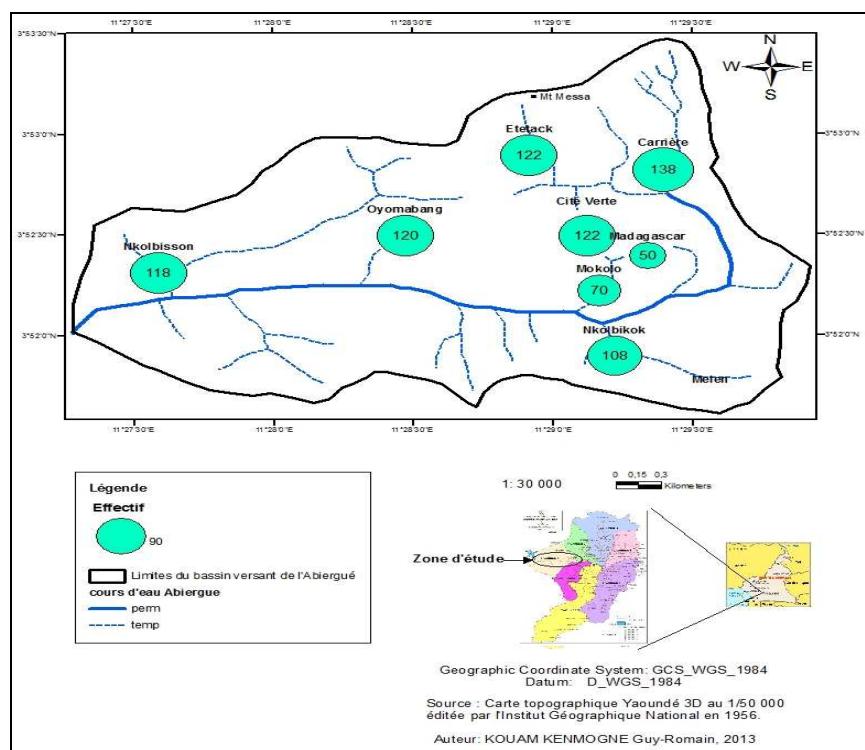


Fig. 18 : Répartition des ménages enquêtés suivant les quartiers de résidence

IV-2. RESULTATS DES ENQUETES MENAGES

Dans le cadre du traitement des données, celles manquantes ont été prises en compte dans le calcul des statistiques pour des pourcentages inférieurs à 5 dans le souci de restituer fidèlement la proportion des ménages de l'échantillon total qui aura répondu ou non à l'une ou l'autre question. Elles ont par contre été écartées lorsque le pourcentage était supérieur à 5.

IV-2.1. Statut socio-économique des ménages du bassin versant de l'Abiergué

Les chefs de ménages du bassin versant de l'Abiergué qui sont pour la plupart de nationalité camerounaise (90,9%) ont des tranches d'âge qui varient de 15 à 80 ans avec une forte proportion se situant dans l'intervalle compris entre 19 et 43 ans (Environ ¾ de l'échantillon enquêté). Ils sont de sexe masculin (61,3%) ou de sexe féminin (33,2%). Ils sont chrétiens catholiques (58,1%), chrétiens protestants (19,1%), musulmans (6,6%), animistes (2,5%) ou pratiquent d'autres religions, essentiellement traditionnelles (8%).

Sur le plan matrimonial, les chefs de ménages présentent différents statuts : marié (40,4%), célibataires (29,2%), union libre (couples vivant maritalement; 23,6%), veufs (4,8%) et divorcé (2%).

Les ménages se recrutent dans des proportions variées parmi les différentes ethnies présentes au Cameroun. Ils sont Bamilékés (37,9%), Béti (18,1%), Eton (15,9%), Haoussa (2,8%) ou autres (Bassa, Douala, ...; 23,5%).

Les chefs de ménage présentent des niveaux d'instructions assez variés (Fig. 19).

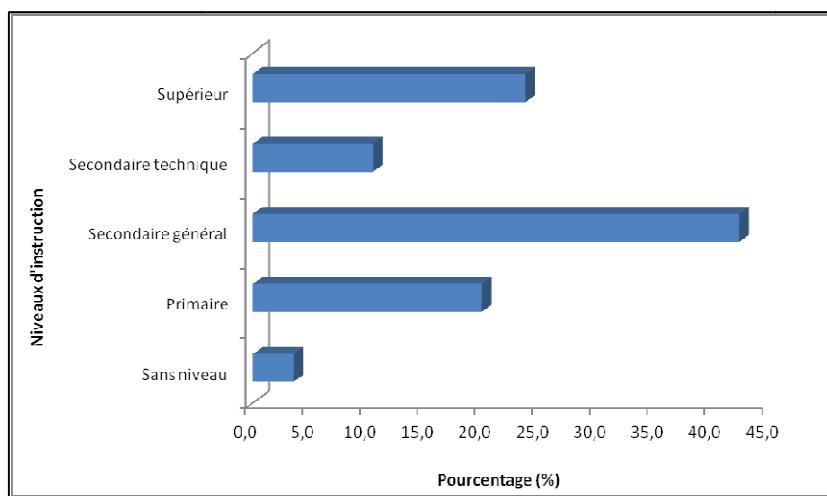


Fig. 19 : Niveaux d'instruction des chefs de ménages

Sur le plan professionnel, les chefs de ménage occupent différents types d'emploi dans le secteur public ou privé (formel ou informel) : fonctionnaire (10,6%), commerçant (13,2%), agriculteur (1,7%), éleveur (0,5%), petit commerce (6,3%), autres activités (52,1%). Une

fraction non négligeable (12,4%) est sans emploi. Suivant cette répartition et sur la base de la grille salariale au Cameroun, les revenus des chefs de ménages seraient compris entre 25 000 FCFA et 400 000 FCFA.

Le décalage observé entre le niveau d'instruction et le statut professionnel témoigne de la précarité ou de l'instabilité du secteur de l'emploi dans la région.

Des activités secondaires sont développées par certains chefs de ménage (11,3%) afin d'augmenter leurs revenus mensuels. Elles sont tournées vers des métiers tels que gardien de nuit, chauffeur de taxi, agriculteur, ... Les chefs de ménage justifient leur démarche par la cherté de la vie qui est de plus en plus prononcée.

En ce qui concerne la maison d'habitation, 6,6% des ménages enquêtés n'ont pas répondu à cette question. Les autres ménages ont des statuts de locataires (57,1%), propriétaires (27,9%). Environ 14,8% des ménages enquêtés résident dans une maison familiale ou subsidiairement dans celle d'une connaissance (0,10%).

L'effectif des ménages est de 5,64 personnes en moyenne avec un minimum d'une personne et un maximum de 30 personnes. Les ménages de 03 personnes (13,1%), 04 personnes (14%), 05 personnes (15,9%) et 06 personnes (13,9%) sont bien représentés.

IV-2.2. Accès à l'eau potable et usages des ressources en eau

Les ménages font généralement recours à la combinaison de modalités conventionnelles (réseau d'adduction d'eau potable) et non conventionnelles (ouvrages alternatifs d'approvisionnement en eau) pour assurer leurs besoins en eau (Fig. 20). Certains ménages recueillent de l'eau de pluie dans des futs, bassines, seaux ou jerricanes pendant la saison humide ceci à des fins exclusivement domestiques (lessive, nettoyage du sol, ...). Elle n'est jamais utilisée comme eau de boisson.

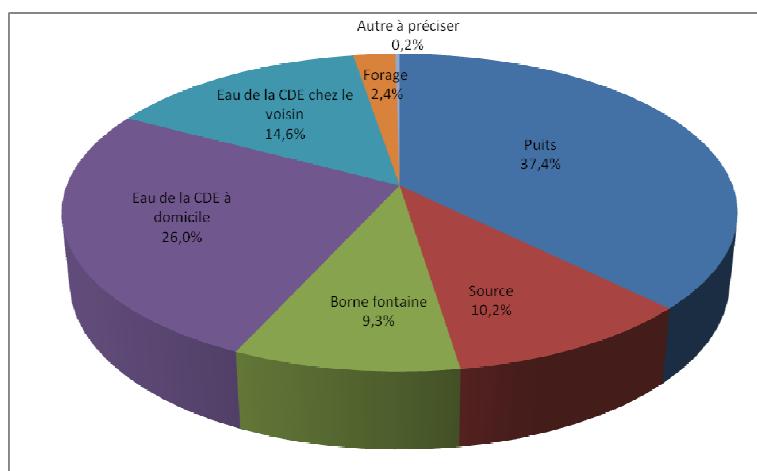


Fig. 20 : Modalités d'approvisionnement en eau

Les différentes modalités d'approvisionnement en eau ne sont pas uniformément réparties dans les différents quartiers. Il existe en effet des disparités au sein et entre les différents quartiers.

Les eaux issues des puits et des sources font l'objet par plus de 4/5^{ème} des ménages (environ 86,4%) de traitement avant usage. Ils utilisent pour cela l'eau de javel, le sel, le filtre à eau ou la technique de la décantation. Les proportions des ménages qui procèdent au traitement de l'eau avant sa consommation sont différentes d'un quartier à l'autre.

Les distances entre le point d'eau principal (eau potable issue du réseau conventionnel ou d'une source ou d'un forage) sont variables et sont comprises entre 0 m (eau à domicile ; 17,3%) et 800 m (0,2%). La distance moyenne est de 104,2 m. Les quantités d'eau utilisées par ménage sont variables (10 l à 600 l) et dépendent de la taille et de la composition du ménage, de la proximité du point d'eau par rapport au lieu d'habitation, des activités réalisées au sein du ménage, du coût lié à l'accès à l'eau et de la modalité d'accès à l'eau. La quantité moyenne d'eau consommée est d'environ 16 l par personne par jour. Elle est inférieure à la quantité d'eau minimale (20 l par personne par jour) que recommande l'OMS (2008a).

Les eaux recueillies sont destinées à divers usages ceci en fonction des origines comme l'illustre le tableau suivant (Tabl. 6).

Tabl. 6 : Usages des ressources en eau en fonction de leurs différentes origines

Origines des eaux	Usages des eaux						
	Boisson	Cuisson	Nettoyage du sol	Lessive	Toilette	Tout usage	Remarques
Eaux de puits	-	2,7%	35,3%	51,1%	1,3%	2,4%	Activités domestiques prédominantes
Eaux de source	9%	5,1%	15,4%	34%	1,3%	23,1%	Activités domestiques prédominantes
Eaux de forage	34,5%	6,9%	10,3%	3,4%	-	44,8%	Boisson + Activités domestiques prédominantes
Eaux de la borne fontaine	57,8%	15,6%	2,6%	3,1%	-	19,3%	Boisson + Cuisson + Multi-usages
Eaux du réseau	29,8%	27,1%	4,1%	1%	0,3%	37%	Boisson + Cuisson + Multi-usages
Eaux de la rivière	-	-	-	60%	40%	-	Lessive
Total (Plusieurs réponses possibles)	131%	57,4%	67,7%	152,6%	42,9%	126,6%	

Au regard de ce tableau, il ressort que l'usage des eaux par les ménages est fort conditionné par son origine. Les eaux de qualité douteuse sont de préférence destinées aux activités comme le nettoyage du sol, la lessive, la toilette et quelques fois à la cuisson des aliments. Les eaux du réseau ou celles du forage sont essentiellement utilisées pour la

boisson. Il est important de noter que les eaux issues de ces différents ouvrages sont généralement utilisées de façon concomitante, élément pouvant justifier le pourcentage cumulé par rapport aux "usages" ou aux "origines" qui va bien souvent au-delà de 100%. Les faibles pourcentages obtenus au niveau du total des usages "cuisson", "nettoyage du sol" ou "toilette" découle d'une sous estimation au niveau de certaines ressources (eau de puits, eau du réseau). En effet, ce tableau ne tient compte que de la première réponse donnée par le répondant.

L'approvisionnement en eau du ménage est généralement assuré par ses membres qui appartiennent à différentes classes d'âges (Fig. 21). Environ 7,2% des ménages enquêtés n'ont pas répondu à la question portant sur les personnes qui s'occupent de l'approvisionnement en eau du ménage. La classe des "jeunes de plus de 20 ans" (44,7%) regroupe des jeunes couples et des jeunes en quête d'emploi, résidant encore chez leurs parents. Cette classe est suivie par celle des "autres" (24,4%) qui est composée essentiellement de femmes au foyer.

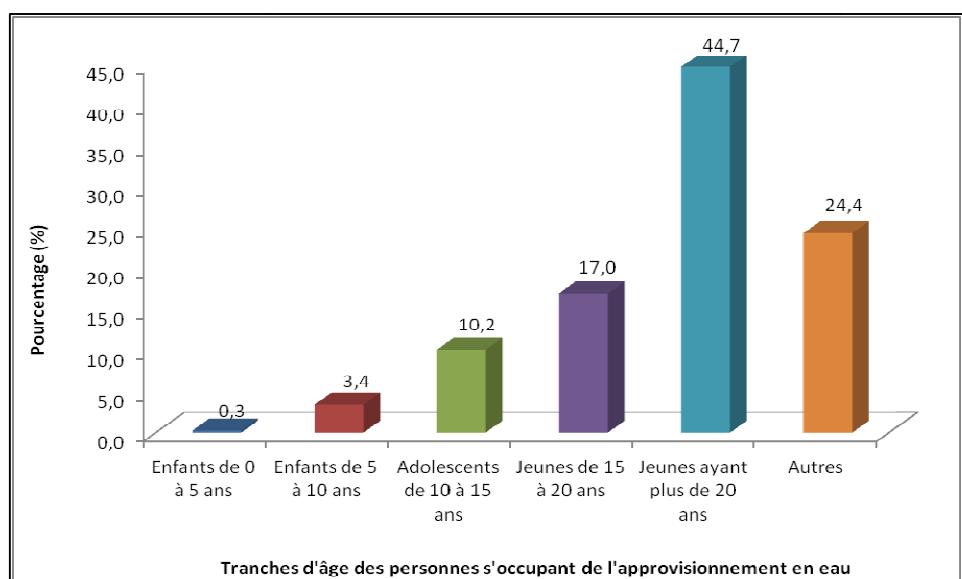


Fig. 21 : Répartition en classes d'âges des personnes qui assurent l'approvisionnement en eau des ménages

Les ouvrages alternatifs d'approvisionnement en eau (48,1%) sollicités par les populations sont soumis à des sources potentielles de pollution dans leur environnement immédiat. Elles comprennent des tas d'ordures sauvages (17,6%), des rigoles non bétonnées drainant des eaux usées (26,4%), des latrines (28,2%) et autres (porcheries, ...; 27,6%). Les distances "latrines-puits" mesurées par les enquêteurs varient de 1 m à 600 m. Les fréquences régulières comprennent des distances de 10 m (13,8%), 15 m (5,8%) et 20 m (4,5%).

Des latrines ont été observées dans des proportions variables aux abords immédiats des puits : 1 latrine (12,7%), 2 latrines (20%), 3 latrines (27,6%) et 4 latrines (20%).

IV-2.3. Accès à l'assainissement

Différents dispositifs sont utilisés pour l'évacuation des excréta (Fig. 22).

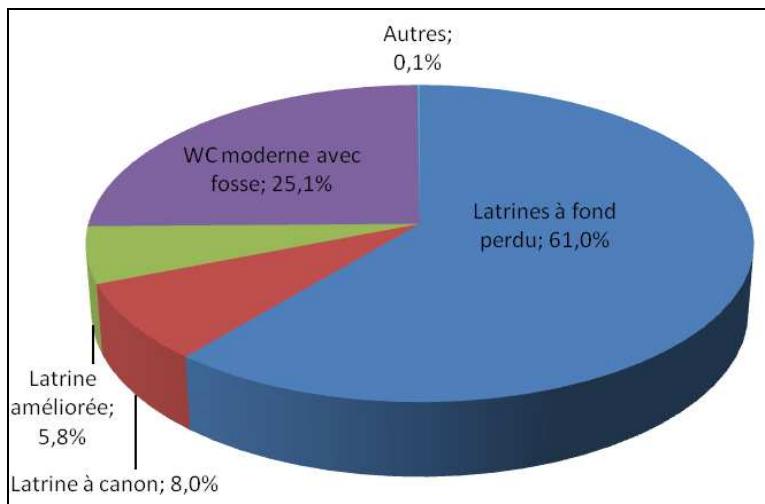


Fig. 22 : Dispositifs utilisés par les ménages pour l'évacuation des excréta

Il n'y a pas de prise en charge collective de l'assainissement qui est abandonné aux soins des ménages.

En ce qui concerne les eaux usées, leur évacuation est assurée par divers canaux (Fig. 23). Hormis la station d'épuration des eaux usées (STEP) qui dessert le camp SIC de la Cité Verte, il n'existe pas à proprement parler un réseau de "tout à l'égout" pour l'ensemble des quartiers du bassin versant de l'Abiergué.

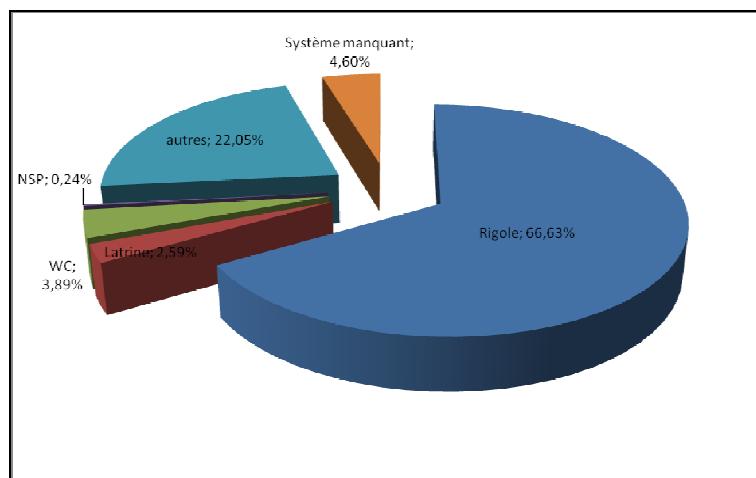


Fig. 23 : Modalités d'évacuation des eaux usées des ménages

Environ 62% des ménages contre 30,5% connaissent le devenir des eaux usées qu'ils produisent en leur sein. Pour cela, ces ménages avancent diverses issues finales pour les eaux usées : infiltration (6,5%), fosse septique (25,8%), marécages (8,8%), latrine ou fosse (5,3%), autres (4,2%), cours d'eau (2,2%), champs (0,2%) et les rues et ruelles de quartiers (0,9%).

Les modes d'évacuation des déchets solides sont variés (Fig. 24)

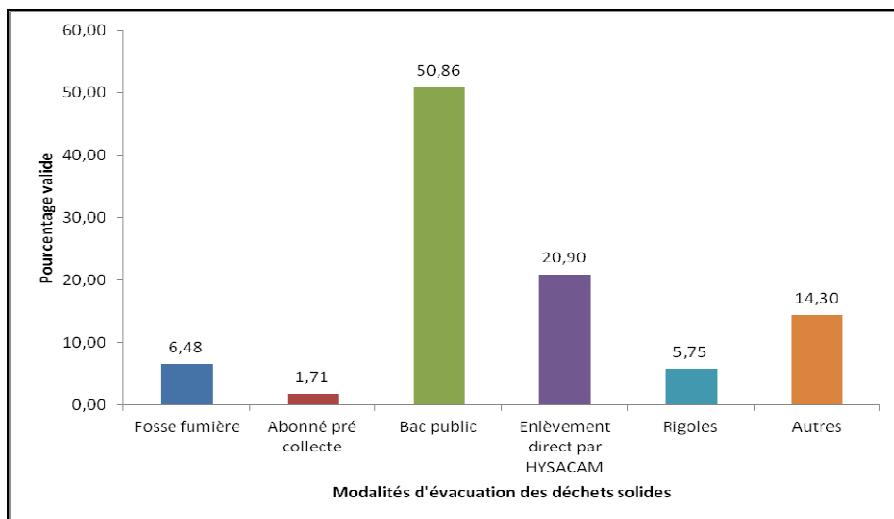


Fig. 24 : Modalités d'évacuation des déchets solides par les ménages

La moitié des ménages enquêtés utilisent en priorité les bacs publics pour évacuer leurs déchets solides. Le principal concessionnaire (Hygiène et Salubrité du Cameroun-HYSACAM) procède également au retrait direct de déchets solides au niveau des ménages à l'aide des camions. Une partie des déchets solides est déversée dans des fosses fumières pour une utilisation future comme intrant dans le cadre des activités agricoles. L'évacuation se fait aussi via des circuits de pré-collecte où des individus moyennant une rétribution journalière ou mensuelle récupèrent des déchets directement au niveau des ménages pour les déposer ensuite dans des bacs à ordures. Les déchets solides font aussi l'objet de déversement dans les rigoles, les cours d'eau ou sur des terrains vagues. L'évacuation des déchets solides est assurée par les membres du ménage se recrutant dans divers classes d'âge : jeunes de plus de 20 ans (34,7%), jeunes de 15 à 20 ans (17,5%), jeunes de 10 à 15 ans (17,1%), jeunes de 5 à 10 ans (5,1%) et les autres (19,5% ; généralement les femmes au foyer).

A la question de savoir où vont les déchets solides déversés dans les rigoles, les ménages (517) répondent qu'elles aboutissent dans le cours d'eau (36,17%), dans les ravins (3,87%), dans les champs (0,97%), dans les marécages (14,51%), dans les égouts (2,90%) ou qu'elles sont emportés par les eaux de pluie (11,41%). D'autres ne connaissent pas la destination finale (2,90%) ou évoquent d'autres exutoires (6,58%).

IV-2.4. Maladies hydriques : connaissance, prévalence et modalités de traitement

Des ménages dans des proportions variables ont cité différentes maladies hydriques dont ils ont connaissance (Tab. 7).

Tabl. 7 : Proportion des ménages pouvant citer quelques maladies hydriques

Maladies hydriques	Pourcentage des ménages (793) qui ont cité une maladie hydrique (%)	Pourcentage des ménages (531 parmi les 793) qui ont cité deux maladies hydriques (%)	Pourcentage des ménages (229 parmi les 531) qui ont cité trois maladies hydriques (%)
Choléra	74,2	6,8	1,2
Amibiase intestinale	7,4	25,0	4,8
Vers intestinaux	0,4	1,3	1,3
Gale	0,8	1,9	1,3
Dermatose	1,9	0,7	1,1
Bilharziose	0,5	1,5	1,3
Paludisme	1,4	2,9	1,2
Diarrhées	1,3	2,4	1,8
Fièvre jaune	0,1	0,4	0,2
Fièvre typhoïde	3,2	13,7	5,9
Autres à préciser	2,4	4,8	5,9
Données manquantes	6,5	37,4	73
Total	100,0	98,8	98,9

Si on se réfère à l'effectif total des ménages enquêtés, ceux-ci peuvent citer une (93,5%), deux (62,6%) ou trois maladies hydriques (27%). Les maladies régulièrement citées sont sur une échelle décroissante, le choléra (une épidémie avait sévit quelques semaines avant la réalisation de l'enquête), l'amibiase intestinale, la fièvre typhoïde, etc. Les populations ont cité des maladies hydriques et à support hydrique.

Une attention a été portée dans le cadre de ce travail sur trois principales maladies hydriques (amibiase intestinale, fièvre typhoïde et bilharziose intestinale) dont a souffert un des membres de ménage au cours des trois dernières années (2008, 2009 et 2010) qui ont précédé l'enquête. Les pourcentages varient suivants les quartiers (Fig. 25). La faible prévalence de la bilharziose comparée à celle de la typhoïde ou de l'amibiase intestinale pourrait être mise en liaison avec le mode de transmission de cette maladie qui nécessite la présence d'un vecteur (mollusque d'eau douce appelé *Biomphalaria glabrata* pour *S. mansoni*) et le contact permanent avec des eaux usées. Cette maladie affecte généralement les personnes qui manipulent au quotidien les eaux usées comme les maraîchers, les pêcheurs (pêche à la nasse) ou les laveurs de voitures qui utilisent l'eau de la rivière. La zone de Nkolbisson, principal site de maraîchage dans le bassin versant de l'Abiergué pourrait donc constituer le foyer de cette maladie.

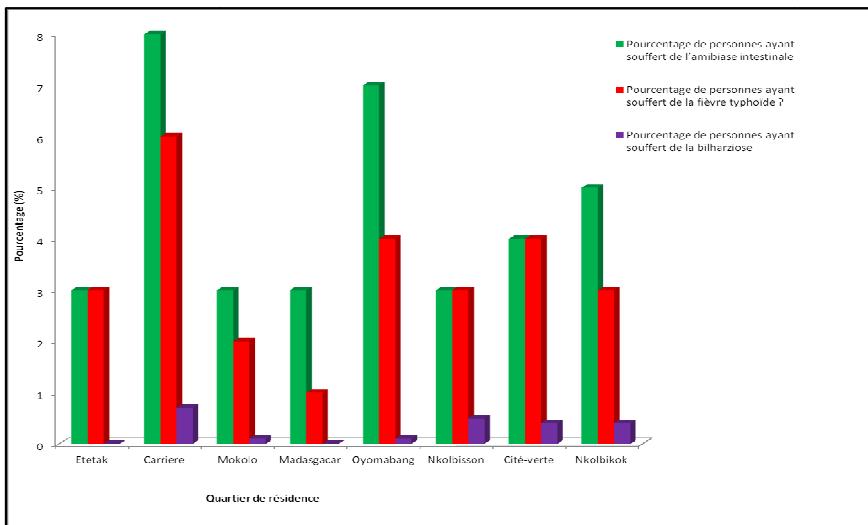


Fig. 25 : Proportion de personnes ayant souffert de l'amibiase intestinale, de la typhoïde et de la bilharziose au cours des années 2008, 2009 et 2010 dans les différents quartiers du bassin versant de l'Abiergué

Hormis ces trois différentes maladies, les ménages ont également souffert au cours des trois dernières années ayant précédé l'enquête de maladies hydriques suivantes : choléra (0,1%), diarrhées graves (11,1%) et autres (19,2% ; le paludisme était régulièrement cité). Le choléra qui est la maladie la plus citée n'aurait affecté que 0,1% de la population. Ceci est dû au fait que très peu de personnes sont prompts à avouer avoir souffert du choléra. La maladie étant considérée dans la zone comme la "maladie de la honte, de la saleté et de la pauvreté".

Les ménages utilisent de manière simple ou combinée différentes méthodes (Tabl. 8) pour traiter ces 3 principales maladies hydriques.

Tabl. 8 : Modalités utilisées par la population pour le traitement de l'amibiase intestinale, la fièvre typhoïde et la bilharziose intestinale

Modalités de traitement	Modalité première utilisée par les ménages (282) pour le traitement de l'amibiase intestinale (%)	Modalité première utilisée par les ménages (204) pour le traitement de la fièvre typhoïde (%)	Modalité première utilisée par les ménages (14) pour le traitement de la bilharziose (%)
Hôpital	69,5	73	50
Tradipraticien	1,7	3,4	14,3
Remède de la rue	12,7	1,96	14,3
Utilisation des plantes	13,8	20,6	7,1
Ne Sait Plus (NSP)	0,3	0,5	7,1
Autres	1,7	0,5	7,1
Total	100	100	100

Les dépenses allouées au traitement de ces trois différentes pathologies pris individuellement (amibiase intestinale, fièvre typhoïde et bilharziose) oscillent dans des tranches allant de 5000 à plus de 75 000 FCFA (Tabl. 9). Quelques ménages ne se rappellent plus des dépenses engagées pour le traitement de ces maladies ceci pour diverses raisons (non tenue des cahiers de dépenses du ménage, recours à plusieurs moyens de traitement, achat de médicaments dans la rue et ceci sur une longue période, ...).

Tabl. 9 : Dépenses effectuées pour le traitement de l'amibiase intestinale, la fièvre typhoïde et la bilharziose

Coût (En FCFA)	Dépenses des ménages (251) pour le traitement de l'amibiase intestinale (en % des ménages par tranche de coût)	Dépenses des ménages (193) pour le traitement de la typhoïde (en % des ménages par tranche de coût)	Dépenses des ménages (11) pour le traitement de la bilharziose (en % des ménages par tranche de coût)
[5 000 - 15 000]	69,8	23,8	36,3
[15 000 - 20 000]	15,7	19,7	36,3
[25 000 - 50 000]	4,8	22,3	/
[50 000 - 75 000]	2	4,1	/
Plus de 75 000	3,2	7,7	9,1
Ne Sait Plus (NSP)	4,4	22,3	18,2
Total	99,9	99,9	99,9

IV-2.5. GIRE et propositions pour une gestion durable des ressources en eau

Quelques ménages enquêtés (5,07%) n'ont pas répondu à la question portant sur la connaissance de la GIRE. De ceux qui ont répondu, il ressort que 14,3% des ménages affirment avoir déjà entendu parler de la GIRE.

Environ 15% des ménages enquêtés affirment connaître des associations qui œuvrent régulièrement dans la gestion des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué. Ils citent dans ce registre sans aucune distinction une panoplie d'acteurs institutionnels et non institutionnels : associations de développement, Communauté Urbaine de Yaoundé, Commune Urbaine d'Arrondissement de Yaoundé II, VI et VII, AQUACARE (promoteurs de la méthode SODIS), Mairie de Colombes (France), Eglise catholique,

Plus de la moitié des ménages enquêtés (62,3%) pensent que la gestion durable des ressources en eau peut être une réalité dans le bassin versant de l'Abiergué contre 30,4% qui pensent le contraire. Les pessimistes et les optimistes évoquent ensemble des contraintes qui peuvent saper ce processus : mentalité (comportement) des populations (21,3%), manque de

structure devant mettre en œuvre cette dynamique (2,2%), multiplicité des acteurs institutionnels et non institutionnels (0,5%) ou autres raisons (3,3%). Ils proposent par ailleurs plusieurs actions pour améliorer la gestion des ressources en eau : aménagement des points d'eau (19,5%), sensibilisation des populations (19,19%), implication de l'Etat dans les questions de gestion de l'eau (8,39%), amélioration des services de la CDE (3,9%).

IV-3. ANALYSE CROISEE DES RESULTATS DES ENQUETES MENAGES

IV-3.1. Caractéristiques générales des ménages, accès à l'eau potable et à l'assainissement et maladies hydriques

L'analyse exploratoire (Analyse en Composantes Multiples-ACM) et bivariée montre que certaines variables propres aux caractéristiques générales des ménages (la religion, l'ethnie, la nationalité, l'âge et le statut matrimonial du chef de ménage, le statut par rapport à la maison et l'effectif du ménage) pris dans les différentes proportions de représentativité, ne constituent pas des facteurs discriminants en ce qui concerne l'accès à l'eau potable, l'hygiène et l'assainissement, les maladies hydriques et les questions relatives à la GIRE. A l'opposé, des relations existent entre ces différentes variables (eau potable, hygiène, assainissement, maladies hydriques) et le quartier de résidence, le niveau d'instruction ou le statut professionnel du chef de ménage.

IV-3.2. Quartier de résidence, accès à l'eau potable et maladies hydriques

L'ACM (Fig. 26) prend en compte dans le cas présent, le quartier de résidence (S1QO2), l'accès à l'eau potable (S2QO1A) et les maladies hydriques représentées par l'amibiase intestinale (S4QO2), la fièvre typhoïde (S4QO5) et la bilharziose (S4QO8). Concernant l'accès à l'eau potable, uniquement la modalité première (première réponse) a été retenue. Les modalités liées aux 5 variables retenues sont inscrites dans le tableau suivant.

Tabl. 10 : Variables et modalités de réponse pour l'analyse portant sur le quartier de résidence, l'accès à l'eau potable et les maladies hydriques

Variables qualitatives	Modalités de réponse			
S1QO2 : Quartiers de résidence	1. Etetack 5. Oyomabang	2. Carrière 6. Nkolbisson	3. Mokolo 7. Cité-Verte	4. Madagascar 8. Nkolbikok
S2QO1A : Accès à l'eau potable	1. Puits 4. Eau de la CDE à domicile 6. Forage	2. Source	3. Borne fontaine 5. Eau de la CDE chez le voisin 8. Autres (à préciser)	
S4QO2 : Amibiase intestinale	1. Oui	2. Non		
S4QO5 : Fièvre typhoïde	1. Oui	2. Non		
S4QO8 : Bilharziose	1. Oui	2. Non		

Sur la figure, la référence S1QO2-1 correspond à la modalité 1 de la question S1QO2.

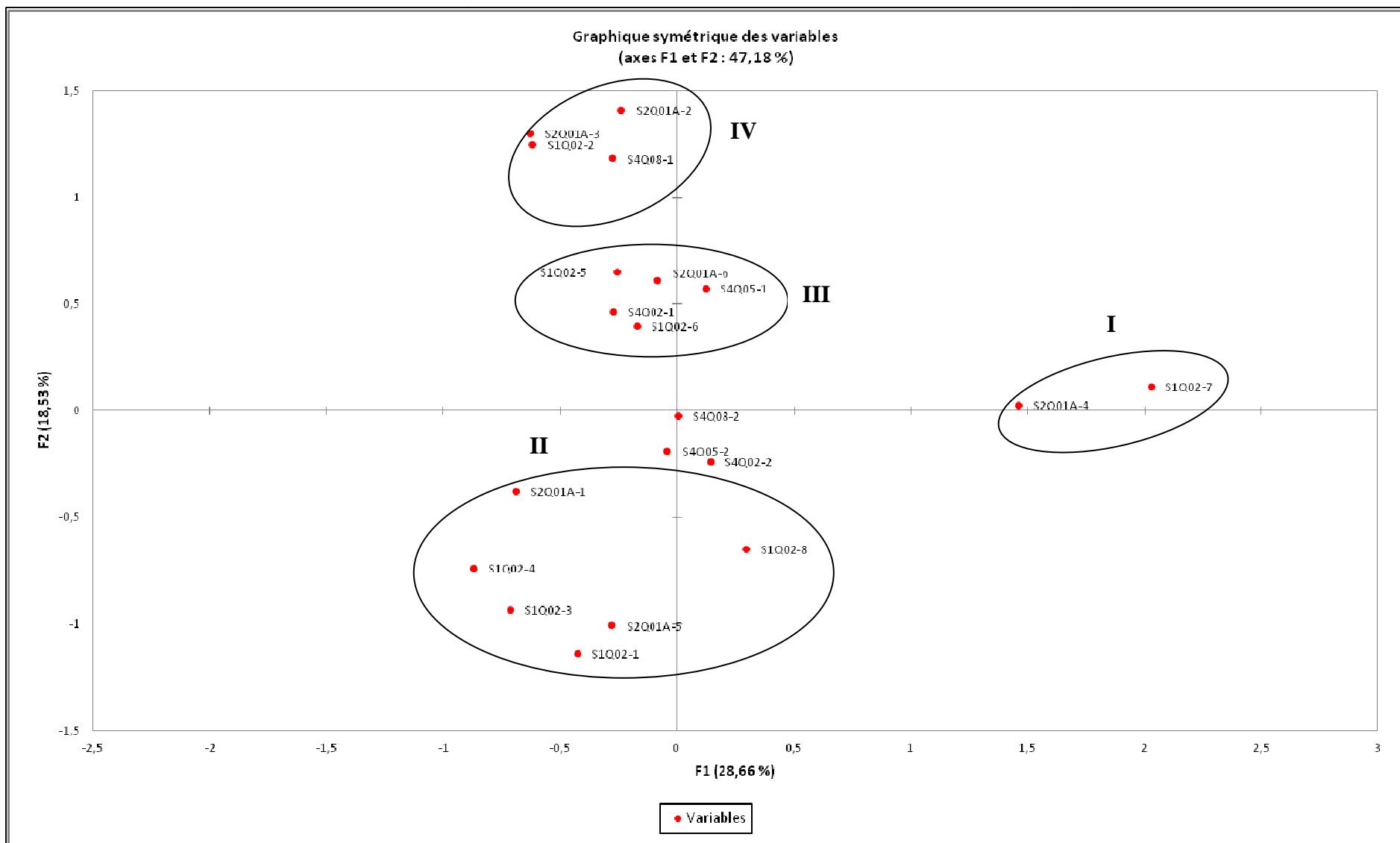


Fig. 26 : ACM portant sur le quartier de résidence, l'accès à l'eau potable et les maladies hydriques

Les deux axes contribuent à hauteur de 47,18% à l'inertie totale.

Par rapport à l'axe F1, les contributions importantes sont celles des quartiers (44%) et de la modalité d'accès à l'eau (44%). Cet axe oppose les quartiers où les ménages ont accès à l'eau du réseau CDE à domicile des autres quartiers où les ménages ont recours à l'eau des bornes fontaines, l'eau de la CDE chez le voisin ou l'eau issue des puits, sources et forage.

Suivant l'axe 2, les contributions sont liées à la présence ou à l'absence des maladies hydriques.

De cette répartition, il ressort que la Cité-Verte se distingue comme étant le seul quartier où les ménages bénéficient dans leur grande majorité d'un accès à l'eau potable à domicile (**I**). Ce quartier a été aménagé par la Société Immobilière du Cameroun (SIC). Il est le mieux structuré du bassin versant de l'Abiergué. Les ménages résidant dans ce quartier ont relativement peu souffert d'amibiase intestinale, de fièvre typhoïde ou de bilharziose entre 2008 et 2010. Il en est de même pour les ménages des quartiers Mokolo, Etetack, Madagascar et Nkolbikok (**II**) qui ont été faiblement affectés par ces trois différentes maladies malgré le fait qu'ils utilisent dans des proportions variables l'eau de puits ou l'eau de la CDE. A l'opposé, les ménages des quartiers Oyomabang et Nkolbisson (**III**) qui s'approvisionnent en eau au niveau des forages, puits, sources ou achètent de l'eau de la CDE chez le voisin, ont enregistré des proportions élevées de cas d'amibiase intestinale et de fièvre typhoïde. La bilharziose a affecté de façon particulière les ménages du quartier Carrière (**IV**) qui ont recours aux bornes fontaines et aux sources pour leurs besoins en eau. Les cas de bilharziose enregistrés dans ce quartier pourraient être rattachés à la pratique du maraîchage dans les bas-fonds de Nkolbisson par certains ménages résidant au quartier Carrière. Par ailleurs, la pratique de la lessive et la prise de bain à certains points de l'Abiergué au quartier Carrière pourraient également justifier les cas de bilharziose enregistrés dans ce quartier.

Cette analyse exploratoire a fait suite à une analyse bivariée entre les différentes variables afin de mieux préciser les liaisons entre ces dernières.

IV-3.2.1. Modalité première d'accès à l'eau potable et quartier de résidence

La relation entre le quartier de résidence et la modalité première d'accès à l'eau est significative ($\alpha = 0,01\%$). Il existe en effet un lien entre l'accès à l'eau potable et le quartier de résidence. En ceci, les quartiers spontanés (Carrière, Nkolbikok, ...) ont recours aux puits, eau de la CDE chez le voisin et eau de la borne fontaine pour assurer leurs besoins (Fig. 27) tandis que le quartier structuré (Cité-Verte) dispose de l'eau de la CDE à domicile. L'usage de l'eau

de puits et des sources est subsidiaire dans ce quartier et n'intervient que lors des arrêts prolongés du service d'eau potable.

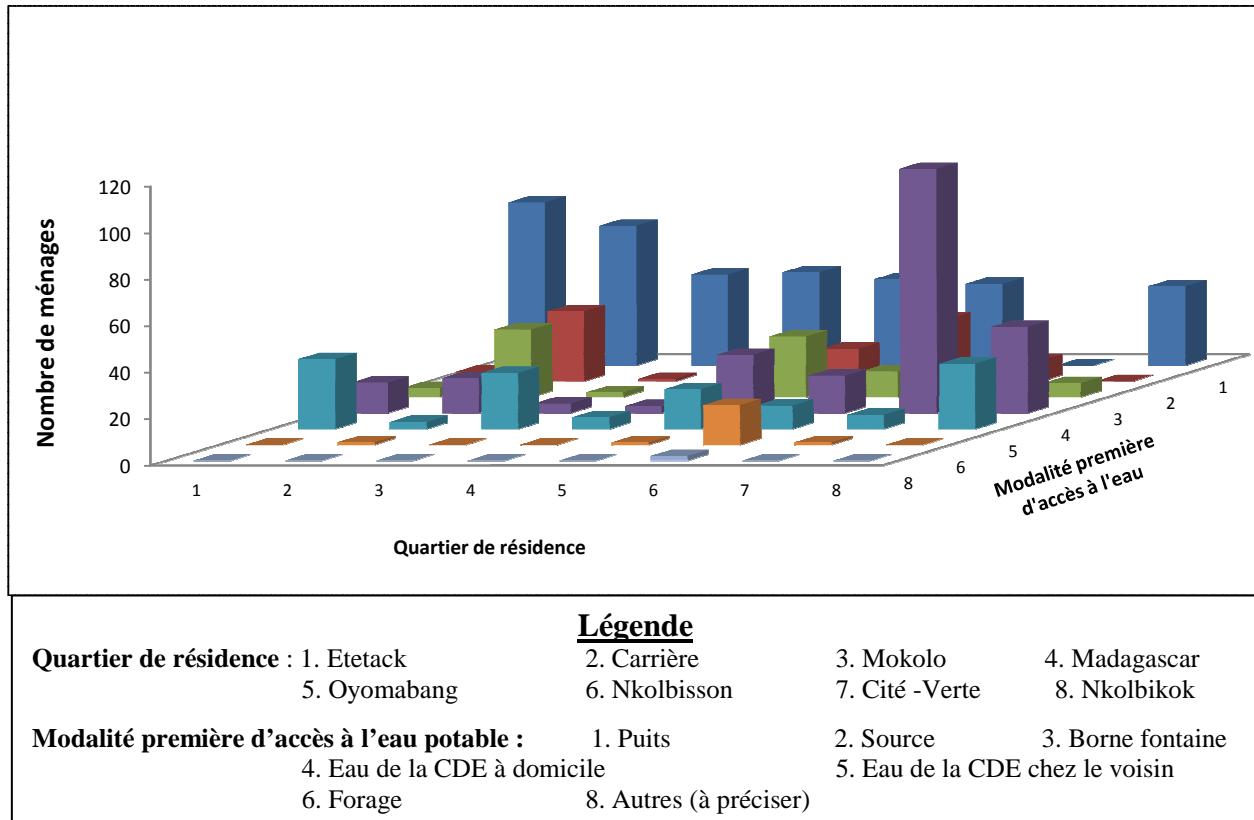


Fig. 27 : Vue 3D du tableau de contingence entre la modalité première d'accès à l'eau potable et le quartier de résidence

IV-3.2.2. Modalité première d'accès à l'eau potable et maladies hydriques

Les valeurs calculées de alpha pour l'amibiase intestinale ($\alpha = 0,4\%$), la fièvre typhoïde ($\alpha = 0,29\%$) et la bilharziose ($\alpha = 0,88\%$) sont supérieures à la valeur seuil de $\alpha = 0,05\%$ et montre que la relation entre la modalité première d'accès à l'eau potable et ces 3 maladies hydriques n'est pas significative. Ainsi, les ménages disposant de l'eau de la CDE à domicile ont autant été affectés par les maladies hydriques que ceux ayant recours aux ouvrages alternatifs. Il est important de relativiser cette conclusion qui ne tient pas compte d'une part de la complémentarité des sources d'approvisionnement en eau potable et d'autre part des différents éléments qui entourent la collecte et la conservation de l'eau. Cette situation met par ailleurs en avant la question de l'efficacité du service de l'eau entre la présence du réseau d'adduction d'eau et la disponibilité de l'eau en continu. En marge de ces constats, émerge la contribution des autres facteurs endogènes et exogènes dans la transmission des maladies hydriques dans le bassin de l'Abiergué.

IV-3.2.3. Quartier de résidence et maladies hydriques

Les relations entre le quartier de résidence et l'amibiase intestinale ($\alpha = 0,01\%$) d'une part et entre le quartier de résidence et la fièvre typhoïde (0,01%) d'autre part sont significatives en référence à la valeur seuil de 0,05%. A l'opposé, il n'existe aucun lien entre le quartier de résidence et la bilharziose. Des cas d'amibiase intestinale ont été enregistrés dans des proportions plus ou moins importantes aux quartiers Carrière, Oyomabang, Cité-Verte, Nkolbikok et Mokolo tandis que la fièvre typhoïde a plus affecté les populations des quartiers Carrière, Oyomabang, Nkolbisson, Cité Verte et Nkolbikok. Hormis la Cité-Verte, les autres quartiers se caractérisent par une forte promiscuité, un déficit d'accès au réseau d'adduction d'eau potable et à un mauvais assainissement, ce qui justifie les cas de maladies enregistrées. Ainsi, les caractéristiques générales des ménages qui conditionnent leur installation dans un quartier ou dans l'autre font émerger le lien entre l'aménagement de l'espace et les maladies hydriques bien que le cas singulier de la Cité-Verte y apporte une exception, vite contrebalancé par la multiplicité des facteurs et des sources de contamination.

IV-3.3. Quartier de résidence, gestion des excréta et maladies hydriques

Les différentes modalités (Tabl. 11) utilisées pour l'ACM (Fig. 28) sont issues des 5 variables portant sur le quartier de résidence (S1QO2), la gestion des excréta (S3QO1) et les maladies hydriques (amibiase intestinale, fièvre typhoïde et bilharziose).

Tabl. 11 : Variables et modalités de réponse pour l'analyse portant sur le quartier de résidence, la gestion des excréta et les maladies hydriques

Variables	Modalités de réponse			
S ₁ QO ₂ : Quartiers de résidence	1. Etetack 5. Oyomabang	2. Carrière 6. Nkolbisson	3. Mokolo 7. Cité-Verte	4. Madagascar 8. Nkolbikok
S ₃ QO ₁ : Gestion des excréta	1. Latrine à fond perdu 4. WC moderne avec fosse septique	2. Latrine à canon	3. Latrine améliorée 5. Autres (à préciser)	
S ₄ QO ₂ : Amibiase intestinale	1. Oui	2. Non		
S ₄ QO ₅ : Fièvre typhoïde	1. Oui	2. Non		
S ₄ QO ₈ : Bilharziose	1. Oui	2. Non		

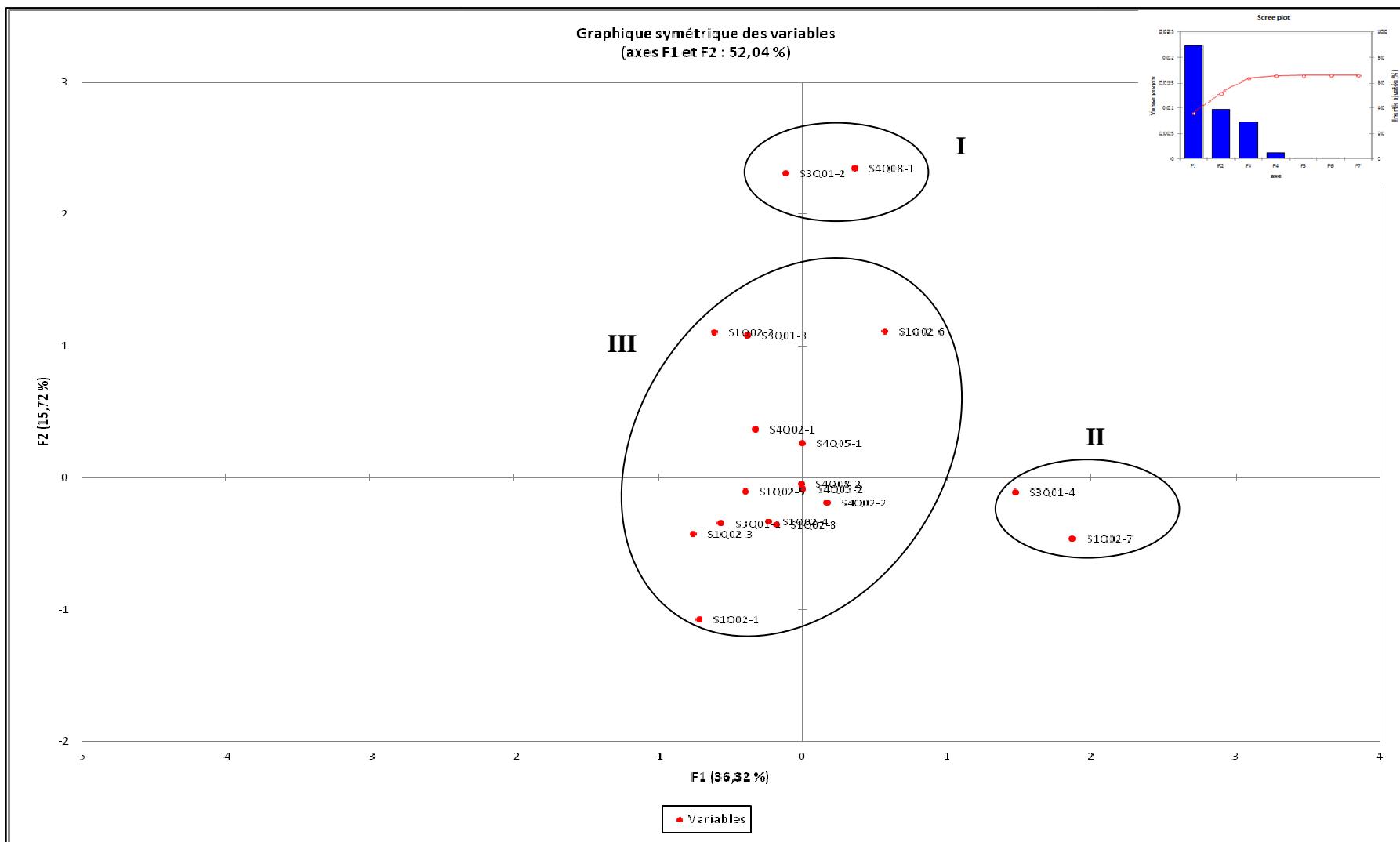


Fig. 28 : ACM portant sur le quartier de résidence, la gestion des excréta et les maladies hydriques

L'axe F1 et F2 contribuent à hauteur de 52% à l'inertie totale.

L'axe F1 oppose les quartiers où les ménages disposent des WC modernes avec fosses septiques aux quartiers où les ménages ont recours aux ouvrages tels que les latrines à canon, les latrines à fond perdu ou aux "autres" voies pour l'évacuation des excréta.

L'axe F2 oppose les ménages ayant souffert de l'amibiase intestinale, de la fièvre typhoïde et de la bilharziose à ceux qui n'en ont pas souffert.

La bilharziose semble sévir dans les zones où les latrines à canon sont les plus utilisées (**I**). Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que l'évacuation des excréta dans l'eau s'accompagne de la propagation des parasites qui entretiennent ainsi le cycle de contamination.

La Cité-Verte se singularise par sa modalité de gestion des excréta marquée par les WC modernes avec fosse septique (**II**).

Les quartiers (Oyomabang, Mokolo, Carrière, Nkolbisson, Etetack) où les ménages utilisent les latrines à canon, à fond perdu ou des latrines améliorées ont été affectés dans des proportions variables par l'amibiase intestinale ou la fièvre typhoïde (**III**).

L'absence de l'amibiase intestinale, la fièvre typhoïde et la bilharziose ne discrimine pas les quartiers.

IV-3.3.1. Quartier de résidence et gestion des excréta

La relation entre le quartier de résidence et les modalités de gestion des excréta est significative ($\alpha = 0,01 \%$). Le quartier structuré est caractérisé par la prédominance des WC modernes avec fosses septiques et les quartiers spontanés par le recours aux autres modalités d'évacuation des excréta (latrines, ...).

IV-3.3.2. Gestion des excréta et les maladies hydriques

Les relations entre les modalités de gestion des excréta et l'amibiase intestinale d'une part et entre les modalités de gestion des excréta et la fièvre typhoïde d'autre part ne sont pas significatives. Les valeurs de alpha ($\alpha = 0,52 \%$ pour l'amibiase intestinale et $\alpha = 0,33 \%$ pour la fièvre typhoïde) sont largement supérieures à la valeur seuil de 0,05 %. Il existe par contre un lien entre la gestion des excréta et la bilharziose ($\alpha = 0,01\%$).

IV-3.4. Quartier de résidence, statut professionnel du chef de ménage, l'accès à l'eau potable, la gestion des excréas, des déchets solides et des eaux usées et les maladies hydriques

Les variables portant sur le quartier de résidence (S1QO2), le statut professionnel du chef de ménage (S1Q10), l'accès à l'eau potable (S2QO1A), la gestion des excréas (S3QO1), la gestion des déchets solides (S3QO2), la gestion des eaux usées (S3QO5) et les maladies hydriques (amibiase intestinale, fièvre typhoïde et bilharziose) ont été utilisées dans le cadre de l'ACM (Fig. 29). Les différentes modalités de réponse pour chaque variable sont reprises dans le tableau suivant (Tabl. 12).

Tabl. 12 : Variables et modalités de réponse pour l'analyse portant sur le quartier de résidence, le statut professionnel du chef de ménage, l'accès à l'eau potable, la gestion des excréas, déchets solides et des eaux usées et les maladies hydriques

Variables	Modalités de réponse			
S1QO2 : Quartiers de résidence	1. Etetack 5. Oyomabang	2. Carrière 6. Nkolbisson	3. Mokolo 7. Cité Verte	4. Madagascar 8. Nkolbikok
S1Q10 : Statut professionnel	1. Fonctionnaire 5. Sans activité	2. Commerçant 6. Petit commerce	3. Agriculteur 8. Autres (à préciser)	4. Eleveur
S2QO1A : Accès à l'eau potable	1. Puits 4. Eau de la CDE à domicile 6. Forage	2. Source 5. Eau de la CDE chez le voisin 8. Autres (à préciser)	3. Borne fontaine	
S3QO1 : Gestion des excréas	1. Latrine à fond perdu 4. WC moderne avec fosse septique	2. Latrine à canon	3. Latrine améliorée 5. Autres (à préciser)	
S3QO2 : Gestion des déchets solides	1. Fosse fumière 4. Enlèvement direct par HYSACAM	2. Abonné pré collecte	3. Bac public 5. Rigoles	6. Autres
S3QO5 : Gestion des eaux usées	1. Rigoles	2. Latrines	3. WC	4. Ne sait pas 5. Autres (à préciser)
S4QO2 : Amibiase intestinale	1. Oui	2. Non		
S4QO5 : Fièvre typhoïde	1. Oui	2. Non		
S4QO8 : Bilharziose	1. Oui	2. Non		

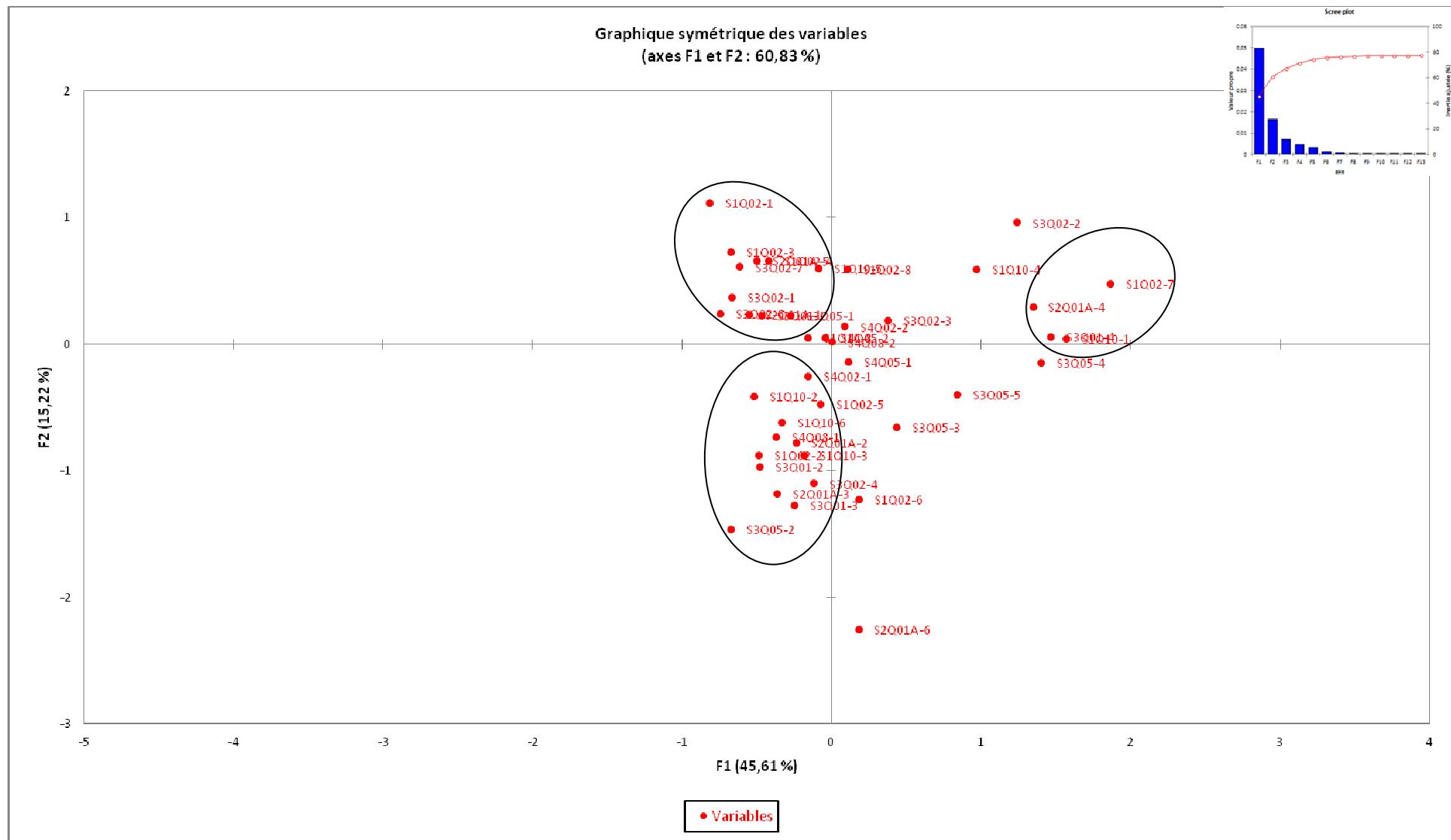


Fig. 29 : ACM intégrant le quartier de résidence, le statut professionnel du chef de ménage, l'accès à l'eau potable, la gestion des excréta, des déchets solides, des eaux usées et les maladies hydriques

Les axes F1 et F2 représentent 60,81 % de l'inertie totale.

L'axe F1 oppose le quartier structuré où toutes les commodités liées à l'accès à l'eau potable, à la gestion des excréta, des déchets solides et liquides sont réunies aux quartiers spontanés où coexiste l'usage des méthodes conventionnelles et non conventionnelles liés à ces différents services de base.

L'axe F2 oppose les ménages qui ont été fortement affectés par les maladies hydriques à ceux qui en ont peu souffert.

Les ménages qui résident au quartier Cité-Verte disposent du réseau d'eau potable à domicile, ont recours aux WC modernes avec fosses septiques pour l'évacuation des excréta et des eaux usées et bénéficient pour ce qui sont des déchets solides d'un enlèvement direct par les camions de la société HYSACAM (**I**). Les chefs de ménages de ce quartier sont en majorité des fonctionnaires.

Les ménages basés dans les quartiers Etetack, Mokolo, Madagascar et Nkolbikok (**II**) ont recours dans leur grande majorité au puits ou achètent de l'eau chez le voisin pour assurer leurs besoins en eau. Ils utilisent des latrines à fond perdu pour l'évacuation des excréta et des rigoles pour celle des eaux usées. L'évacuation des déchets solides se fait via les fosses fumières, les bacs à ordures ou bien "d'autres" issues (cours d'eau). Sur le plan professionnel, les chefs de ménage sont "sans activité" ou sont engagés dans le secteur privé formel ou informel où les rémunérations sont faibles.

Les quartiers Oyomabang, Carrière, Nkolbisson (**III**) concentrent des ménages dont les chefs sont engagés pour leur grande majorité dans le petit et le gros commerce et subsidiairement dans le domaine agricole. Les ménages résidant dans ces quartiers font recours à l'eau de source et aux bornes fontaines pour assurer leurs besoins en eau potable. L'évacuation des eaux usées se fait essentiellement au travers des latrines et des rigoles. Les déchets solides sont récupérés directement par HYSACAM ou évacués dans les rigoles et les cours d'eau. Les excréta sont évacués à travers les latrines à fond perdu et à canon. Ces quartiers regorgent de ménages qui ont enregistré plus de cas d'amibiase intestinale et de bilharziose (Carrière).

IV-3.4.1. Statut professionnel du chef de ménage et accès à l'eau potable

La valeur calculée ($\alpha = 0,01\%$), inférieure à la valeur seuil de 0,05% montre que la relation entre le statut professionnel du chef de ménage et la modalité première d'accès à l'eau potable est significative. Les chefs de ménages, fonctionnaires ou engagés dans le secteur privé formel (avocat au barreau, cadre commercial, ...) ou informel (commerçant, ...)

disposant des revenus subséquents ont accès au réseau d'eau potable de la CDE à domicile. A l'opposé, les chefs de ménages engagés dans le secteur public ou privé où les rémunérations sont basses ont recours à l'eau du puits, de forage, de la borne fontaine, de la source ou achètent de l'eau de la CDE chez le voisin.

IV-3.4.2. Statut professionnel du chef de ménage et gestion des excréta, eaux usées et des déchets solides

Il existe une relation entre le statut professionnel du chef de ménage, la gestion des excréta, des déchets solides et des eaux usées. Les valeurs de alpha ($\alpha = 0,01\%$ pour la gestion des excréta; $\alpha = 0,01\%$ pour la gestion des déchets solides et $\alpha = 0,008\%$ pour la gestion des eaux usées) sont significatives au seuil de 0,05%. Ainsi, les chefs de ménage qui exercent les emplois bien rémunérés (dans le public ou dans le privé), vont avoir tendance à occuper des maisons munies de WC modernes avec des fosses septiques qui se trouvent être généralement localisées dans des zones viabilisées (zones hautes ou zones de milieu de pente). Des véhicules de ramassage de déchets solides y accèdent plus ou moins facilement.

IV-3.4.3. Statut professionnel du chef de ménage et maladies hydriques

Il n'existe pas de lien entre le statut professionnel du chef de ménage et les 3 maladies hydriques que sont l'amibiase intestinale, la fièvre typhoïde et la bilharziose. Elles affectent autant les personnes disposant d'un statut professionnel confortable (fonctionnaire, ...) que celles dont le statut est précaire (petit commerçant, ...). Ainsi, si le statut professionnel influe directement ou indirectement sur l'accès à l'eau potable, l'assainissement et la gestion des déchets solides, il n'en demeure pas moins que ces variables ne constituent pas à elles seules, les principaux justificatifs de la prévalence des maladies hydriques. Ce constat met en exergue les impacts des actions individuelles sur la collectivité et interroge toute la dynamique (sources et processus) de contamination qui peut être exogène ou endogène.

IV-3.4.4. Gestion des déchets solides, des eaux usées et maladies hydriques

Les cas d'amibiase intestinale, de fièvre typhoïde et de bilharziose ne sont pas liés à la gestion des déchets solides. Les valeurs de α ($\alpha = 0,15\%$ pour l'amibiase intestinale, $\alpha = 0,25\%$ pour la fièvre typhoïde et $\alpha = 0,63\%$ pour la bilharziose) sont supérieures à la valeur seuil de 0,05%. De même, la fièvre typhoïde ($\alpha = 0,65\%$) et la bilharziose ($\alpha = 0,62\%$) ne sont pas en relation avec la gestion des eaux usées. Par contre il existe une liaison entre l'amibiase intestinale ($\alpha = 0,01\%$) et la gestion des eaux usées. Ainsi, l'absence ou la présence de

l'amibiase intestinale, fièvre typhoïde et bilharziose au sein d'un ménage ne sont pas intimement liées aux modes d'évacuation de déchets solides ou des eaux usées propres à celui-ci. Autrement dit, la bonne ou la mauvaise gestion des déchets solides et des eaux usées par un ménage ne constituent pas un facteur direct d'occurrence de maladies hydriques au sein de ce ménage. Il n'y a pas de lien de cause à effet entre les maladies hydriques (fièvre typhoïde et bilharziose) et la gestion des déchets solides et des eaux usées d'un ménage. Par contre, la contamination directe inhérente à l'amibiase intestinale justifie le lien avec la gestion des eaux usées. Ainsi, un ménage peut contribuer à travers une mauvaise gestion des déchets et des eaux usées à la propagation des pathogènes et par ricochet à l'émergence des maladies hydriques dans la zone sans pour autant en souffrir. En d'autres termes, la mauvaise gestion des eaux usées et des déchets solides propre à chaque ménage contribue à l'occurrence des maladies hydriques dans l'ensemble du bassin versant sans pour autant avoir une incidence sanitaire directe sur le ménage en question.

IV-3.5. Quartier de résidence, traitement de l'eau et maladies hydriques

Les variables qualitatives (Tabl. 13) utilisées pour la réalisation de l'ACM (Fig. 30) portent sur le quartier de résidence (S1QO2), le traitement de l'eau de puits ou de source (S2QO2) et sur l'amibiase intestinale (S4QO2), la fièvre typhoïde (S4QO5) et la bilharziose (S4QO8).

Tabl. 13 : Variables et modalités de réponse pour l'analyse portant sur le quartier de résidence, le traitement de l'eau et les maladies hydriques

Variables qualitatives	Modalités de réponse			
S1QO2 : Quartiers de résidence	1. Etetack 5. Oyomabang	2. Carrière 6. Nkolbisson	3. Mokolo 7. Cité-Verte	4. Madagascar 8. Nkolbikok
S2QO2 : Traitement de l'eau	1. Oui	2. Non		
S4QO2 : Amibiase intestinale	1. Oui	2. Non		
S4QO5 : Fièvre typhoïde	1. Oui	2. Non		
S4QO8 : Bilharziose	1. Oui	2. Non		

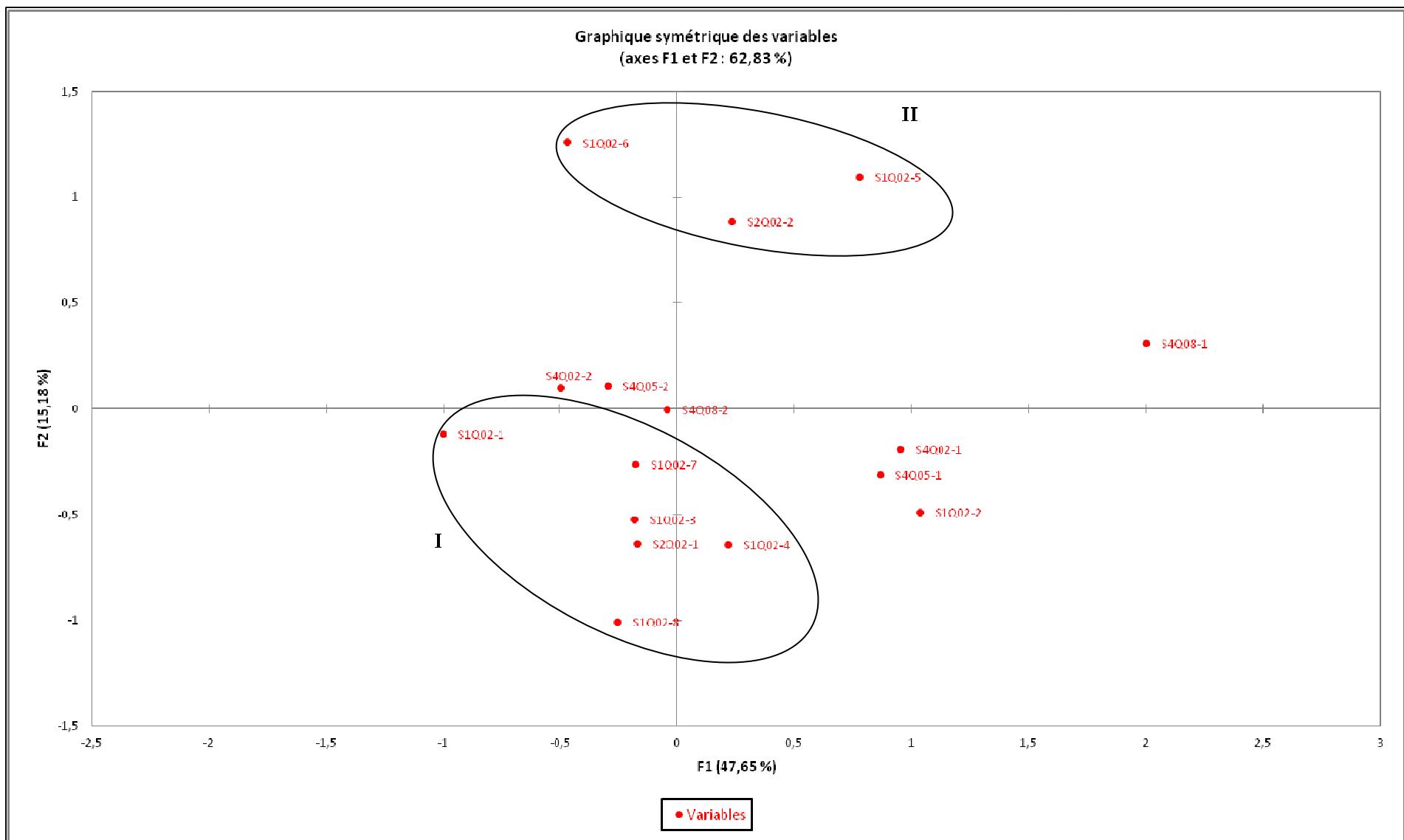


Fig. 30 : ACM portant sur le quartier de résidence, le traitement de l'eau et les maladies hydriques

Les axes F1 et F2 contribuent à hauteur de 62,83% à l'inertie totale.

L'axe F1 oppose les quartiers où les ménages ont été fortement affectés par les maladies hydriques aux quartiers où les ménages en ont moins souffert.

L'axe F2 oppose les quartiers où le traitement de l'eau est dominant aux quartiers où c'est l'absence de traitement qui domine.

Les ménages résidant dans les quartiers Etetack, Cité-Verte, Mokolo, Madagascar, Nkolbikok et Carrière (**I**) procèdent en termes de pourcentage, plus au traitement d'eau qu'au non traitement. Par opposition, les ménages résidant dans les quartiers Oyomabang et Nkolbisson ont en termes de proportion, plus tendance à ne pas traiter l'eau qu'à la traiter (**II**).

Il n'y a pas de liaison entre le traitement de l'eau et la prévalence de l'amibiase intestinale, la fièvre typhoïde et la bilharziose. Les valeurs de α ($\alpha = 0,90\%$ pour l'amibiase intestinale, $\alpha = 0,95\%$ pour la typhoïde et $\alpha = 0,36\%$ pour la bilharziose) sont supérieures à la valeur seuil de 0,05% et permettent de conclure que ces différentes variables sont indépendantes.

Les ménages des quartiers Carrière et Madagascar, malgré le traitement effectué sur les eaux de puits et de sources ont enregistré des cas d'amibiase intestinale et de fièvre typhoïde. Cela pourrait être dû à l'inefficacité du traitement généralement effectué. Par ailleurs, cette situation pourrait également découler des autres sources de transmission des maladies (aliments contaminés, ...). Les cas de bilharziose ne sont pas liés au traitement de l'eau, ce qui est conforme au mécanisme de transmission de la maladie.

IV-3.6. Caractéristiques générales des ménages et GIRE

Sur la base des différents croisements, il ressort que les caractéristiques générales des ménages (quartier de résidence, ethnie, religion, ...) ne constituent pas à l'absolu des facteurs discriminants pour ce qui concerne la GIRE (connaissance, possibilité de mise en œuvre, contraintes et propositions). L'analyse de ces différents modules donne une répartition homogène des différents ménages qui ne permet pas d'isoler un groupe bien spécifique. Cette situation découlerait du fait que la GIRE n'est pas encore implantée dans la zone ou au Cameroun.

IV-4. EXPLOITATION DES DONNEES ISSUES DES "FOCUS GROUP"

Pour les différents participants au groupe de travail, l'eau est source de vie. Sur le plan culturel, elle symbolise la richesse et sur le plan religieux, c'est un signe de pureté.

Les réponses obtenues pour l'accès à l'eau potable, l'assainissement et la gestion des déchets solides sont conformes aux résultats obtenus dans le cadre des enquêtes ménages. Des propositions ont été formulées par les participants pour améliorer ces différents services. En ce qui concerne la gestion des eaux usées, les participants insistent sur la nécessité de réaliser des canaux de drainage et d'éviter de déverser ces eaux dans les rivières. Pour la gestion des déchets solides, ils souhaiteraient que la société HYSACAM soit plus performante et que le gouvernement s'investisse un peu plus dans ce secteur en installant des bacs à ordures dans les différents quartiers. Le gouvernement devrait également aménager les routes afin de permettre aux camions de la société HYSACAM d'aller récupérer les déchets dans tous les coins et recoins du bassin versant. Pour la bonne gestion des excréta, les participants insistent sur l'opportunité de mettre un accent sur l'aménagement des latrines en les construisant à une certaine distance des puits et des cuisines et en évitant aussi de les construire aux abords des cours d'eau. Ils proposent la mise en place des fosses septiques pour mieux gérer les excréta.

La pollution des eaux est attribuée à un mauvais assainissement. Les mesures proposées pour réduire la pollution des eaux portent sur les actions suivantes : sensibiliser les populations aux dangers de la pollution, éviter de déverser les eaux usées et les déchets solides dans le cours d'eau, prendre soin de déposer les déchets solides dans les bacs à ordures, éviter de construire les latrines en amont des puits ou aux abords des cours d'eau.

Le déversement des déchets solides dans l'eau altère sa qualité, contamine les aliments et provoque des maladies hydriques pouvant entraîner des décès. La mauvaise gestion des ressources en eau entraîne d'une part le manque d'eau potable et d'autre part contribue à la prolifération des microbes et par ricochet des maladies hydriques (paludisme, typhoïde, choléra, ...). Les dépenses liées au traitement de ces différentes maladies varient entre 10 000 FCFA et 100 000 FCFA et dépendent du type de pathologies et des modalités de traitement (hôpital, tradipraticien, automédication).

L'appréciation portée par les participants par rapport à la gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué est mitigée. Dans l'ensemble, elle est jugée "passable". Pour l'améliorer, il serait utile d'éviter les gaspillages, de traiter l'eau des puits et de mettre un accent sur la création des points d'eau. Des Comités d'Aide au Développement (CAD) ont été cités comme étant des acteurs issus du milieu associatif et qui œuvrent dans la gestion de l'eau dans cette zone.

Les participants pensent que la "mentalité des gens", le manque d'infrastructures routières et l'absence de volonté politique constituent des contraintes à la mise en œuvre de la

GIRE dans le bassin versant de l'Abiergué. Ils n'ont identifié aucun atout pouvant contribuer favorablement à l'implémentation du programme GIRE dans cette zone.

CONCLUSION

Les ménages du bassin versant de l'Abiergué sont hétérogènes et sont pour l'essentiel pauvres. Ils sont majoritairement confrontés au quotidien aux problèmes d'accès à l'eau potable et à l'assainissement. Il existe par ailleurs une certaine ségrégation par rapport à ces services suivant le statut professionnel des chefs de ménages. Toutefois, ce caractère ségrégatif ne se superpose pas à la répartition des maladies hydriques qui affectent l'ensemble des ménages du bassin versant de l'Abiergué. Ainsi, mis à part l'accès à l'eau potable et l'assainissement, d'autres facteurs endogènes ou exogènes contribueraient également à la recrudescence ou à l'émergence des maladies hydriques dans la zone. Les ménages disposent par ailleurs des connaissances relatives par rapport aux maladies hydriques. Entre 2008 et 2010, les ménages ont été confrontés à différentes maladies (amibiase intestinale, fièvre typhoïde, bilharziose, choléra, diarrhées graves, ...) pour des coûts variables suivant la gravité du cas et la pathologie concernée.

Les ménages de par leurs activités quotidiennes, produisent des déchets liquides et solides, qui en l'absence de tout traitement sont susceptibles d'affecter la qualité de l'eau, d'où l'intérêt porté à cette question dans le cadre du chapitre suivant. Il sera question en effet dans ce chapitre de caractériser sur le plan physico-chimique, bactériologique et parasitologique les eaux souterraines et de surface du bassin versant de l'Abiergué.

CHAPITRE V : RESULTATS RELATIFS A LA CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE, BACTERIOLOGIQUE ET PARASITOLOGIQUE DES EAUX SOUTERRAINES ET DE SURFACE

INTRODUCTION

La caractérisation physico-chimique, bactériologique et parasitologique des ressources en eau est fondamentale dans le processus de gestion durable des ressources en eau. En effet, l'on ne saurait prétendre gérer efficacement une ressource si l'on ne dispose pas des données fiables devant guider les actions à mener sur cette dernière. Par ailleurs, dans le bassin versant de l'Abiergué, la qualité de l'eau n'a pas fait et ne fait pas suffisamment l'objet d'une attention particulière de la part de la population ou des porteurs de projet d'approvisionnement en eau qui sont plus tournés vers des aspects quantitatifs.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent chapitre qui s'intéresse à la qualité des eaux souterraines et de surface sur la base des résultats des analyses physico-chimiques, bactériologiques et parasitologiques (Annexes 9) effectuées au cours des années 2010, 2011 et 2012. Il sera question dans ce chapitre d'évaluer la signature géologique et les empreintes anthropiques sur les ressources en eau. Par souci de synthèse, les interprétations développées dans ce chapitre vont s'appuyer essentiellement sur les maxima, moyennes et minima extraites des 06 campagnes et de la campagne complémentaire (Juin 2012-BE). En l'absence d'une norme nationale, les valeurs guides édictées par l'OMS en ce qui concerne les eaux destinées à la boisson (OMS, 2008b, 2011) et celles destinées à l'irrigation des consommables crus (OMS, 2012) seront utilisées comme référents pour apprécier respectivement la qualité des eaux souterraines et des eaux de surface. La norme camerounaise NC207:2003-02 portant sur l'eau potable destinée à la consommation humaine, rendue d'application obligatoire à la suite de l'arrêté N°029 MINIMIDT/CAB du 26/04/2007 est toujours attendue.

Ce chapitre comprend la localisation des sites d'échantillonnage suivie d'une présentation et d'une interprétation des résultats des analyses physico-chimiques, bactériologiques et parasitologiques des eaux souterraines et de surface.

V-1. ECHANTILLONNAGE DES EAUX

Vingt points de prélèvement d'eau (Fig. 31) comprenant 09 puits (KPC₁, KPC₂, KPE₃, KPN₄, KPN₅, KPM₆, KPN₇, KPCV₈, KPO₉), 04 sources (KSE₁, KSE₂, KSCV₃, KSN₄), 01 forage (KFO₁) et 06 points sur l'Abiergué (KAN₁, KAN₂, KAN₃, KAO₄, KAM₅, KEECV₆)

ont fait l'objet d'un suivi biannuel de la qualité de l'eau, ceci pendant 3 années. C'est au total 140 échantillons d'eau qui ont été analysés dans le cadre de cette recherche.

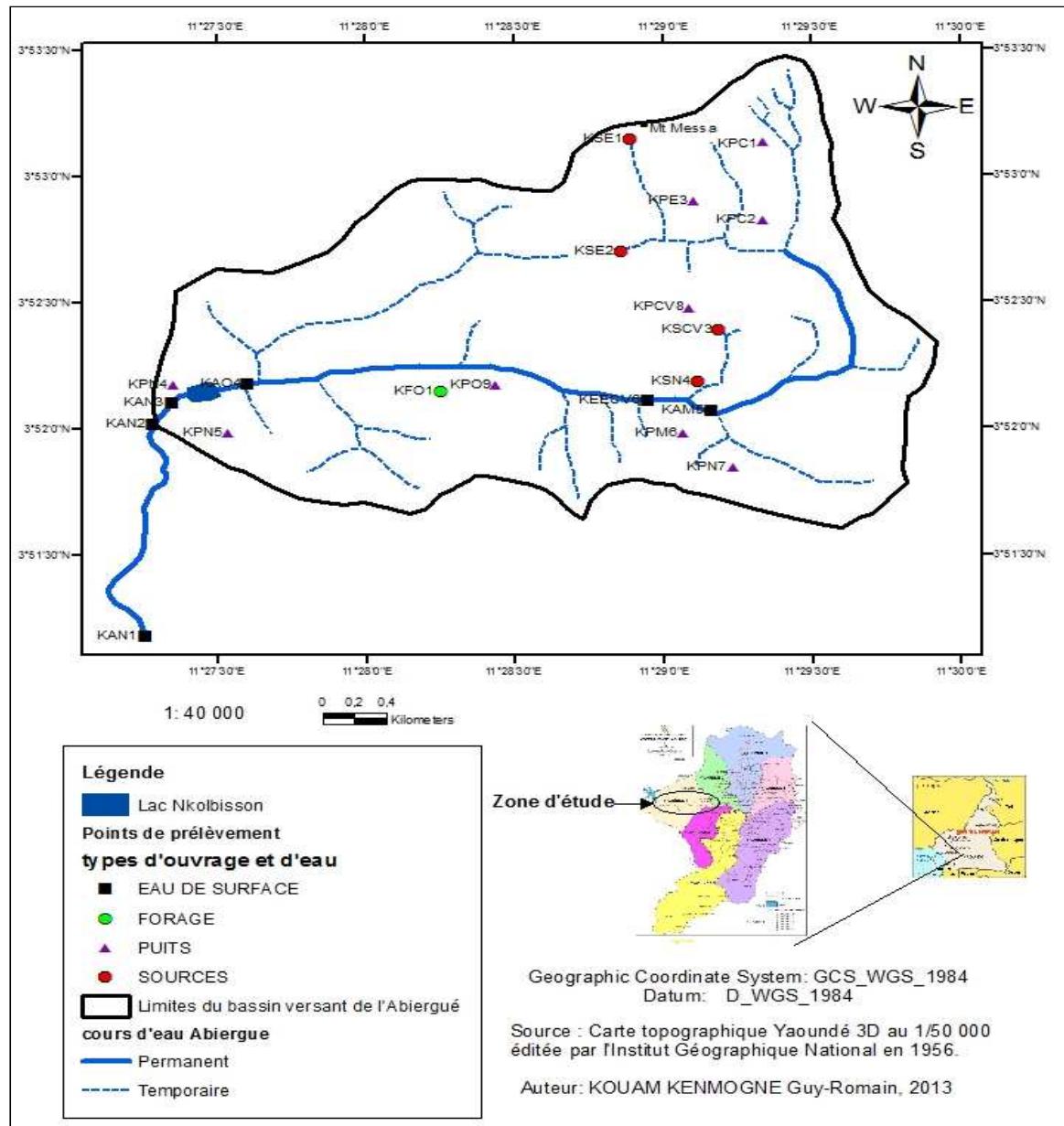


Fig. 31 : Carte d'échantillonnage des eaux du bassin versant de l'Abiergué

V-2. RESULTATS ET INTERPRETATION DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX SOUTERRAINES ET DE SURFACE

V-2.1. Résultats des eaux souterraines

V-2.1.1. Caractéristiques physico-chimiques des eaux de forage et de puits

Les valeurs maximales, moyennes et minimales issues des résultats des analyses physico-chimiques des eaux de puits (63 échantillons) et de forage (7 échantillons) pour les

saisons humides (SH) et sèches (SS) sont enregistrées dans le tableau 14. Les plages de valeurs pour les eaux de forage et des différents puits sont représentées par la suite dans des boîtes à moustaches (Fig. 32 à 43).

Tabl. 14 : Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de puits

Paramètres	Saison humide (SH)			Saison sèche (SS)			Général		Juin 2012-BE	Valeurs guides OMS	Remarques*
	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Min			
T (°C)	26,3	24,9	24	29,3	27,8	27,5	29,3	24			
CND ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	911	334,2	29,8	2980	1110	88	2980	29,8		Pas de valeur guide	
pH	6,4	5,5	5,5	6,4	5,1	3	6,4	3		Pas de valeur guide (6,5 - 8,5)	
MES (mg/l)	18	5,9	0	28	4,8	0	28	0		0 mg/l	
Cl ⁻ (mg/l)	1037	92,4	0	10,1	3,2	0	21,5	0	2,2 - 110,7	Pas de valeur guide (Limite de détection organoleptique à 250 mg/l)	KPC ₁ , KPC ₂ et KPE ₃ (Juin 2012)
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	46,4	10,4	0	49	12,4	0	49	0	18,3	Pas de valeur guide	
NH ₄ ⁺ (mg/l)	26,8	2,8	0	25	3,9	0	26,8	0	<0,1 - 28,4	Pas de valeur guide (Limite de détection organoleptique à 35 mg/l)	
NO ₃ ⁻ (mg/l)	29,6	8,3	0,9	13	4,8	0	29,6	0	8,2 - 267	≤ 50 mg/l	KPC ₁ , KPC ₂ , KPE ₃ , KPN ₅ , KPM ₆ (Juin 2012)
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	65	10,8	0	70	13,6	0	70	0	<1 - 45,3	Pas de valeur guide (Limite de détection organoleptique à 250 mg/l)	
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	3,1	0,4	0	1,9	0,5	0	3,1	0	<0,1	Pas de valeur guide	
Fe ²⁺ (mg/l)	2,9	0,3	0	3,2	0,2	0	3,2	0		Pas de valeur guide (Peut nuire à l'acceptabilité de l'eau à plus de 0,3 mg/l)	KPN ₅ , KPN ₇ , KPCV ₈ , KPO ₆
Ca ²⁺ (mg/l)	36	7,4	0	5,2	0,9	0	5,2	0	<2 - 9,3	Pas de valeur guide	
Mg ²⁺ (mg/l)	12	2,1	0	3	0,4	0	12	0	0,9 - 5,5	Pas de valeur guide	
K ⁺ (mg/l)	4,9	1,0	0	54	7,7	0	3	0	2,6 - 12,1	Pas de valeur guide	
Na ⁺ (mg/l)	40	7,7	0	27,2	9,6	0	2,3	0	3,6 - 39,4	Pas de valeur guide (Peut nuire à l'acceptabilité de l'eau à plus de 200 mg/l)	

* : Echantillons présentant des valeurs supérieures aux valeurs guides de l'OMS (2011, 2008b).

Les eaux de puits et de forage présentent dans l'ensemble un pH acide. En ce qui concerne la conductivité, hormis les échantillons de puits KPN₇, KPCV₈ et KPO₉, les autres présentent des valeurs renvoyant à des conductivités moyennes à élevées (KPC₁ et KPC₂ pour la campagne de Juin 2011; KPC₁, KPC₂, KPE₃, KPN₅ et KPM₆ pour la campagne de Mars 2012). Pour les MES, les échantillons des eaux de puits ont présenté durant les 06 campagnes d'analyses et ceci pour un même point de prélèvement, plus de deux fois, des valeurs qui ne cadrent pas avec la valeur guide prescrite par l'OMS (2008b). Les échantillons des eaux de puits KPC₁, KPC₂, KPE₃, KPN₅ et KPM₆ (Juin12-BE) ont enregistré des valeurs de nitrates qui s'écartent de la valeur guide prescrite par l'OMS (2011). Les échantillons d'eau de puits KPN₅, KPN₇, KPCV₈ et KPO₉ ont présenté au moins une fois pour l'ensemble des campagnes des valeurs de fer supérieures à 0,3 mg/l.

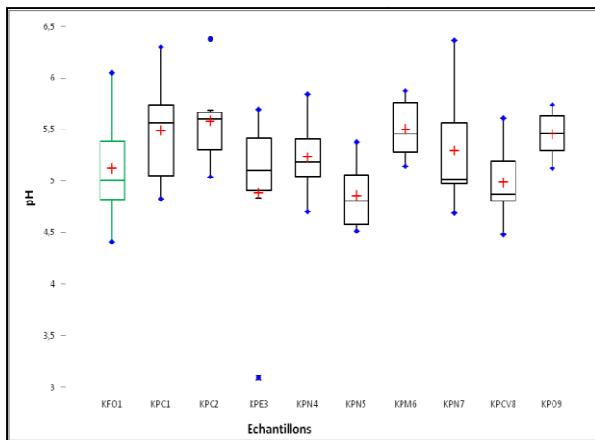


Fig. 32 : Résultats du pH pour les eaux de forage et de puits

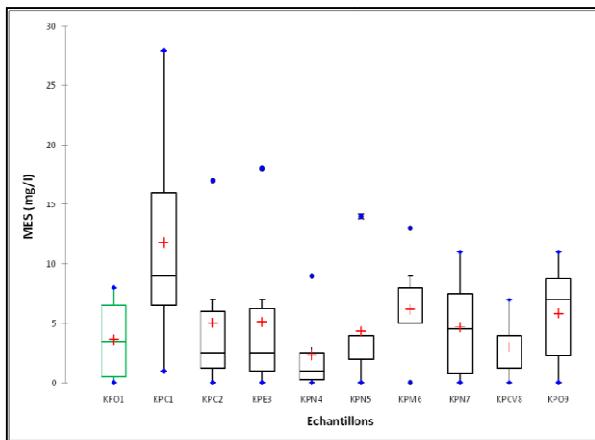


Fig. 33 : Résultats des MES pour les eaux de forage et de puits

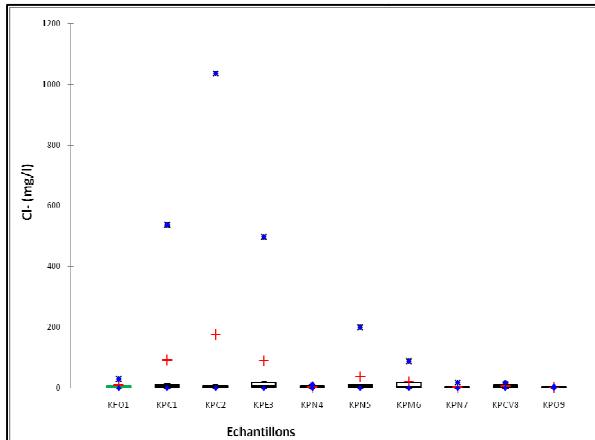


Fig. 34 : Résultats des Cl^- pour les eaux de forage et de puits

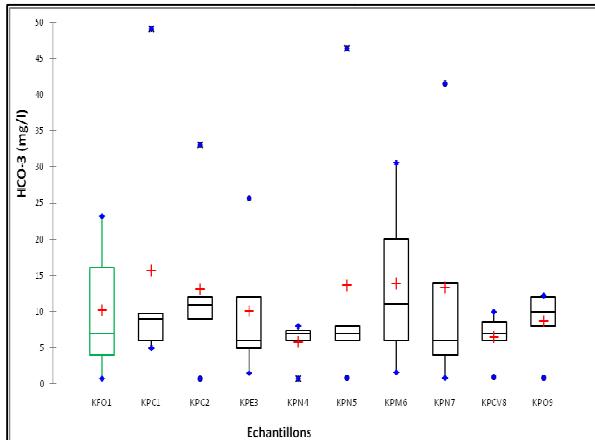


Fig. 35 : Résultats des HCO_3^- pour les eaux de forage et de puits

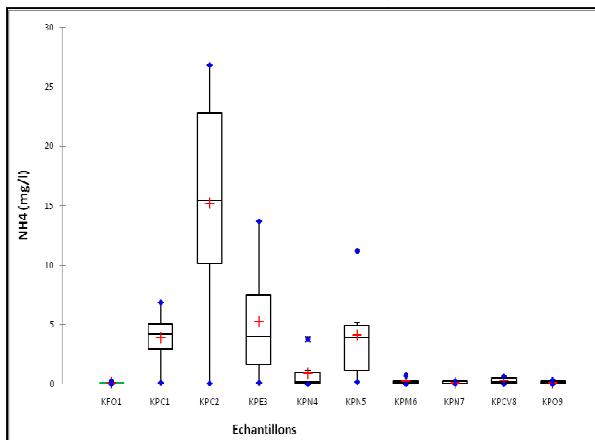


Fig. 36 : Résultats de NH_4^+ pour les eaux de forage et de puits

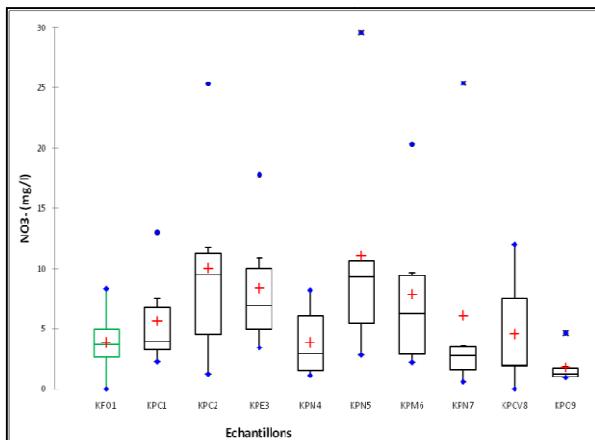


Fig. 37 : Résultats des NO_3^- pour les eaux de forage et de puits

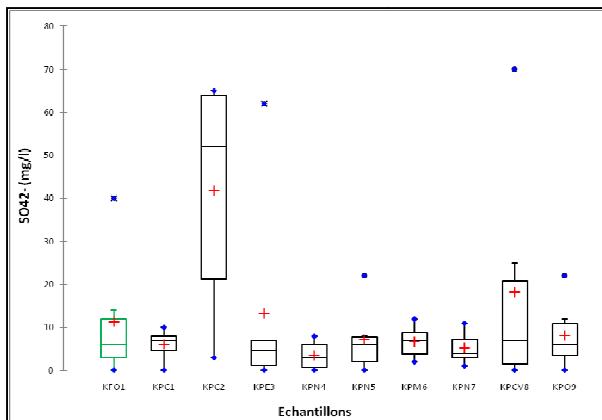


Fig. 38 : Résultats des SO_4^{2-} pour les eaux de forage et de puits

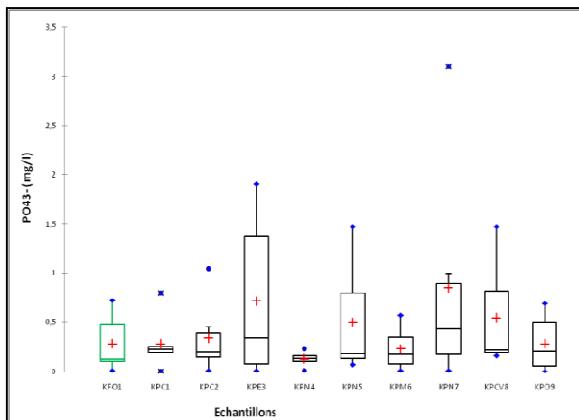


Fig. 39 : Résultats des PO_4^{3-} pour les eaux de forage et de puits

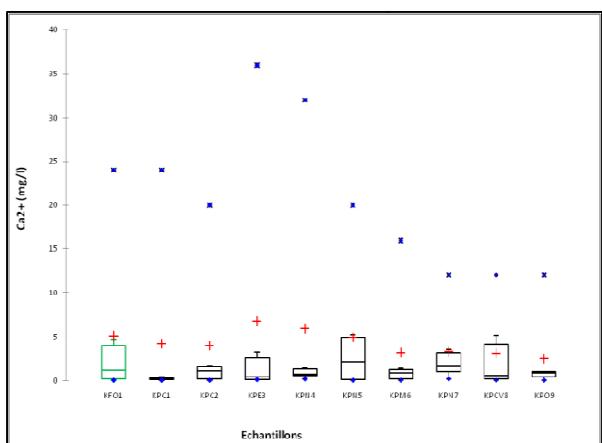


Fig. 40 : Résultats du Ca^{2+} pour les eaux de forage et de puits

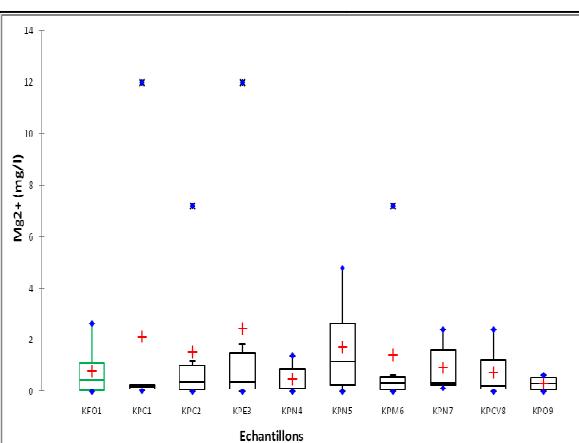


Fig. 41 : Résultats du Mg^{2+} pour les eaux de forage et de puits

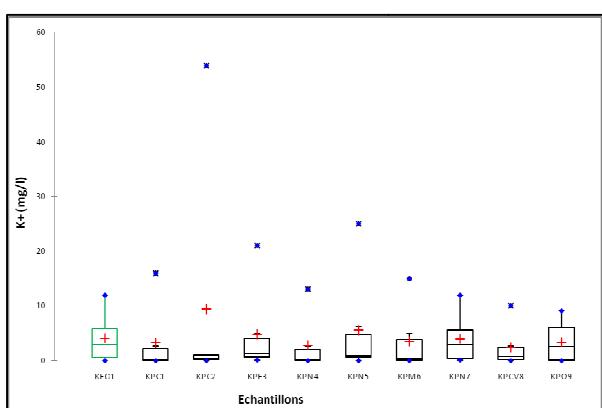


Fig. 42 : Résultats du K^+ pour les eaux de forage et de puits

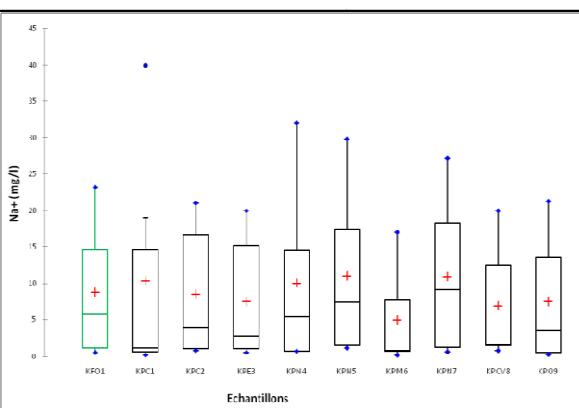


Fig. 43 : Résultats du Na^+ pour les eaux de forage et de puits

Les eaux du puits KPC₁ sont plus chargées en MES que les eaux issues des autres puits et du forage. Les quantités des ions chlorures sont presque homogènes dans l'ensemble. La forte valeur enregistrée pour le puits KPC₂ proviendrait d'un traitement au chlore effectué

peu de temps avant la campagne de prélèvement. Les puits KPC₂ et KPE₃ présentent les valeurs les plus élevées pour les ions ammonium. Les valeurs de ce paramètre sont très faibles dans les eaux de forage. Les ions nitrates sont enregistrés dans des proportions variables dans tous les ouvrages. Les ions sulfates et les phosphates sont enregistrés dans tous les échantillons avec des proportions importantes dans les puits KPC₂ et KPCV₈ pour les sulfates et KPE₃, KPN₅, KPN₇ et KPCV₈ pour les phosphates. Les eaux de forage ont présenté des valeurs qui se rapprochent de celles des eaux de puits pour ces deux paramètres. Le fer a été enregistré de façon exceptionnelle dans le puits KPN₅. Les échantillons d'eau de puits et de sources sont plus ou moins homogènes pour le calcium, magnésium, potassium et sodium.

V-2.1.2. Caractéristiques physico-chimiques des eaux de source

Les valeurs moyennes des différents paramètres analysés pour les eaux de source (28 échantillons) pendant les saisons humides et sèches sont synthétisées dans le tableau 15.

Tabl. 15 : Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de source

Paramètres	Saison humide			Saison sèche			Général		Juin 12-BE	Valeurs guides OMS	Remarques*
	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Min			
T (°C)	26,3	24,9	24	29,4	28	27,2	29,4	24	-		
CND (µS.cm ⁻¹)	320	117,7	12,6	1224	508,5	94			-	<i>Pas de valeur guide</i>	
pH	6,4	5,4	4,3	6,3	5	4	6,4	4	-	<i>Pas de valeur guide (6,5 - 8,5)</i>	
MES (mg/l)	22	5,4	0	12	3,1	0	22	0		<i>0 mg/l</i>	
Cl ⁻ (mg/l)	215	44,7	0	10,4	4,1	0	17,2	0	3 - 48	<i>Pas de valeur guide (Limite de détection organoleptique à 250 mg/l)</i>	
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	24,4	6,3	0	19	10,6	0	24,4	0	9,1 - 41,2	<i>Pas de valeur guide</i>	
NH ₄ ⁺ (mg/l)	3,1	0,6	0	2,9	0,9	0	3,1	0	<0,1 - 3,8	<i>Pas de valeur guide (Limite de détection organoleptique à 35 mg/l)</i>	
NO ₃ ⁻ (mg/l)	13,9	4,4	0,5	15,6	3,9	0,6	15,6	0,5	6,8 - 152,8	<i>≤ 50 mg/l</i>	KSE ₂ (Juin 2012)
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	9	5	1	9	3,9	0	9	0	<1 - 2,8	<i>Pas de valeur guide (Limite de détection organoleptique à 250 mg/l)</i>	
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	2,7	0,3	0	2,7	0,7	0	2,7	0	<0,1 - 0,27	<i>Pas de valeur guide</i>	
Fe ²⁺ (mg/l)	1,3	0,2	0	0,5	0,1	0	1,3	0	-	<i>Pas de valeur guide (Peut nuire à l'acceptabilité de l'eau à plus de 0,3 mg/l)</i>	KSN ₄ (Mars 2010, Février 2011) KSCV ₃ (Juin 2012)
Ca ²⁺ (mg/l)	24	7,7	0	4,3	1,4	0	4,3	0	<2 - 6,1	<i>Pas de valeur guide</i>	
Mg ²⁺ (mg/l)	9,6	1,6	0	3	0,6	0	9,6	0	0,9 - 3,7	<i>Pas de valeur guide</i>	
K ⁺ (mg/l)	4,9	1,1	0	19	7,1	0	1	0	8,1 - 10,2	<i>Pas de valeur guide</i>	
Na ⁺ (mg/l)	30	10	0	29,4	13,2	0	2,1	0	4 - 16,4	<i>Pas de valeur guide (Peut nuire à l'acceptabilité de l'eau à plus de 200 mg/l)</i>	

* : Echantillons présentant des valeurs supérieures aux valeurs guides de l'OMS (2011, 2008b)

Les eaux de source ont dans l'ensemble un pH acide. Les échantillons KSE₂ (Juin 2011 et Mars 2012), KSCV₃ et KSN₄ (Mars 2012) ont présenté des valeurs renvoyant à des conductivités moyennes à élevées. Les différents points de prélèvement ont enregistré au moins 3 échantillons présentant des valeurs de MES supérieures à la valeur guide édictée par

l'OMS (2011). L'échantillon KSE2 a présenté une valeur de nitrates (152,8 mg/l) supérieure à la valeur guide édictée par l'OMS (2011). Les échantillons KSN4 (Mars 2010 et Février 2011) et KSCV3 (Juin 2012) ont présenté des valeurs en fer supérieures à 0,3 mg/l. Les différentes plages de valeurs sont représentées dans des boîtes à moustaches ci-dessous (Fig. 44 à 55).

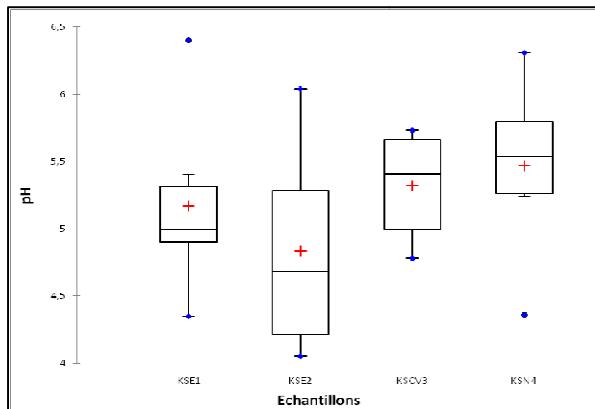


Fig. 44 : Résultats du pH pour les eaux de source

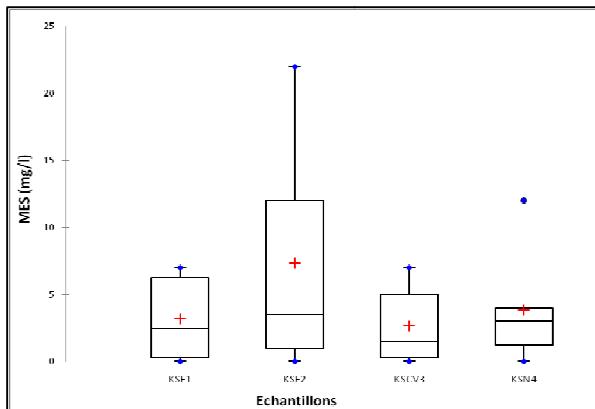


Fig. 45 : Résultats des MES pour les eaux de source

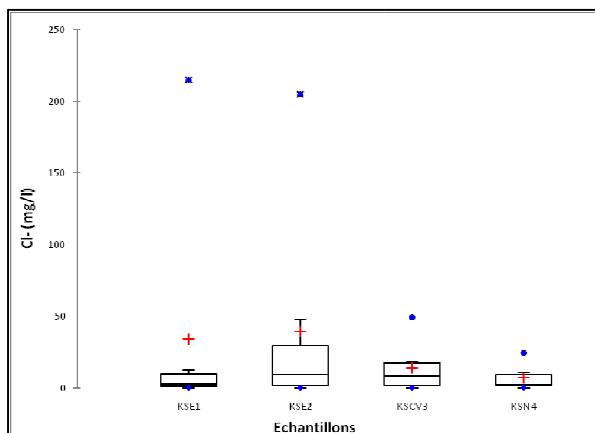


Fig. 46 : Résultats des Cl^- pour les eaux de source

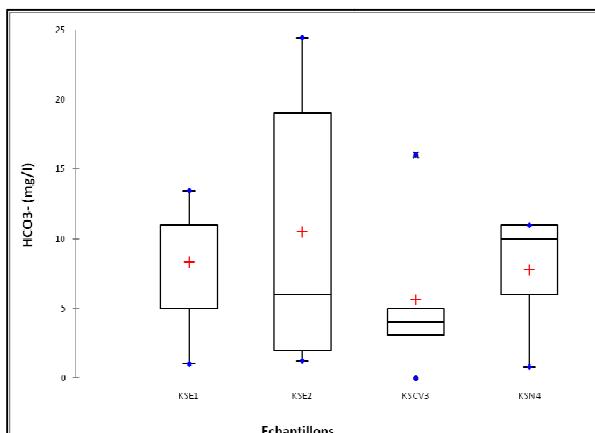


Fig. 47 : Résultats des HCO_3^- pour les eaux de source

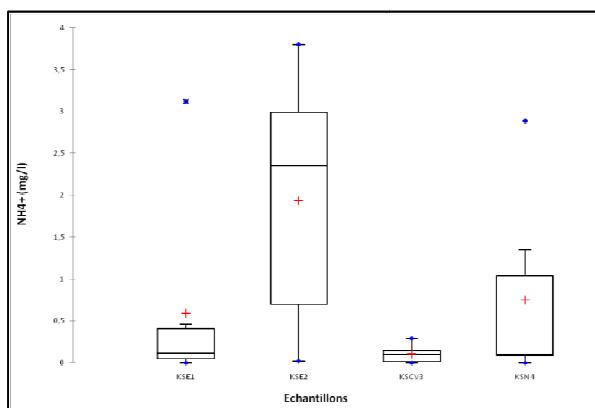


Fig. 48 : Résultats de NH_4^+ pour les eaux de source

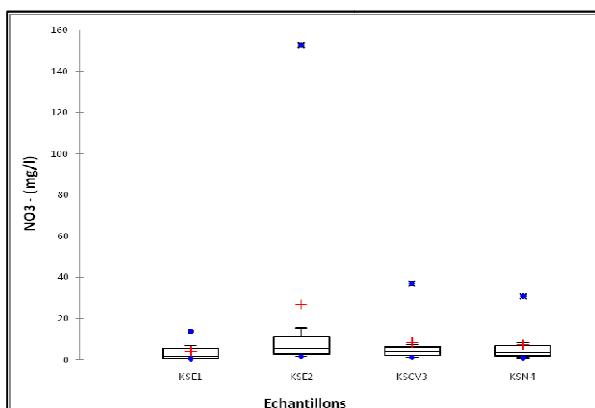


Fig. 49 : Résultats des NO_3^- pour les eaux de source

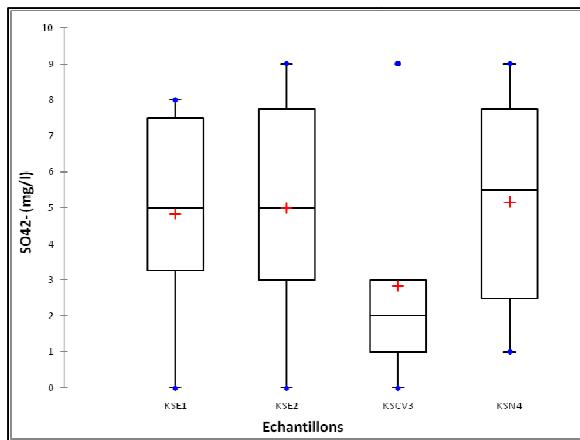


Fig. 50 : Résultats des SO_4^{2-} pour les eaux de source

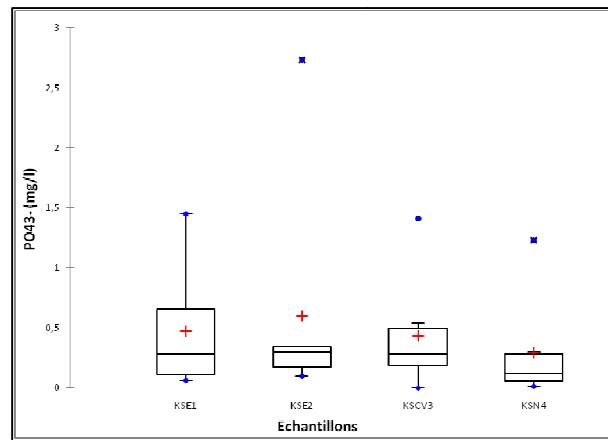


Fig. 51 : Résultats des PO_4^{3-} pour les eaux de source

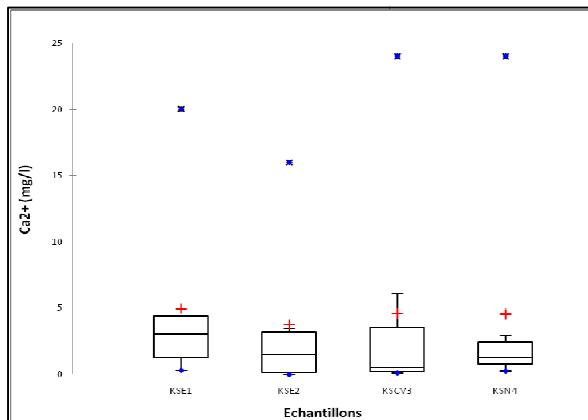


Fig. 52 : Résultats de Ca^{2+} pour les eaux de source

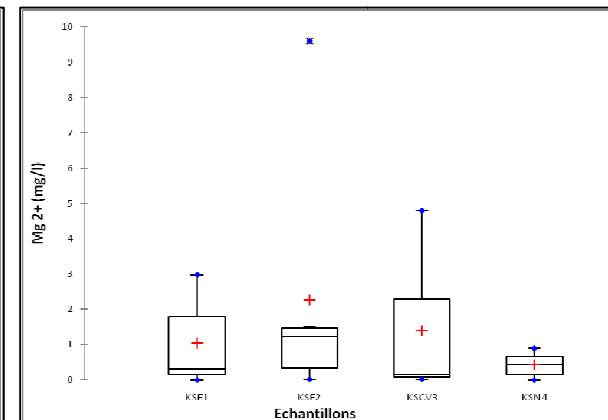


Fig. 53 : Résultats de Mg^{2+} pour les eaux de source

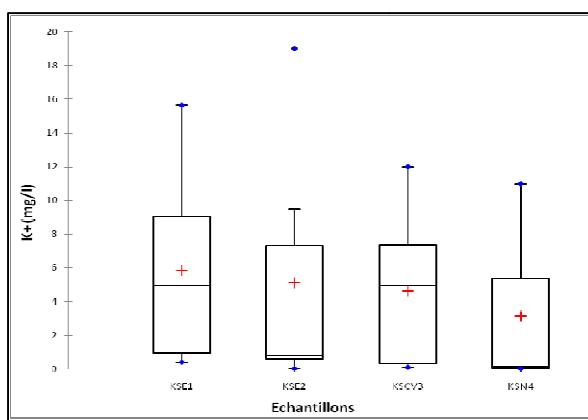


Fig. 54 : Résultats du K^+ pour les eaux de source

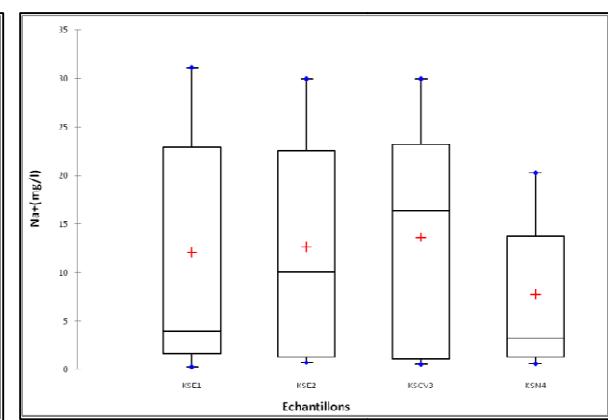


Fig. 55 : Résultats du Na^+ pour les eaux de source

Les échantillons KSE₂ présentent les valeurs les plus élevées en MES. Les chlorures ont été plus ou moins identifiés dans les mêmes proportions de valeurs pour les différents échantillons. Les valeurs de nitrates sont assez homogènes pour l'ensemble des prélèvements hormis l'échantillon KSE₂ analysé en Juin 2012.

V-2.1.3. Faciès chimiques des eaux souterraines

Les différents faciès chimiques des eaux souterraines ont été déterminés grâce au diagramme de Piper. Les valeurs moyennes des différents paramètres (Tabl. 16) calculées pour les 06 campagnes et par point de prélèvement ont permis d'obtenir sous Aquachem 5.1.151. les diagrammes de synthèse pour les saisons sèche (Fig. 56) et humide (Fig. 57).

Tabl. 16 : Valeurs moyennes utilisées pour la réalisation des diagrammes de Piper pour les saisons humide (SH) et sèche (SS)

Code échantillons	Saison	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ + CO ₃ ²⁻ (mg/l)
Sources								
KSE ₁	SS	3	4,7	2,3	1,2	8,9	16,3	11
	SH	75,9	5	7,8	0,7	2,1	10,6	6,5
KSE ₂	SS	7,2	3,7	1,3	0,9	9,7	14,4	10,5
	SH	69	6,3	6,2	3,6	0,5	11	10,5
KSCV ₃	SS	4,1	1,3	0,3	0,1	5,9	15,7	10,5
	SH	22,2	4,3	8,4	1,9	1,9	10,7	2,4
KSN ₄	SS	2,1	6	1,6	0,4	3,9	6,6	10,5
	SH	11,8	4,3	8,4	0,3	0,1	7,7	5,9
Forages								
KFO ₁	SS	3,8	6,7	1,7	1,2	6,3	13,4	11,5
	SH	11,4	16	8,6	0,4	1,9	4	9,3
Puits								
KPC ₁	SS	3,2	4,7	0,2	0,2	6,4	7,1	29
	SH	183,1	7,3	8,1	4,1	0	13,6	6,9
KPC ₂	SS	2,7	40,7	0,7	0,2	18,5	9,2	21
	SH	347,3	43	7,2	2,8	0,3	7,7	7,9
KPE ₃	SS	5,2	21,3	0,3	0,2	7,6	7,7	5,5
	SH	172,8	5	13,1	4,6	2,1	7,5	13
KPN ₄	SS	4,3	2,3	0,7	0,5	5,3	16,2	6,5
	SH	3,7	4,7	11,2	0,4	0,1	3,8	5,3
KPN ₅	SS	3,9	10	1,9	1,3	10,6	10,9	6,5
	SH	70,2	4,3	8	2,1	0,6	11,1	18,4
KPM ₆	SS	2,7	6,3	0,7	0,2	5,2	6,2	15,5
	SH	36,6	7	5,6	2,6	1,7	3,6	12,7
KPN ₇	SS	1,6	4	1,4	0,3	6	14,6	10
	SH	7,3	6,3	5,2	1,5	2	7,3	15,5
KPCV ₈	SS	3,1	23,3	2	0,6	4,7	6,4	8,5
	SH	8,2	13	4,1	0,9	0,2	7,5	5,2
KPO ₉	SS	2	9,7	0,7	0,4	5,1	7,7	9
	SH	2,6	6,7	4,3	0,2	1,7	7,4	8,4

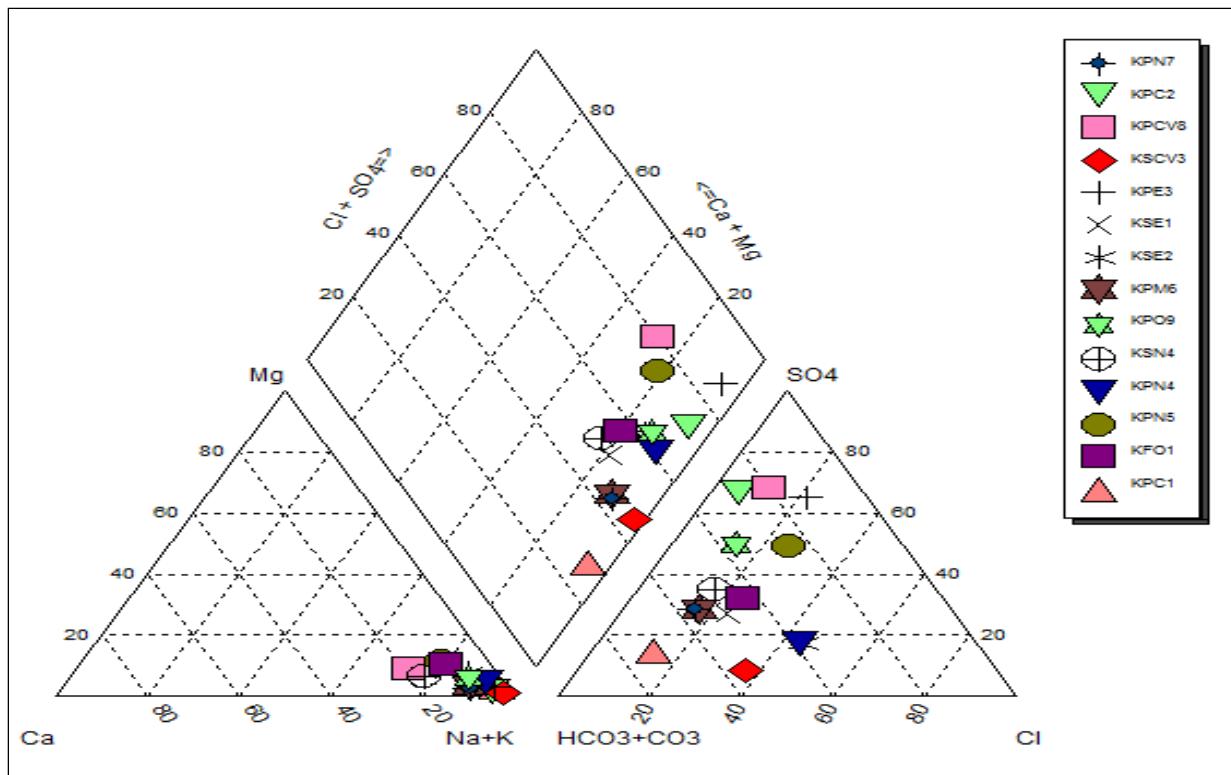


Fig. 56 : Classification des eaux souterraines dans le diagramme de Piper (Saison sèche)

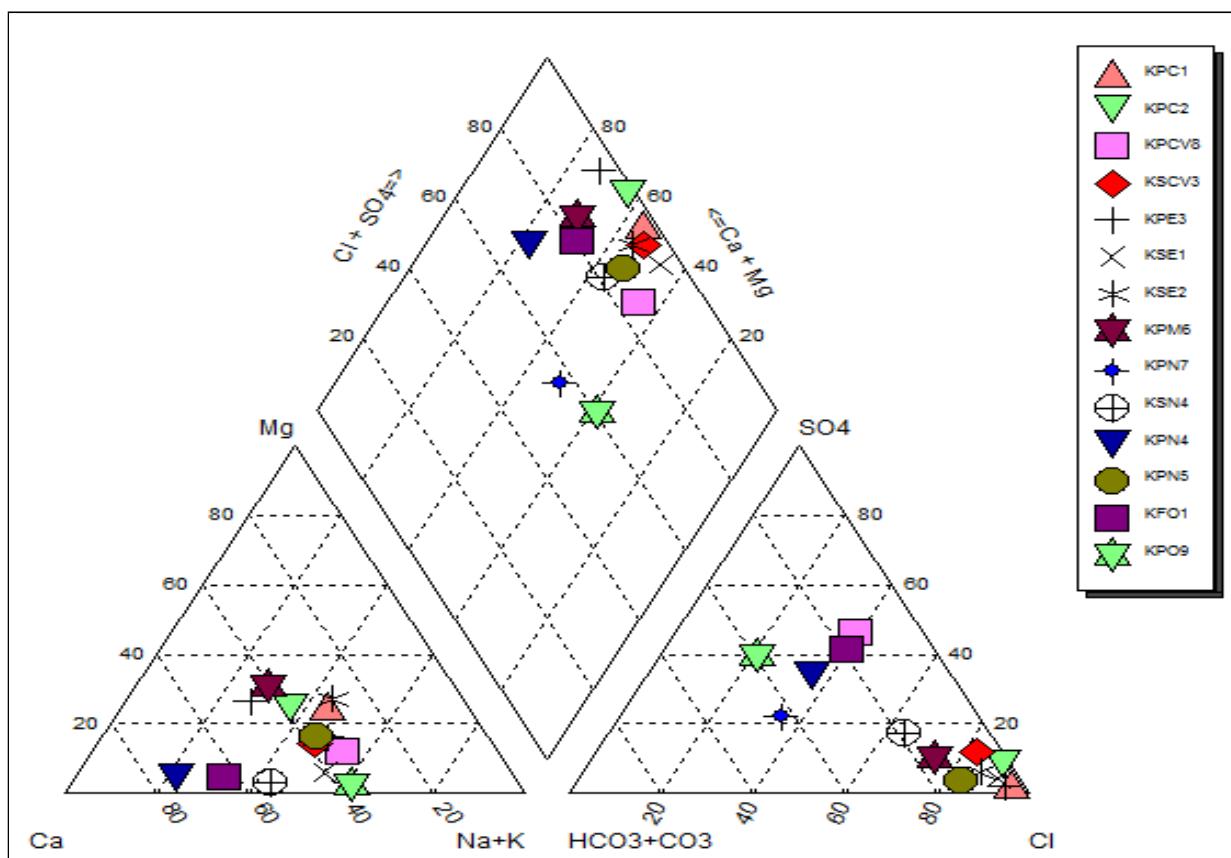


Fig. 57 : Classification des eaux souterraines dans le diagramme de Piper (Saison humide)

De ces 2 figures, il ressort que les eaux souterraines appartiennent aux faciès chimiques "chloruré sodique et potassique ou sulfatée sodique", "carbonaté sodique et potassique" ou "chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne".

Les eaux de forages sont "chlorurées sodiques et potassiques ou sulfatées sodiques" à "chlorurées et sulfatées calciques et magnésiennes".

Les eaux de sources sont à majorité "chlorurées sodiques et potassiques ou sulfatées sodiques". Les faciès chimiques "carbonaté sodique et potassique" et "chloruré sulfaté calcique et magnésienne" sont également représentés.

Les eaux de puits sont "chlorurées sodiques et potassiques ou sulfatée sodiques" et subsidiairement "chlorurés sodiques et potassiques" ou "chlorurés sulfatés calciques magnésiennes".

Les faciès des eaux souterraines varient quelques fois en fonction des saisons. En saison sèche, les échantillons d'eau souterraine analysée se repartissent dans les faciès "chlorurés sodiques et potassiques ou sulfatés sodiques" et "carbonatés sodiques et potassiques" tandis qu'en saison humide, ces échantillons se concentrent essentiellement dans le faciès "chloruré et sulfaté calcique et magnésien". Cette variation de faciès pourrait être attribué aux processus hydrogéochimiques qui se déroulent dans l'aquifère et subsidiairement aux actions anthropiques. En saison sèche, la faible quantité d'eau entraîne une concentration des alcalins et une certaine homogénéisation des sulfates et des bicarbonates. En saison humide, l'effet de dilution entraîne une homogénéisation des ions calco-magnésiens et des alcalins d'une part et des sulfates et bicarbonates d'autre part. Les chlorures qui sont fortement mis en évidence pendant cette saison seraient issus de la dilution des roches ou des apports externes (chloration de l'eau des puits). Le volume d'eau ayant augmenté dans les puits à la faveur de l'arrivée des pluies, les populations ont tendance à injecter de grandes quantités de chlore ou de sodium de chlorure dans l'eau. Ces interactions en lien avec l'abondance ou non de l'eau entraînent une variation de faciès des eaux souterraines ceci en fonction des saisons.

V-2.2. Interprétation des résultats des analyses physico-chimiques des eaux souterraines

Les eaux souterraines présentent de manière générale de bonnes caractéristiques (inodore et incolore) sur le plan organoleptique. C'est généralement sur cette base que les populations se fondent pour apprécier la qualité ("bonne" ou "mauvaise") de l'eau. Les eaux souterraines affichent dans l'ensemble un pH acide qui puise son origine dans les eaux météoriques et se maintient dans le substrat géologique. En effet, les eaux de précipitations du Sud-Cameroun ont dans l'ensemble une tendance acide comme le précisent Sigha Nkamdjou

et al. (1998). De même, les gneiss de Yaoundé (Nzenti *et al.*, 1987) ainsi que les sols qui s'y développent (Okomo Ebanga, 2011) ont un caractère acide.

La conductivité renvoie de manière générale à une minéralisation faible à moyenne. Cependant quelques échantillons ont présenté des valeurs de conductivité élevées : KPC₁ (2130 $\mu\text{S.cm}^{-1}$; Mars 2012), KPC₂ (2980 $\mu\text{S.cm}^{-1}$; Mars 2012), KPE₃ (2310 $\mu\text{S.cm}^{-1}$; Mars 2012). Ces valeurs pourraient être le résultat de la dissolution de certains minéraux ou de l'introduction du chlorure de sodium dans les ouvrages (puits) où sont issus les différents échantillons d'eau. Par ailleurs, le caractère spontané des prélèvements ne permet pas de conclure que ces conductivités élevées se maintiennent dans le temps. Les eaux souterraines appartiennent à différents faciès chimiques et les variations observées suivant les saisons peuvent être attribuées au caractère ponctuel des prélèvements, aux actions anthropiques (subsiliairement), à l'hétérogénéité des gneiss et des sols ou aux vitesses d'altération des minéraux lors du contact eau-sol ou eau-roche. En effet, l'absence ou l'abondance de précipitations peuvent induire une variation de vitesse du processus d'altération dans les gneiss, à foliation marquée par des lits clairs et des lits sombres, provoquant une variation du faciès chimique de l'eau souterraine. Ces résultats sont conformes au constat établit par Derron (2004) qui précise que les eaux souterraines issues des formations métamorphiques sont généralement caractérisées par une certaine hétérogénéité de leurs faciès chimiques. Malgré ces variations, les faciès chimiques des eaux souterraines demeurent conformes à la géologie de la zone. En ceci, les ions majeurs (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) retrouvés dans l'eau proviendraient des gneiss dont l'analyse géochimique (Annexe 10) réalisée par Nzenti (1987) y avait mis en évidence les oxydes de ces différents cations. La présence de ces ions dans les eaux souterraines témoigne de la signature géologique sur les ressources en eau. Cependant, les teneurs relativement élevées de MES, nitrates, chlorures, sulfates et phosphates observés au niveau de certains échantillons sont à mettre en rapport avec les traitements effectués sur l'eau, les processus hydrogéochimiques qui se déroulent dans l'aquifère et l'environnement immédiat propre à chaque ouvrage. La présence de certains de ces paramètres dans les eaux souterraines marque plus ou moins l'empreinte anthropique sur les ressources en eau.

Ainsi, les concentrations élevées de MES seraient issues pour ce qui sont des puits de diverses origines : chutes des parois du puits, apports externes à la faveur d'une absence de couvercle sur le puits, boues contenues dans la frange saturée et qui est constamment perturbée lors du puisage. Pour les eaux de sources et de forages, les quantités variables de MES seraient dues à l'infiltration des eaux météoriques chargées de substances fines ou à

l'entraînement des particules fines lors de leur transfert dans le sol. La perturbation lors du pompage de l'eau pourrait justifier par ailleurs la présence de MES dans les eaux de forage.

Les taux de nitrates enregistrés dans les échantillons de puits KPC_1 , KPC_2 , KPE_3 , KPN_5 et KPM_6 (Juin 2012) et dans l'échantillon de source KSE_2 (Juin 2012) auraient pour origine les sources potentielles de pollution situées aux abords de ces ouvrages : les latrines (KPM_6 , KSE_2), les tas d'ordures (KPC_2), les rigoles drainant les eaux usées (KPC_2) ou le cours d'eau Abiergué (KPE_3). Concernant spécifiquement KPE_3 , la teneur élevée en nitrates qui a été enregistrée dans ce puits, distant de 5 mètres de l'Abiergué et dont la première source de pollution identifiée se trouve à 30 mètres du puits laisse entrevoir une communication entre la rivière et ce puits. Les valeurs élevées en nitrates qui sont liées à celles des ions ammonium pour certains échantillons constituent des signes d'une pollution anthropique.

Les quantités élevées des ions chlorures enregistrées dans les sources KSE_2 et $KSCV_6$, seraient d'origine anthropique (eaux usées, ...) ou naturelle (roches évaporitiques intercalées dans les gneiss).

Les teneurs bien que relativement faibles des ions sulfates enregistrées dans certains puits et sources proviendraient essentiellement de l'infiltration des eaux usées ou subsidiairement des formations géologiques.

D'une manière générale, les eaux souterraines présentent dans l'ensemble mis à part quelques échantillons et ceci pour des paramètres bien précis (pH, MES, nitrates et fer), des qualités physico-chimiques acceptables en rapport avec les valeurs guides édictées par l'OMS (2011, 2008b) en ce qui concerne les eaux destinées à la consommation humaine.

V-2.3. Résultats des eaux de surface

Les valeurs maximales, moyennes et minimales issues des analyses physico-chimiques réalisées sur les eaux de surface (42 échantillons) en saison humide et sèche sont enregistrées dans le tableau 17. Les différentes plages de valeurs pour les différents points de prélèvement sont représentées par la suite à l'aide des boîtes à moustaches (Fig. 58 à 70).

Tabl. 17 : Valeurs maximales, moyennes et minimales des résultats des analyses physico-chimiques des eaux de surface

Paramètres	Saison sèche			Saison humide			Juin 2012-BE	Valeurs guides OMS			
	Max	Moy.	Min	Max	Moy.	Min		Intervalle	Aucun	Faible à modéré	Important
T (°C)	28,7	26,7	23	26,3	24,5	24,2	-				
CND ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	3220	1215,3	105	764	265,3	39,5	-				800 - 2300 $\mu\text{S}/\text{m}$
pH	8,1	7	6,2	8,6	6,9	5,7	-				Plage normale : 6,5 -8
MES	306	52,2	0	527	68,9	2	-				Restriction pour des MES dont la taille des particules est comprise entre 2 - 5 mm
Cl ⁻ (mg/l)	52,5	10,3	0,1	1087,5	92,1	0,1	7,5 - 56,4	< 141	141-354		> 354
NH ₄ ⁺ (mg/l)	62	11,7	0	92	9,4	0	0,72 - 88,2				
NO ₃ ⁻ (mg/l)	66	12,2	0	126,7	12,6	0,2	<0,4 - 33,9				
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	250	53,3	0	32	9,2	0	1,3 - 11,8				
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	5,7	1,3	0	4,1	0,8	0	0,21 - 29,3				
Fe ²⁺ (mg/l)	5	1,8	0	2,9	0,9	0,2	-				< 5
Ca ²⁺ (mg/l)	4	0,9	0	17	9,5	0	9,1 - 26,9				
Mg ²⁺ (mg/l)	2,6	0,7	0,1	12	2,1	0	2,1 - 4,9				
K ⁺ (mg/l)	118	14,8	0,7	3,8	1,5	0	<0,4 - 16,8				
Na ⁺ (mg/l)	41,9	15	0,8	20,9	6,5	0	7,4 - 62	< 46	46-207		>207
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	244	75,6	0	844,2	108,7	0	-	<90	90-500		>500
DBO ₅ (mg/l)	1680	227,5	15	2980	281,8	1	-				
DCO (mg/l)	7730	724,3	76	7600	1009,9	7	11 - 1047				

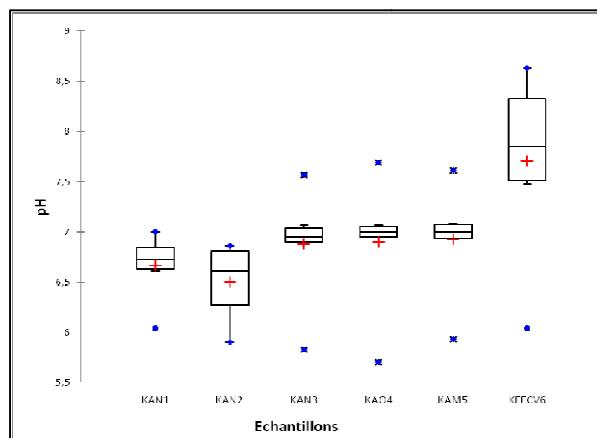


Fig. 58 : Résultats du pH pour les eaux de surface

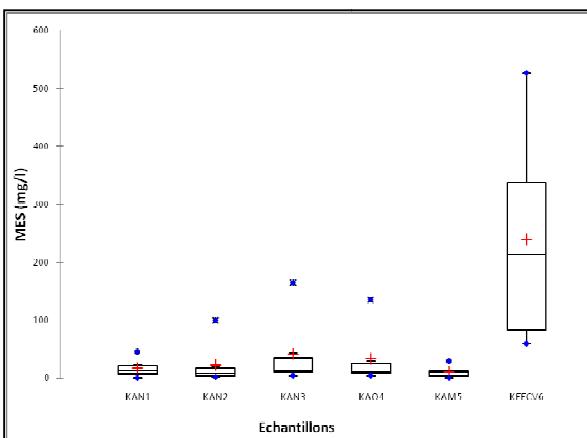


Fig. 59 : Résultats des MES pour les eaux de surface

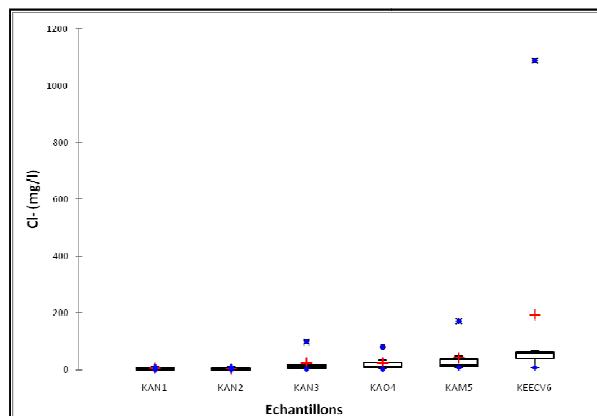


Fig. 60 : Résultats des Cl⁻ pour les eaux de surface

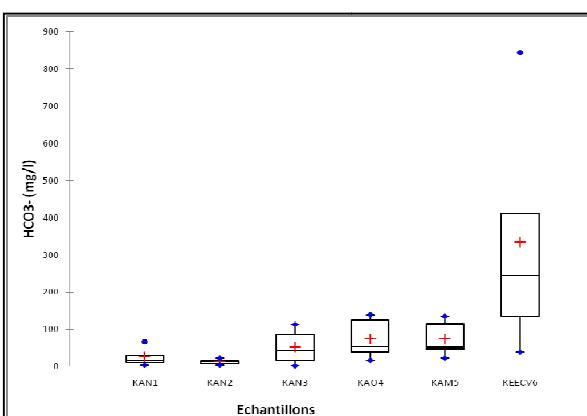


Fig. 61 : Résultats des HCO₃⁻ pour les eaux de surface

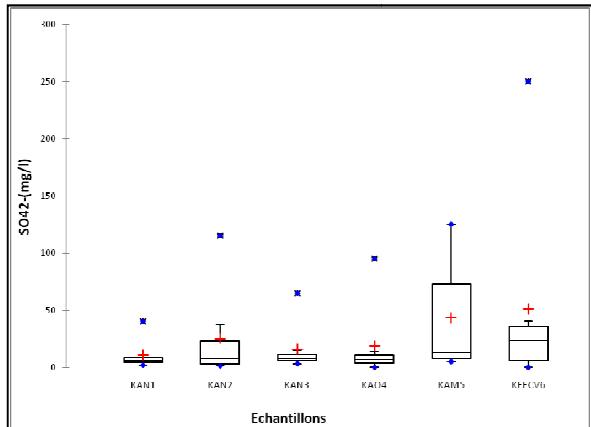


Fig. 62 : Résultats des SO_4^{2-} pour les eaux de surface

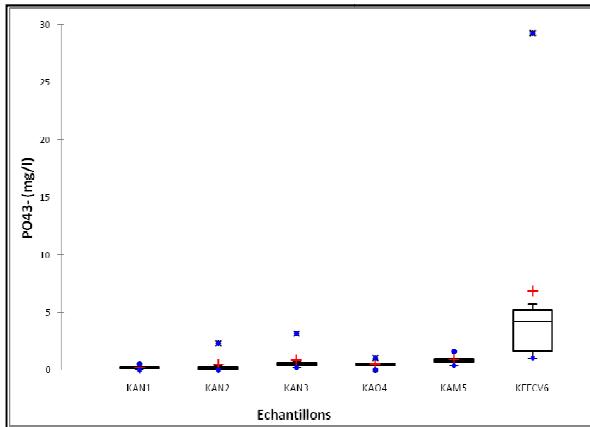


Fig. 63 : Résultats des PO_4^{3-} pour les eaux de surface

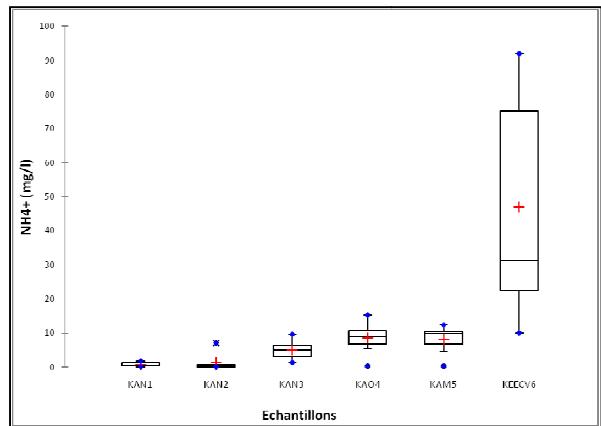


Fig. 64 : Résultats de NH_4^+ pour les eaux de surface

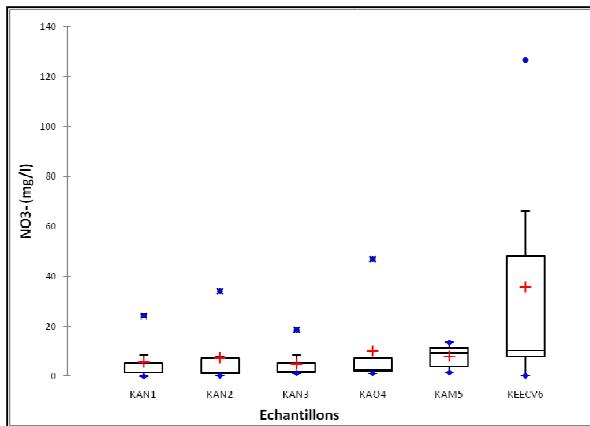


Fig. 65 : Résultats des NO_3^- pour les eaux de surface

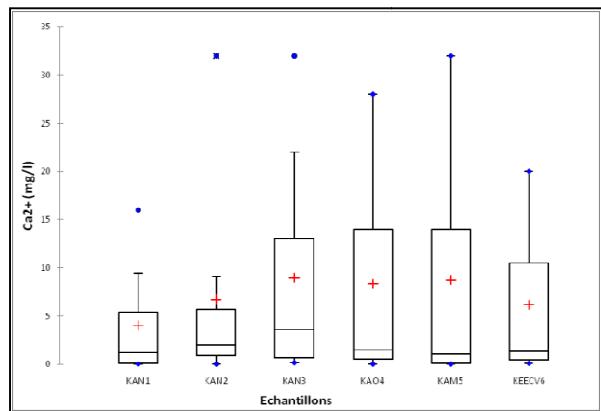


Fig. 66 : Résultats de Ca^{2+} pour les eaux de surface

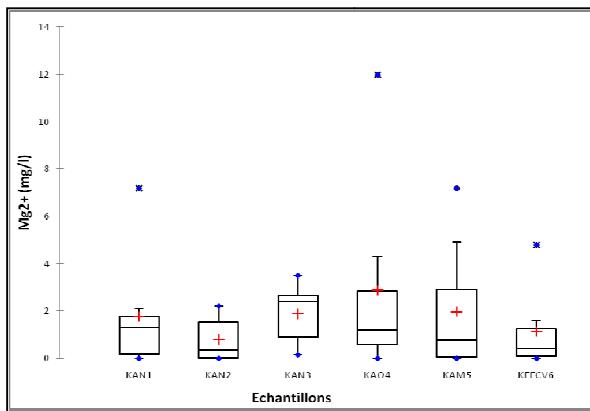


Fig. 67 : Résultats de Mg^{2+} pour les eaux de surface

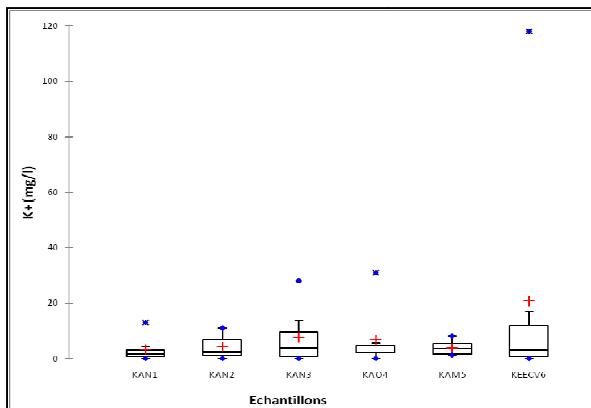


Fig. 68 : Résultats du K^+ pour les eaux de surface

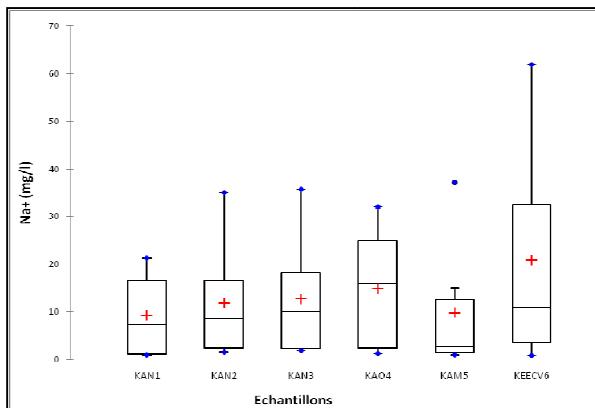


Fig. 69: Résultats du Na^+ pour les eaux de surface

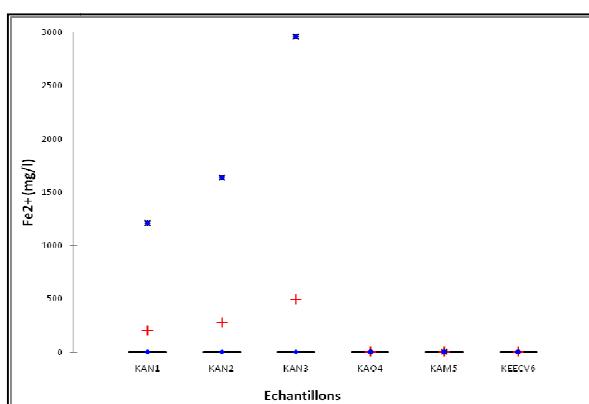


Fig. 70 : Résultats du $Fe2+$ pour les eaux de surface

V-2.4. Interprétation des résultats des analyses physico-chimiques des eaux de surface

Les eaux de surface présentent dans l'ensemble des caractéristiques organoleptiques médiocres quelque soit les saisons. Elles dégagent généralement des odeurs nauséabondes avec une certaine acuité pendant les saisons sèches. La couleur des eaux de surface varie du rouge au gris en fonction des saisons. Les eaux de surface ont un pH neutre contrairement aux eaux souterraines qui étaient acides.

L'Abiergué subit tout au long de son parcours des pressions constantes. Il constitue ainsi à l'absence d'un système d'assainissement performant et d'un service efficace de collecte de déchets solides, le réceptacle des eaux usées et d'une frange importante de déchets solides produits dans le bassin versant. Ces différentes pressions, plus ou moins constantes tout le long de l'Abiergué augmentent la charge polluante du cours d'eau et entraînent par ailleurs une modification de ses caractéristiques physico-chimiques d'un point à l'autre. Elles sont à ce propos à l'origine des taux plus ou moins élevés d'ammonium, sodium, chlorures, phosphates

et sulfates à différents points de prélèvement avec une proportion bien marquée pour les échantillons KEECV₆. Les taux élevés de MES proviendraient de l'érosion des sols et du déversement des déchets solides, excréas et des eaux usées dans le cours d'eau. Les fortes teneurs en nitrates et en ammonium proviendraient essentiellement des activités anthropiques (élevage des porcs, maraîchage, défécation dans le cours d'eau, ...).

Examinons plus en détail suivant le profil en long du cours d'eau, l'évolution des concentrations en fonction de la DCO et de la DBO₅. Les valeurs de ces paramètres pour les différentes campagnes d'analyses sont consignées dans le tableau suivant.

Tabl. 18 : Valeurs de la DCO et de la DBO5 suivant les différentes campagnes d'analyses

Position	Codes échantillons	Mars 2010	Mai 2010	Février 2011	Juin 2011	Mars 2012	Juin 2012
Milieu du bassin	KAM ₅ (DCO)	480	450	329	27	130	602
Sens de l'écoulement de l'eau	KAM ₅ (DBO ₅)	58	132	180	10	30	90
	KEECV ₆ (DCO)	7730	7600	1047	1039	1072	3176
	KEECV ₆ (DBO ₅)	1680	2980	1000	260	360	490
	KAO ₄ (DCO)	210	230	107	211	99	204
	KAO ₄ (DBO ₅)	49	86	60	150	35	50
	KAN ₃ (DCO)	80	250	400	76	76	3084
	KAN ₃ (DBO ₅)	32	135	220	24	70	502
	KAN ₂ (DCO)	190	220	100	7	92	114
	KAN ₂ (DBO ₅)	36	70	80	1	15	25
	KAN ₁ (DCO)	100	270	697	101	99	518
Après 1 km de l'exutoire	KAN ₁ (DBO ₅)	20	80	120	42	50	80

Les valeurs du rapport DCO/DBO₅ sont comprises entre 1,1 et 8,3. Ce rapport varie indépendamment d'un point de prélèvement à l'autre au cours des différentes campagnes et saisons. Les variations observées seraient dues à la qualité et à la quantité des déchets solides et liquides déversés à différents points le long du cours d'eau. Ainsi, l'Abiergué reçoit tout au long de son parcours des eaux usées domestiques et des effluents plus ou moins difficilement biodégradables issus de diverses structures (boulangeries, pressing, ...).

Une simulation de l'évolution amont - aval de l'Abiergué a été réalisée pour la DCO (Fig. 71 et 72) et la DBO₅ (Fig. 73 et 74) pour les différentes campagnes d'analyses.

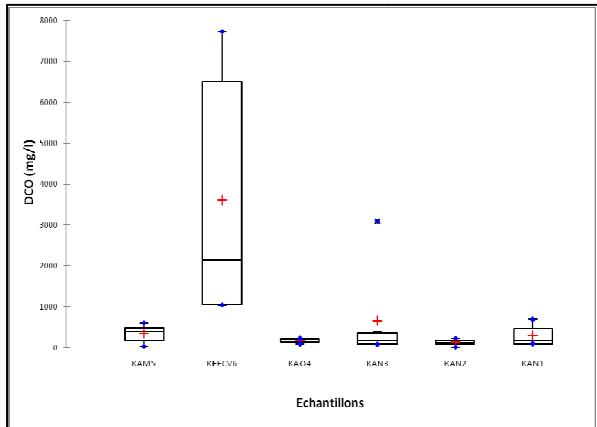


Fig. 71 : Résultats de la DCO

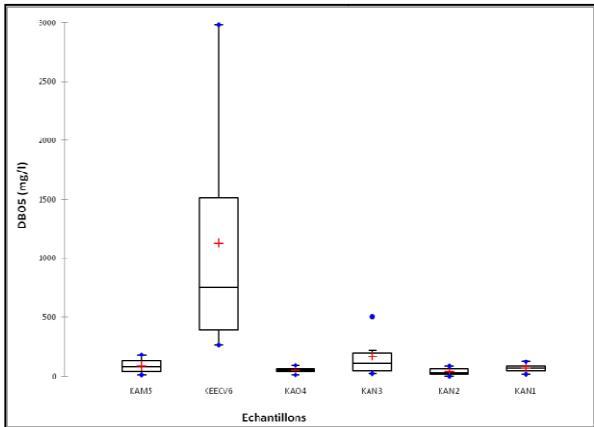


Fig. 73 : Résultats de la DBO₅

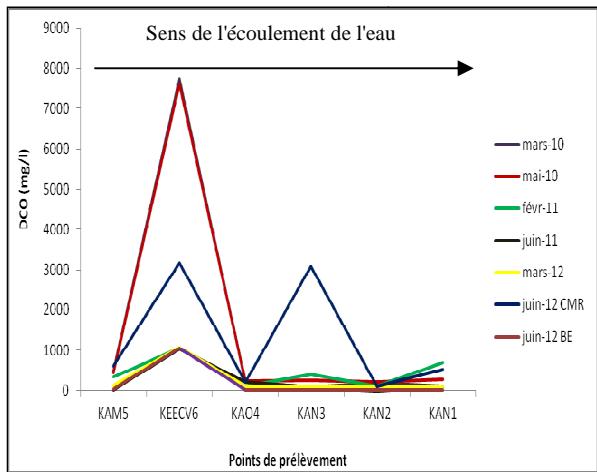


Fig. 72 : Variation de la DCO suivant les différents points de prélèvement (De l'amont vers l'aval)

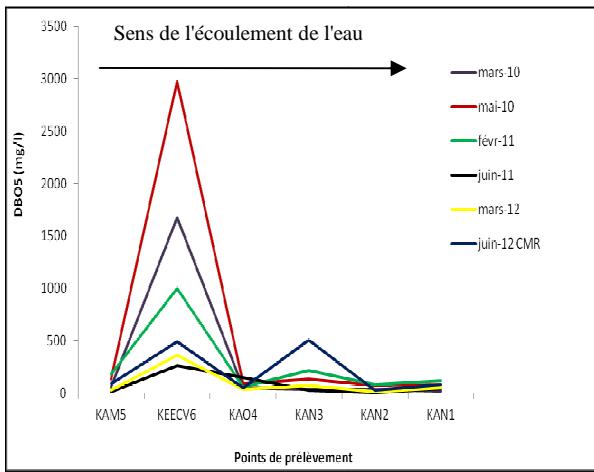


Fig 74 : Variation de la DBO₅ suivant les différents points de prélèvement (De l'amont vers l'aval)

L'évolution de la DBO₅ et de la DCO n'est pas linéaire et progresse en dents de scie de l'amont vers l'aval au cours des différentes campagnes et saisons. Les deux courbes étant sensiblement identiques, l'intérêt sera porté sur celle de la DCO pour expliquer les différentes variations enregistrées sur le tracé en long du cours d'eau.

Au point de prélèvement KAM₅, la DCO présente des valeurs variables suivant les campagnes, ce qui témoigne d'un apport plus ou moins constant de substances exogènes. En effet, à ce point, les eaux de l'Abiergué constituent une mixture ou un "melting pot" comprenant des eaux de ruissellement, des eaux usées domestiques et des effluents issus des marchés Mokolo et Madagascar, des garages, hôtels, boulangeries, ... installés dans la zone. Ces eaux évoluent jusqu'au point KEECV₆ où elles reçoivent des eaux usées provenant du lotissement SIC, ce qui entraîne une hausse généralisée de la DCO. Les eaux usées issues du

camp SIC de la Cité Verte représentent le principal émissaire qui augmente de manière significative la valeur de la DCO. Les eaux vont ensuite s'écouler du point KEECV₆ au point KAO₄ où une baisse générale de la DCO est observée. Ce recul de la DCO pourrait se justifier d'une part par la faible concentration des bâtis aux abords du cours d'eau entre ces deux points (KEECV₆ et KAO₄) et d'autre part par le caractère marécageux de la zone qui emmagasinerait une certaine quantité de polluants. Du point KAO₄ et KAN₃, on observe une alternance de la DCO marquée par une baisse (Mars 2010, Juin 2011, Mars 2012) ou une hausse (Mai 2010, Mars 2011, Juin 2012). La baisse de la DCO serait consécutive à la présence du lac de retenue de Nkolbisson (actuellement en pleine phase d'eutrophisation) qui jouerait le rôle de "lagunage naturel" pour l'Abiergué. La hausse de la DCO serait quant à elle attribuable au relargage des polluants par les plantes ou au déversement des eaux usées et des déchets solides dans le cours d'eau par les ménages établis aux abords de ce tronçon de l'Abiergué. De KAN₃ à KAN₂, les valeurs de la DCO croissent ou décroissent. Le point KAN₃ est la zone de confluence de l'Abiergué avec la Mefou, cours d'eau qui draine plusieurs sous bassins versants plus ou moins anthropisés. Le mélange des eaux de l'Abiergué avec celles de la Mefou est à l'origine des fluctuations enregistrées au niveau de la DCO. Les eaux vont par la suite plus ou moins s'épurer en s'écoulant du point KAN₂ à KAN₁, point situé à environ 1 km de l'exutoire de l'Abiergué. Les valeurs de la DCO vont à ce propos soit s'élever soit s'abaisser sans jamais s'annuler. L'Abiergué est soumis entre ces deux points à des polluants issus d'une part de l'agriculture (maraîchage et essais agricoles réalisés par l'IRAD) et d'autre part des eaux usées provenant des bureaux des instituts de recherche (Centre de Biotechnologie de Nkolbisson, CRH ou du Lycée Technique de Nkolbisson).

Sur tout le tracé longitudinal de l'Abiergué, les fluctuations de la DCO et la baisse non linéaire mais généralisée de celle-ci de l'amont vers l'aval met en évidence une autoépuration mise en mal par des pressions permanentes subies par le cours d'eau.

Cette observation est valable pour les deux saisons. La DCO varie à ce propos en fonction des différentes saisons en lien avec les phénomènes de dilution (saison humide) ou de concentration (saison sèche). Ils sont combinés à d'autres facteurs tels que le déversement direct des déchets dans le cours d'eau, la remobilisation et le transport des déchets entassés dans les lits des cours d'eau pendant la saison sèche, le drainage de divers matériaux par les eaux de pluie ou la période de prélèvement des eaux liée à l'analyse.

V-3. RESULTATS ET INTERPRETATION DES ANALYSES BACTERIOLOGIQUES DES EAUX SOUTERRAINES ET DE SURFACE

V-3.1. Résultats des analyses bactériologiques des eaux souterraines

V-3.1.1. Résultats des analyses des eaux de puits

Le tableau ci-dessous (Tabl. 19) reprend les valeurs maximales, moyennes et minimales obtenues à l'issue des analyses bactériologiques des eaux de puits au cours des saisons humide et sèche.

Tabl. 19 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de puits

Paramètres	Saison sèche (SS)			Saison humide (SH)			Valeurs guides OMS	Remarques*
	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min		
CF (UFC/100 ml)	1,2 x 10 ⁶	4,5 x 10 ⁴	0	6,8 x 10 ⁴	4,5 x 10 ³	0	0	CF = 0 KPC ₂ , KPN ₄ (Mars 2012), KPN ₇ , KPCV ₃ (Juin 2011)
SF (UFC/100 ml)	3,3 x 10 ³	3,5 x 10 ²	0	2 x 10 ⁴	1,3 x 10 ³	0	0	SF=0 KPC ₁ (Fev. 2011), KPN ₄ (Juin 2011), KPN ₇ (Mars 2012), KPCV ₃ (Fev. 2011), KP0 ₉ (Mars 2012)
<i>E. Coli</i> (E. Coli/100 ml)	NA	NA	NA	8,3 x 10 ³	500	20	0	Tous les échantillons

* : Echantillons présentant des valeurs nulles, conformes aux valeurs guides de l'OMS (2011).

NA : Non analysé

Tous les échantillons analysés ont présenté des concentrations plus ou moins importantes de SF, CF et *Escherichia Coli*, qui ne cadrent pas avec les valeurs guides édictées par l'OMS (2011) en ce qui concerne les eaux destinées à la consommation humaine. Le rapport CF/SF (Borrego et Romero, 1982) appliqué aux eaux de puits met en exergue une pollution issue de deux origines principales : mixte animale et humaine et/ou exclusivement anthropique (Tab. 20).

Tabl. 20 : Origines de la pollution des eaux de puits en fonction du rapport CF/SF

Valeur du rapport CF/SF	Pourcentage (%)	Origine
<0,7	0	Principalement ou entièrement d'origine animale
0,7 - 2,4	44,4	Mixte (animale et humaine)
>4	55,5	Source exclusivement humaine

V-3.1.2. Résultats des analyses des eaux de source

Les concentrations maximales, moyennes et minimales en CF, SF et *E. Coli* sont reprises dans le tableau suivant.

Tabl. 21 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de source

Paramètres	Saison sèche			Saison humide			Valeurs guides OMS	Remarques*
	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min		
CF (UFC/100ml)	9,6 x 10 ⁴	1,09 x 10 ⁴	0	2 x 10 ⁴	2,5 x 10 ³	0	0	CF = 0 KSE ₁ , KSCV ₃ , KSN4 (Juin 2011)
SF (UFC/100ml)	7,4 x 10 ³	8,9 x 10 ²	0	5,1 x 10 ³	9,3 x 10 ²	2	0	SF = 0 KSE ₂ (Fev. 2011 et Juin 2011)
<i>E. Coli</i> (E. Coli/100 ml)	NA	NA	NA	40	12,5	0	0	KSE ₁ et KSCV ₃ (Juin 2012)

* : Echantillons présentant des valeurs nulles, conformes aux valeurs guides de l'OMS (2011).

Presque tous les échantillons analysés ont présenté des teneurs variables de CF et SF. Les valeurs du rapport CF/SF sont subdivisées suivant les classes suivantes : < 0,7 (16,7%), 0,7-4 (50 %) et > 4 (29,2%). La pollution bactériologique enregistrée au niveau des eaux de sources est exclusivement anthropique, mixte animale et humaine ou principalement animale.

V-3.1.3. Résultats des eaux de forage

Les valeurs maximales, moyennes et minimales de CF, SF et E. Coli sont consignées dans le tableau ci-dessous.

Tabl. 22 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de forage

Paramètres	Saison sèche			Saison humide			Valeurs guides OMS	Remarques*
	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min		
CF (UFC/100ml)	7,5 x 10 ³	2,6 x 10 ³	0	3 x 10 ³	1,6 x 10 ³	0	0	CF = 0 KFO1 (Juin 2011, Mars 2012)
SF (UFC/100ml)	3,6 x 10 ³	1,2 x 10 ³	0	2 x 10 ³	1,07 x 10 ³	6	0	SF = 0 KFO1 (Fev. 2011 et Mars 2012)
<i>E. Coli</i> (E. Coli/100 ml)	NA	NA	NA	0	0	0	0	

* : Echantillons présentant des valeurs nulles, conformes aux valeurs guides de l'OMS (2011).

Hormis l'échantillon de Mars 2012 où les valeurs de CF et SF sont nulles, tous les autres échantillons ont présenté des quantités variables de ces germes qui ne cadrent pas avec les valeurs guides de l'OMS (2011). Des germes d'*Escherichia Coli* n'ont pas été décelés au cours de l'analyse. Le rapport CF/SF dont les valeurs sont comprises entre 0 et 2,5 montre une pollution mixte à prédominance humaine (33%) ou principalement ou entièrement d'origine animale (33%).

V-3.2. Interprétation des résultats des analyses bactériologiques des eaux souterraines

Tous les différents points de prélèvement ont enregistré au minimum un échantillon présentant des CF, SF et *Escherichia Coli*, témoignant ainsi d'une contamination fécale généralisée des eaux souterraines du bassin versant de l'Abiergué. Les eaux de puits présentent dans l'ensemble une pollution plus marquée en CF, SF et *E. Coli* comparées à celles des sources et de forage. Les CF et SF retrouvés dans les eaux souterraines sont d'origines humaine, mixte animale et humaine ou principalement animale. Elles seraient pour cela issues des latrines, des eaux usées, du cours d'eau Abiergué ou des nombreux enclos d'élevage (porcheries, ...) qui jouxtent ces ouvrages. La présence des CF, SF et *E. Coli* témoigne d'une communication entre ces différentes sources potentielles de pollution et les puits, sources et forages. Les puits partagent généralement la même nappe que les latrines à canon. Par ailleurs, les distances séparant les puits et sources des latrines ne permettent pas au sol de jouer totalement son rôle de filtre et les failles et diaclases contenues dans les gneiss de la zone favorisent le transfert direct des polluants de la surface vers les eaux souterraines.

Sur l'ensemble des campagnes, il ressort de manière générale que les eaux souterraines présentent des signes de la contamination fécale et qu'elles sont improches à la consommation humaine malgré la sollicitation dont elles font l'objet actuellement de la part des populations pour couvrir leurs besoins en eau potable.

V-3.3. Résultats des analyses bactériologiques des eaux de surface

Les différentes valeurs de CF (Tabl. 23) sont supérieures aux valeurs guides de l'OMS (2012) en ce qui concerne l'arrosage des consommables crus.

Tabl. 23 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de surface

Paramètres	Saison sèche			Saison humide			Valeurs guides OMS	Remarques*
	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min		
CF (UFC/100ml)	52×10^6	$2,9 \times 10^6$	0	12×10^6	$7,6 \times 10^5$	320	1000	$CF = 0$ <i>KAO₄</i> et <i>KAM₅</i> (Mars 2010)
SF (UFC/100ml)	35×10^6	$1,9 \times 10^6$	0	$2,56 \times 10^6$	$1,4 \times 10^5$	0	-	
<i>E. Coli</i> (E. Coli/100 ml)	NA	NA	NA	$1,6 \times 10^4$	550	300	-	

* : Echantillons présentant des valeurs nulles, conformes au valeurs guides de l'OMS (2012).

Les courbes des CF (Fig. 75) et SF (Fig. 76) décroissent de manière générale de l'amont vers l'aval. Le pic est généralement observé au point KEECV₆.

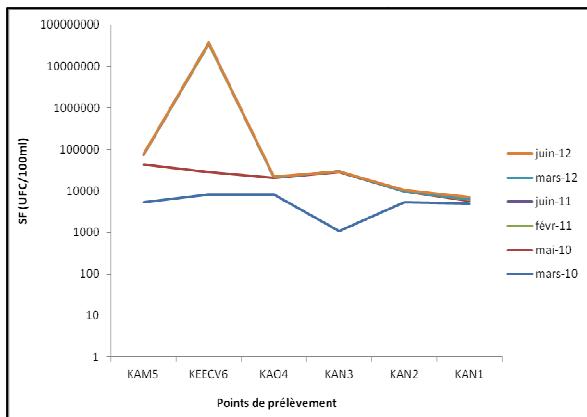


Fig. 75 : Variation de CF de l'amont vers l'aval

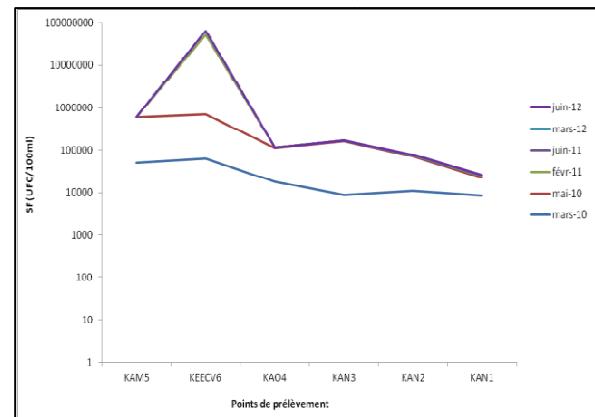


Fig. 76 : Variation de SF de l'amont vers l'aval

Les valeurs du rapport CF/SF sont reparties dans les classes suivantes : < 0,7 (13,9%), 0,7-4 (41,7%) et > 4 (41,7%). Ainsi, les eaux de surface subissent une pollution d'origines variées (exclusivement humaine, mixte humaine et animale, ou exclusivement animale).

V-3.4. Interprétation des résultats des analyses bactériologiques des eaux de surface

Le contact direct des eaux de surface avec les sources potentielles de pollution justifie les charges élevées en CF, SF et d'*E. coli* qui y ont été enregistrées. Ceci montre toute la vulnérabilité des eaux superficielles en proie de manière permanente aux polluants issus des activités anthropiques. L'Abiergué fait en effet, l'objet d'un déversement en continu des déchets liquides et solides issus des ménages et des structures (hôtels, marchés, ...) implantées dans la zone. Les valeurs de CF et de SF qui se maintiennent plus ou moins tout au long des différentes saisons sont supérieures aux valeurs guides de l'OMS (2012) en ce qui concerne l'irrigation des consommables crus.

La pollution bactériologique des ressources en eau du bassin versant l'Abiergué (Fig. 77) témoigne d'un mauvais assainissement et d'une gestion non efficiente des déchets solides. Cette pollution est récente et ancienne comme le témoigne la présence respective des CF et des SF. La pollution actuellement observée persiste donc depuis un temps plus ou moins long. Les eaux souterraines fonctionnent à ce propos comme la mémoire virtuelle d'une situation de crise liée à la gestion de l'eau. Sa qualité bactériologique donnant une idée de la gestion passée et actuelle.

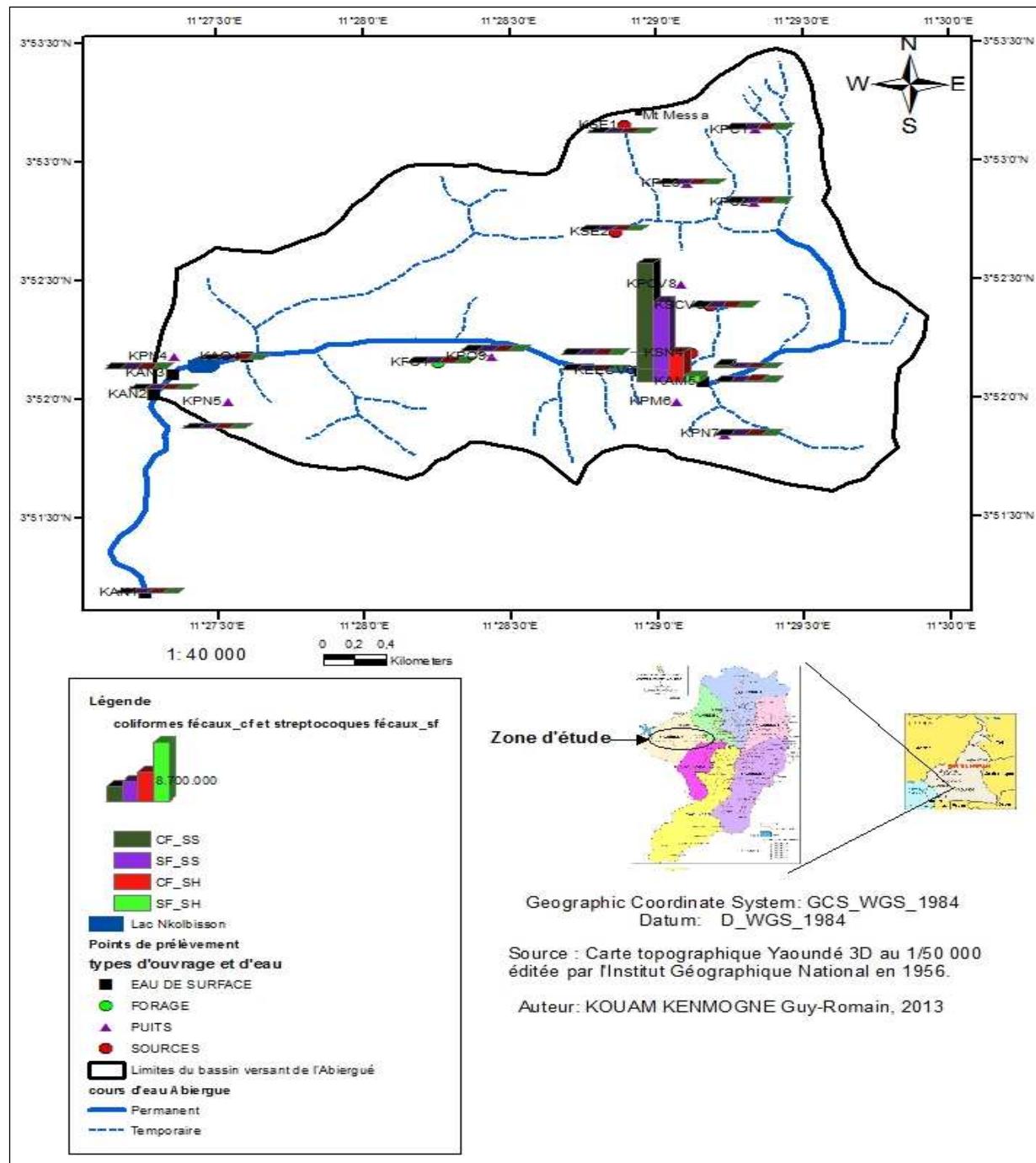


Fig. 77 : Carte de répartition de CF et de SF dans les eaux de surface

V-4. RESULTATS ET INTERPRETATION DES ANALYSES PARASITOLOGIQUES DES EAUX DE SURFACE

V-4.1. Résultats des analyses parasitologiques des eaux de surface

Les analyses parasitologiques ont porté sur la recherche des kystes de protozoaires des espèces suivantes : *Entamoeba histolytica* et *Giardia sp.* Les valeurs moyennes pour les saisons humide et sèche sont reportées dans le tableau suivant.

Tabl. 24 : Résultats des analyses parasitologiques des eaux de surface

Saisons de prélèvement	Codes échantillons	<i>E.histolytica</i> (kystes/L)	<i>Giardia sp</i> (kystes/L)
Saison sèche	KAN ₁	0	0
	KAN ₂	0	0
	KAN ₃	0	0
	KAO ₄	2	0
	KAM ₅	5	0
	KEECV ₆	26,5	0,5
Saison humide	KAN ₁	0	0
	KAN ₂	0	0
	KAN ₃	0	0
	KAO ₄	1	0
	KAM ₅	2,5	0
	KEECV ₆	16	0,5

Les échantillons KAO₄, KAM₅ et KEECV₆ ont présenté des kystes d'*Entamoeba histolytica* pour des valeurs moyennes comprises entre 2 et 26,5 kystes/l (SS) et entre 1 et 16 kystes/l (SH). L'échantillon KEECV₆ enregistre pour l'ensemble des campagnes et des points de prélèvement les niveaux les plus élevés de kystes. Les kystes de *Giardia sp* ont été décelés dans l'échantillon KEECV₆ de la campagne de Mai 2010.

V-4.2. Interprétation des résultats des analyses parasitologiques des eaux de surface

La présence des kystes de protozoaires (*Entamoeba histolytica*, *Giardia sp*) dans les eaux de surface est un facteur de risque pour les populations qui y pratiquent des activités telles que le maraîchage, la lessive, le bain ou le lavage des voitures. La mise en évidence des parasites laisse présager d'une probable contamination des eaux souterraines si on met en avant la communication qui existe entre ces dernières et les eaux de surface. Les eaux usées de la Cité-Verte constituent au regard des quantités de kystes de protozoaires enregistrées dans les différents échantillons, une source importante d'émission des parasites.

CONCLUSION

Les eaux souterraines appartiennent essentiellement à 3 principaux faciès qui s'arriment parfaitement aux formations géologiques (gneiss et sols ferrallitiques) de la zone. Les variations observées au niveau des faciès sont attribuables aux processus hydrogéochimiques qui se déroulent dans l'aquifère et subsidiairement aux actions

anthropiques. Les eaux souterraines présentent dans l'ensemble des bonnes caractéristiques physico-chimiques conformes aux valeurs guides édictées par l'OMS (2008, 2011) en ce qui concerne les eaux destinées à la consommation humaine. Des écarts ont été cependant observés pour certains échantillons concernant les MES et les nitrates. Ils ont été reliés essentiellement à l'environnement immédiat de l'ouvrage. En ce qui concerne l'aspect bactériologique, les eaux souterraines présentent dans l'ensemble des signes de contamination fécale (présence de CF et SF). Cette pollution est plus marquée dans les eaux de puits que celles de sources et forages et proviendrait des latrines, des eaux usées et des déchets solides qui jouxtent ces ouvrages. La pollution bactériologique disqualifie les eaux souterraines comme source d'eau destinée à la consommation humaine.

Les eaux de surface dont les caractéristiques organoleptiques sont médiocres subissent de manière directe la pollution issue des activités anthropiques. Elles présentent une pollution organique, bactériologique et parasitologique. Le cours d'eau Abiergué constitue à ce propos le réceptacle des déchets liquides et solides produits dans le bassin. Il est vulnérable aux pollutions du fait de son accessibilité aisée. Les eaux de surface ne sont pas conformes à une utilisation dans le cadre de l'irrigation des consommables crus.

La dégradation des ressources en eau invite à une évaluation globale de la gestion actuelle de l'eau. Ceci passe par un diagnostic de la gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué. Le chapitre suivant est entièrement consacré à cette fin.

CHAPITRE VI : DIAGNOSTIC DE LA GESTION ACTUELLE DES RESSOURCES EN EAU DANS LE BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE ET IMPACTS INDUITS

Publications en lien avec ce chapitre :

Articles publiés dans des revues internationales avec comité de lecture

Kouam Kenmogne G.R. Rosillon F., Nono A. Nzeukou Nzeugang A. et Mpakam H.G. (2011). Les maladies hydriques à l'épreuve de la gestion des ressources en eau dans une zone urbaine tropicale : cas de Yaoundé (Cameroun). *Eur. Journ. of Water Quality.* Paris, France. 15P. DOI 10.1051/water/2011004.

Kouam Kenmogne G.R. Rosillon F., Nono A. and Mpakam H.G. (2010). Health-related aspects of wastewater reuse in urban truck farming: A case study of Yaounde, Cameroon. *In Environmental and human health risk management en developing countries. E.N. Laboy-Nieves, M.F.A. GOOSEN and E. Emmanuel (Eds). CRC Press. PP 217-234.*

Kouam Kenmogne G. R. Rosillon F., Mpakam H. G. et Nono A. (2010). Enjeux sanitaires, socio-économiques et environnementaux liés à la réutilisation des eaux usées dans le maraîchage urbain : cas du bassin versant de l'Abiergué (Yaoundé-Cameroun). *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, Vol. 10, N°2. URL : <http://vertigo.revues.org/10323> ; DOI : 10.4000/vertigo.10323.*

Communications lors de colloques

Kouam Kenmogne G.R., Djomou Bopda S. L. et Rosillon F. (2013). Mutations urbaines et problématique d'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans une zone urbaine d'un pays en développement : cas de la ville de Yaoundé (Centre-Cameroun). *Actes du 5^{ème} colloque international « Ressources en eau et développement durable ». 24-25 Février 2013, Alger (Algérie). PP 764-769.*

Kouam Kenmogne G.R. Rosillon F., Nono A. (2011). Utilisation des systèmes d'informations géographiques dans le cadre d'une étude sur la vulnérabilité des ressources en eau dans une zone urbaine d'un pays en développement : cas du bassin versant de l'Abiergué (Yaoundé-Cameroun). *Communication présentée au séminaire portant sur les systèmes d'informations géographiques dans les pays en développement. Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, 3-4 Novembre 2011.*

INTRODUCTION

La réalisation de l'état des lieux de la gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué participe à l'acquisition des données multivariées et constitue un préalable au processus d'élaboration des stratégies visant son amélioration. Il est en effet nécessaire de maîtriser les différents aspects de la gestion actuelle pour en extraire les lacunes et les contraintes, relever les goulots d'étranglement et identifier les atouts et les potentialités sur lesquels s'appuyer pour progresser. Ce sont ces mobiles qui justifient à la base l'établissement de ce diagnostic qui s'appuie sur les observations in situ, les entretiens semi-structurés, les focus group et les échanges informels avec les populations. Cette étape revêt une grande importance dans le processus de la gestion durable des ressources en eau comme le précise le Partenariat Mondial de l'Eau (GWP, 2000).

Ce chapitre comprend, la présentation du cadre législatif, réglementaire et institutionnel de la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué, l'inventaire des ressources en eau, des besoins et des usages, la présentation des modalités d'accès à l'eau, d'évacuation des eaux usées, des excréta et des déchets solides, la description de la dynamique de pollution des eaux et les impacts (socio-économiques, sanitaires, ...) liés à la gestion actuelle de l'eau.

VI-1. EVOLUTION HISTORIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE EN LIEN AVEC LA GESTION DE L'EAU

A partir de l'évolution historique du bassin versant de l'Abiergué présenté en II-3., de la période allemande à nos jours, la situation en matière de gestion de l'eau a évolué à travers les 4 périodes suivantes (Fig. 78) :

- La période de sous protectorat Allemand;
- La période de sous tutelle Française;
- La période de l'indépendance et post-indépendance (marquée par la gouvernance du pays par le premier président Camerounais);
- La période de 1982 à nos jours (marquée par la gouvernance du second président Camerounais).

Sous protectorat Allemand (1884 - 1916)

Situation de la gestion de l'eau

- Gestion locale par les populations autochtones qui habitent la zone (Il y a une absence de données sur le mode de gestion qui prévalait dans cette zone pendant cette période);
- (Au niveau national, l'accent était surtout mis sur l'aménagement du port de Douala;



Sous mandat puis sous tutelle Française (1916-1960)

Situation de la gestion de l'eau

- Adduction d'eau dans une partie du bassin versant de l'Abiergué à la faveur de l'extension de la ville;
- Mise en place de structures au niveau national pour répondre à des besoins ponctuels de la population en matière d'eau;



Indépendance et période post indépendance (1960-1982; Le pays est dirigé par Ahmadou AHIDJO)

Situation de la gestion de l'eau

- Mise en place progressive des délégations provinciales, départementales et d'arrondissement en charge des questions liées à l'eau;
- Augmentation de la desserte en eau potable des ménages;
- Création au niveau national de la Société Nationale des Eaux;
- Contrôles inopinés d'Hygiène et de salubrité dans les ménages pilotés par les communes;



1982 à nos jours (La gouvernance du pays est assurée par Paul BIYA)

Situation de la gestion de l'eau

Entre 1982 et 1986

- Mise en place de la station d'épuration de la Cité-Verte;
- Augmentation de la desserte en eau potable des ménages;
- Au niveau national, promulgation de la loi de 1984 sur la gestion de l'eau;

Entre 1986 et 1994

- Gel des investissements dans le domaine de l'eau de 1986 à la fin des années 1990;
- Restructuration des ministères ayant des compétences dans le domaine de l'eau;
- Arrêt des contrôles inopinés d'hygiène et de salubrité;
- Arrêt du service de collecte des déchets solides par la société HYSACAM

Entre 1994 à nos jours

- Réhabilitation de la STEP de la Cité-Verte;
- Lancement du programme GIRE au niveau national (Pas d'implémentation au niveau d'un bassin pilote);
- Promulgation de la loi de 98 portant régime de l'eau;
- Privatisation du secteur de l'eau potable au niveau national (répercussions au niveau local);
- Reprise des activités de collecte de déchets par HYSACAM

Fig. 78 : Synthèse de l'évolution du bassin versant de l'Abiergué en lien avec la gestion de l'eau

VI-2. CADRE SOCIO-ECONOMIQUE ET GESTION DE L'EAU

Le contexte socio-économique du bassin versant est intimement lié à celui du Cameroun. Il n'est pas linéaire et est marqué par des phases de stabilité, de crise et de croissance (Fig. 79). Ces différentes fluctuations influent de manière directe ou indirecte sur la gestion de l'eau.

1950 à 1985
Période de forte croissance économique (Touna Mama, 2008)

Forte croissance économique marquée par une économie florissante basée sur un secteur agricole très compétitif. Fluctuation positive du PIB qui plafonne à 17,1% en 1981 (Touna Mama, 2008)

Impacts au niveau de la gestion de l'eau

Investissement dans l'approvisionnement en eau potable et dans l'assainissement.

1986-1994

Crise économique

- Chute continue du PIB de -4,1% par an (Nouetagni, 2004);
- Mise en œuvre des Programmes d'Ajustement Structurel (PAS);
- Liquidation des entreprises déficitaires et privatisation de celles réalisant des bénéfices, compression des dépenses sociales (éducation, santé), baisses importantes des salaires des fonctionnaires (entre 50 % et 60 %) en janvier et novembre 1993, ... (Fambon *et al.*, 2001);
- Amplification du phénomène de la corruption;
- Dans les années 1990, l'incidence de la pauvreté était à 60% avec un seuil de pauvreté de 136 236 FCFA (Fambon *et al.*, 2001)
- Dévaluation de la monnaie locale (Franc CFA) en Janvier 1994;
- Economie dominée par le secteur informel;

Impacts au niveau de la gestion de l'eau

- Réduction des investissements dans le domaine de l'eau avec comme conséquences l'accroissement de la pollution des ressources en eau, l'absence d'investissements dans les infrastructures d'hydraulique et la suspension de plusieurs programmes dédiés à l'eau;
- Levées de compteurs au niveau des ménages pour cause de factures impayées, développement de la filière de revente d'eau, absence de collecte des déchets solides (des tas d'immondices jonchaient les rues), absence d'entretien du réseau d'approvisionnement en eau et d'assainissement, gel des investissements dans le secteur de l'eau potable et l'assainissement, multiplication accrue des ouvrages alternatifs d'approvisionnement en eau (puits, sources, forages), "quasi-absence" des organismes institutionnels sur le terrain et entrée en jeu de nouveaux acteurs dans le secteur de l'eau;
- Résultats mitigés de la "Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement-DIEPA au Cameroun

1994 à nos jours

Phase de transition et reprise de la croissance

- ✓ Augmentation du PIB à un taux moyen annuel de 4,1% (Touna Mama, 2008)
- ✓ Atteinte par le Cameroun du point de décision de l'Initiative Pays Pauvre Très Endetté (IPPTT);
- ✓ Avril 2006, atteinte du point d'achèvement de l'IPPTT;
- ✓ Amélioration de la trésorerie à travers la remise de la dette;
- ✓ Amélioration des performances macroéconomiques du pays mais faible incidence au niveau des ménages;
- ✓ IDH en 2012 était de 0,495 et le Cameroun occupait le 150ième rang sur 187 pays;
- ✓ Le Salaire Minimum Interprofessionnel Garanti (SMIG) est de 28 246FCFA au Cameroun;
- ✓ Production du Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (2003) converti en 2009 en Document Stratégique pour la Croissance et l'Emploi;

Impacts au niveau de la gestion de l'eau

- ✓ Mise en œuvre des Partenariat Public-Privé (PPP);
- ✓ Actions des Organisations de la Société Civile (OSC), relance des activités de collecte et de traitement des déchets, augmentation de la capacité de production d'eau potable par la construction de nouvelles stations de traitement d'eau potable (Yato à Douala) ou la réhabilitation des anciennes stations (cas de la Mefou à Yaoundé), rationnement de la distribution de l'eau potable, épidémies de choléra, ...

Fig. 79 : Impacts des mutations socio-économiques sur la gestion de l'eau

Le cadre socio-économique montre que l'Etat du Cameroun a une certaine dépendance vis à vis des partenaires bilatéraux et multilatéraux. En effet, les apports financiers issus des pays partenaires ou des institutions internationales sont souvent déterminants pour l'implémentation d'un projet d'envergure portant sur la gestion urbaine de l'eau.

VI-3. CADRE LEGISLATIF, REGLEMENTAIRE ET INSTITUTIONNEL DE LA GESTION DE L'EAU DANS LE BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE

VI-3.1. Cadre législatif

La gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué est régie par la loi N°98/005 du 14 Avril 1998 portant régime de l'eau au Cameroun (Annexe 11). Sur le terrain, l'application de cette loi est assez subjective en ce sens qu'à l'observation, un fossé la sépare des pratiques quotidiennes.

VI-3.2. Cadre réglementaire

Le cadre réglementaire est celui présenté dans l'annexe 11 auquel il convient d'ajouter des arrêtés ministériels, préfectoraux et des textes communaux.

VI-3.3. Cadre institutionnel

VI-3.3.1. Acteurs institutionnels

VI-3.3.1.1. Services déconcentrés des ministères disposant des compétences dans le domaine de la gestion urbaine de l'eau

Les différents ministères ayant des compétences dans le domaine de la gestion de l'eau (Annexe 12) sont présents dans le bassin versant de l'Abiergué à travers leurs services déconcentrés au niveau régional (Région du Centre), départemental (Département du Mfoundi) et des arrondissements (Arrondissement de Yaoundé II, VI et VII).

Ces services déconcentrés interviennent dans le domaine de l'eau (réalisation des forages, ...) et de l'assainissement (mise en place du réseau de drainage des eaux pluviales, ...) sur fonds propres (Budget d'Investissement Public-BIP) ou sur financement conjoint. Ils accompagnent quelques fois les acteurs non institutionnels dans la réalisation de leurs projets.

VI-3.3.1.2. Communauté Urbaine de Yaoundé

Créée à la suite de la loi N° 87 du 15 Juillet 1987, la communauté Urbaine de Yaoundé (CUY) est l'acteur clé de l'aménagement de la ville de Yaoundé.

Dans le bassin versant de l'Abiergué, elle agit dans le domaine de la gestion de l'eau à travers son service "Hygiène et Environnement" de façon unilatérale ou en partenariat avec les Communes Urbaines d'Arrondissement de Yaoundé II, VI et VII. La CUY aménage les bas-fonds marécageux, lutte contre les inondations, intervient dans l'assainissement (destruction des latrines ou des maisons construites sur le cours d'eau ou aux abords immédiats, ...) et dans la gestion des déchets solides sur la base du partenariat qu'elle a noué en 1998 avec la société HYSACAM.

VI-3.3.1.3. Commune Urbaine d'Arrondissement de Yaoundé II

La Commune Urbaine d'Arrondissement de Yaoundé II (CUAYII) fournit gratuitement de l'eau aux populations des quartiers Carrière et Etetack à travers des bornes fontaines. Elle mène seule ou en collaboration avec la CUY des campagnes d'hygiène et de salubrité sur son territoire d'emprise.

Elle procède pour cela au curage des caniveaux, à l'implantation des panneaux précisant certaines restrictions, ...

VI-3.3.1.4. Commune Urbaine d'Arrondissement de Yaoundé VII

La Commune Urbaine d'Arrondissement de Yaoundé VII (CUAYVII) dérive de la CUAYII suite au décret N° 2007/117 du 24 avril 2007 portant création des communes.

Elle intervient dans le même registre que la CUAYII avec cependant moins de moyens humains, logistiques, financiers et techniques que celle-ci.

VI-3.3.1.5. Commune Urbaine d'Arrondissement de Yaoundé VI

La Commune Urbaine d'Arrondissement de Yaoundé VI (CUAYVI) a été créée en 1992 à la suite du décret présidentiel qui réaménageait l'organisation administrative de Yaoundé dont le nombre de communes urbaines d'arrondissement passait de 4 à 6.

La CUAYVI travaille sur des problèmes d'accès à l'eau potable et à l'assainissement qui se posent sur son territoire d'emprise.

VI-3.3.1.6. Cameroon Water Utilities Corporation

La Cameroon Water Utilities Corporation (CAMWATER) a participé en qualité de "Maître d'ouvrage" au projet d'alimentation en eau potable du quartier Etetack Abobo financé par l'ambassade d'Espagne au Cameroun.

VI-3.3.1.7. Centre de Recherches Hydrologiques

Le Centre de Recherches Hydrologiques (CRH) est une structure de recherche basée à Nkolbisson et appartenant à l'Institut de Recherches Géologiques et Minières (IRGM) du Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation (MINRESI). Il procède à intervalles de temps non réguliers par moments à des mesures de débits de l'Abiergué.

VI-3.3.1.8. Société Immobilière du Cameroun

Cette société gère le lotissement de la Cité-Verte et s'occupe à cet effet du traitement des eaux usées qui y sont issues.

VI-3.3.2. Acteurs non institutionnels

VI-3.3.2.1. Acteurs de la coopération

❖ *Service de Coopération et d'Action Culturelle*

Le Service de Coopération et d'Action Culturelle (SCAC) de l'Ambassade de France au Cameroun intervient dans la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué en apportant un soutien technique ou financier aux associations et comités de développement dans des projets d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement.

❖ *Mairie de Colombes (France)*

Cette mairie a financé en partie la réalisation d'un mini réseau d'adduction d'eau potable sur la base du partenariat qu'elle entretient avec la CUAYII. Le réseau dessert les populations des quartiers Carrière et Etetack.

❖ *Ambassade d'Espagne au Cameroun*

Dans le cadre de la coopération entre le Cameroun et l'Espagne, l'ambassade d'Espagne à Yaoundé a financé avec d'autres partenaires le projet d'alimentation en eau potable du quartier Etetack Abobo.

VI-3.3.2.2. Associations de développement et ONG

❖ *Associations de base et comités de développement des quartiers*

De nombreux comités de développement et associations de base existent dans les différents quartiers du bassin versant de l'Abiergué. Ils réalisent avec l'appui des organismes nationaux ou internationaux des projets d'aménagement des points d'eau. Ils procèdent au

curage des rigoles, au nettoyage des abords des points d'eau communautaires lors des séances d'investissement humain organisées par leurs soins. Plus d'une trentaine d'associations et de comités de développement sont actifs dans le domaine de la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué. Nous pouvons citer l'Association des Jeunes d'Edzo Mballa, l'Association des Jeunes Amis de Messa Doumassi, l'Union des Jeunes de la Cité Verte Nord, la Solidarité des Populations de la Cité-Verte Nord, le Comité de Développement du quartier Etetack Abobo, Comité de Développement du Bloc 8 de Nkolbikok, ...

❖ *ONG Association Enfants, Jeunes et Avenir*

L'ONG Association Enfants, Jeunes et Avenir (ASSEJA) a aménagé quelques points d'eau (bornes fontaines, forages et puits) dans le bassin versant de l'Abiergué (Tabl. 25).

Tabl. 25 : Ouvrages réalisés par l'ONG ASSEJA dans le bassin versant de l'Abiergué

Réalisations de l'ASSEJA dans le domaine de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué
Aménagement d'un forage au quartier Oyom Abang
Construction d'un forage équipé d'une pompe manuelle à Oyom Abang 1, bloc 2
Construction d'un forage équipé d'une pompe à motricité humaine
Construction de deux puits équipés de pompe à motricité humaine à Nkolka, Melen 6
Aménagement d'une source avec aire de lavage et escalier à Nkolso'o
Construction d'un puits équipé de pompe manuelle à Oyom Abang 2
Construction d'un puits équipé de pompe à motricité humaine à Nkolbisson
Aménagement d'une source au quartier Nkolso'o, bloc 2
Borne fontaine à Mvogt Betsi

❖ *ONG Environnement-Recherche-Action au Cameroun*

Les actions menées par l'ONG ERA-Cameroun portent principalement sur la partie du bassin versant appartenant à la CUAYVI. Elles sont réalisées en partenariat avec des acteurs nationaux (Ecole Nationale Supérieure Polytechnique) ou internationaux (Association Catalane des Ingénieurs Sans Frontières, ...). Ces actions portent essentiellement sur l'amélioration de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine, la maîtrise de l'assainissement dans les quartiers spontanés, la précollecte des déchets solides en partenariat avec certaines associations et la réalisation des voies de desserte dans les quartiers spontanés.

❖ *ONG AQUACARE*

L'ONG AQUACARE procède à la vulgarisation au niveau des ménages de la méthode SODIS (désinfection solaire de l'eau) qui est un moyen de traitement à faible coût des eaux destinées à la consommation humaine. Des séances de démonstration sont régulièrement organisées au sein des différents quartiers.

VI-3.3.2.3. Acteurs confessionnels

❖ Mission catholique

Les congrégations et les paroisses catholiques ont aménagé environ 4 points d'eau dans certains quartiers du bassin versant de l'Abiergué (Etetack, Carrière, Nkolbisson).

VI-3.3.2.4. Acteurs privés

❖ Particuliers

Des particuliers financent individuellement ou avec l'appui de certains organismes l'aménagement des points d'eau communautaires (forage, source). Le député de Yaoundé II a par exemple cofinancé avec les populations la construction d'un forage au quartier Cité-Verte Nord (Fig. 80).

Des particuliers (Fig. 81) s'emploient souvent individuellement ou collectivement à dégager les déchets qui se sont entassés dans des rigoles.



Fig. 80 : Forage d'eau de la Cité-Verte Nord cofinancé par le député de Yaoundé II et les populations



Fig. 81 : Habitant en train de dégager des déchets dans le lit d'un affluent de l'Abiergué

❖ Sociétés privées

Les sociétés privées réalisent des projets sur la base des marchés qu'elles gagnent à l'issue des appels d'offres lancés par les organismes publics, para-publics ou privés. C'est le cas par exemple de la société HYSACAM qui s'occupe de la collecte, du transport et du traitement des déchets solides ou de la société SOPREC qui a réhabilité la station d'épuration de la Cité-Verte. C'est également le cas des sociétés privées de vidange des fosses septiques.

❖ Camerounaise Des Eaux

La Camerounaise Des Eaux (CDE) fournit de l'eau potable aux ménages à travers un réseau de canalisations. Elle joue le rôle de "Maître d'ouvrage délégué" dans le cadre de

certains projets relatifs à l'approvisionnement en eau potable, portés par des ONG ou par des organismes de développement. La CDE est une filiale de l'Office National de l'Eau potable (ONEP). Les chiffres spécifiques concernant la distribution d'eau par la CDE dans le bassin versant de l'Abiergué ne sont pas connus. Toutefois, la ville de Yaoundé, la CDE distribue annuellement 21 millions de m³ pour une population estimée à environs 2 100 000 habitants. Le ratio tend vers 10 m³/habitant/an (ONU-Habitat, 2007b). Le taux de desserte est de 35% suivant les statistiques empruntées à la CDE et à la CAMWATER.

VI-3.3.2.5. Acteurs issus du monde de la recherche

Ces acteurs proviennent des universités camerounaises, étrangères ou des instituts de recherche nationale ou internationale. Les travaux de recherche menés par ces derniers portent sur les différents volets liés à la gestion de l'eau (pollution de l'eau, réutilisation des eaux usées dans le maraîchage urbain, ...).

VI-3.3.3. Multiplicité d'acteurs aux logiques d'interventions différentes et non coordonnées

L'analyse du cadre institutionnel de la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué montre qu'il est composé d'une multitude d'acteurs (services déconcentrés des ministères en charge de l'eau, coopération, recherche, ...; Fig. 82) actifs dans les domaines spécifiques de l'approvisionnement en eau potable, de l'assainissement, de la lutte contre les maladies hydriques, de la recherche, ... Très peu de ces institutions travaillent de manière coordonnée. En effet, il n'existe pas de plate forme de coordination et l'on assiste bien souvent à des luttes d'influence, des conflits de compétence et des chevauchements de réalisation sur le terrain. L'absence de coordination empêche toute planification efficace, renforce la gestion sectorielle et met en avant une juxtaposition "d'actions spontanées" par rapport aux problèmes liés à l'eau. Ceci conforte le constat établi par le MINEE et le GWP dans un rapport conjoint (MINEE-GWP, 2009b), où ils précisent qu'à l'échelle nationale, il n'existe pas de cadre de concertation de la gestion de l'eau.

Les circonvolutions coloniales, l'hégémonie du parti-Etat, le contexte social marqué par une pauvreté rampante, la corruption endémique et le climat économique caractérisé par des phases de croissance et de récession ont imprimé des marques qui ne cessent d'influer directement ou indirectement sur la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué.

Cadre législatif : Loi N° 98/005 du 14 Avril portant régime de l'eau au Cameroun
(Asymétrie entre la loi et les réalités sur le terrain)

Cadre réglementaire : Décrets (signés par le Président de la République ou le Premier Ministre) et des Arrêtés ministériels, préfectoraux ou des textes communaux (signés respectivement par les ministres, préfets et les maires)

Acteurs	Types	Champs d'actions	Actions concrètes sur le terrain	Remarques
Acteurs institutionnels				
Services déconcentrés de l'Etat	Institutionnel	Hydraulique urbaine, eau potable, assainissement, aménagement urbain	Appui technique et validation des projets liés à l'eau et à l'assainissement	Faible visibilité sur le terrain
Communauté Urbaine de Yaoundé	Institutionnel (Autonome sous tutelle)	Assainissement, gestion des déchets solides et aménagement urbain	Réhabilitation de la STEP de la Cité verte, collecte des déchets solides à travers HYSACAM, colonisation des bas-fonds et destruction des latrines et habitations établies aux abords de l'Abiergué	Organisme dominant de la gestion de l'eau; Organisme craint par les populations
Commune urbaine d'arrondissement de Yaoundé II	Institutionnel (Autonome sous tutelle)	Assainissement, gestion des déchets solides et aménagement urbain	Réalisation d'un mini-réseau d'approvisionnement en eau, curage des caniveaux, sensibilisation des populations, ramassage des ordures,	Faible moyen technique et financier
Commune urbaine d'arrondissement de Yaoundé VII	Institutionnel (Autonome sous tutelle)	Assainissement, gestion des déchets solides et aménagement urbain	curage des caniveaux, sensibilisation des populations, ramassage des ordures, colonisation des bas-fonds	Faible moyen technique et financier
Commune urbaine d'arrondissement de Yaoundé VI	Institutionnel (Autonome sous tutelle)	Assainissement, gestion des déchets solides et aménagement urbain	curage des caniveaux, sensibilisation des populations, ramassage des ordures, colonisation des bas-fonds	Faible moyen technique et financier
Cameroon Water Utilities Corporation	Société de patrimoine	Gestion globale du service de l'eau potable	Maître d'ouvrage des grands projets liés à l'approvisionnement en eau	Actions ponctuelles
Centre de recherches Hydrologiques	Institutionnel (Autonome sous tutelle)	Recherche dans le domaine de l'eau	Mesures à fréquences irrégulières des débits de l'Abiergué	Faible visibilité sur le terrain
Société Immobilière du Cameroun	Para-public	Assainissement des eaux usées du lotissement SIC	Apport financier pour la réhabilitation de la STEP de la Cité Verte	Actions localisées à la Cité Verte
Acteurs non institutionnels				
Service de Coopération et d'Action Culturelle	Diplomatique (Coopération)	Projet d'approvisionnement en eau potable et assainissement	Appui technique ou financier dans les projets d'approvisionnement en eau ou d'assainissement	Actions ponctuelles
Mairie de Colombes	Autonome (Partenaire de la CUAYII)	Projet d'approvisionnement en eau potable et assainissement	Co-financement d'un mini-réseau d'adduction d'eau	Action localisée
Ambassade d'Espagne	Diplomatique (Coopération)	Appui au processus de développement du Cameroun	Co-financement de l'approvisionnement en eau du quartier Etetack Abobo	Action localisée
Associations et Comités de Développement	Associatif	Projet d'approvisionnement en eau potable et assainissement	Montage, recherche de financement et apport pour les projets d'approvisionnement en eau, assainissement des quartiers à travers des séances d'investissement humain	Nombre important sur le terrain Forte présence
ONG Association Enfants, Jeunes et Avenir	Organisation de la société civile	Appui et réalise des projets communautaires liés à l'eau	Aménagement des puits et des forages	Actions ponctuelles et localisées
ONG Environnement-Recherche-Action	Organisation de la société civile	Approvisionnement en eau potable, assainissement, Aménagement urbain,	Vulgarisation des seaux munis de robinets, réalisation d'un journal de quartier, aménagement des voies de desserte	Action localisée
AQUACARE (Projet SODIS)	Organisation de la société civile	Vulgarisation de la méthode SODIS	Réalisation des campagnes de démonstration	Peu appliquée par les populations
Catholiques	Religieux	Actions de bienfaisance	Aménagement des sources et forages	Actions Localisées
Particuliers	Privé	Projet d'approvisionnement en eau potable et assainissement	Co-financement de l'aménagement des forages et des sources	Actions Localisées
Sociétés privés	Privé	Réalisation des forages et sources; collecte des déchets solides et vidange des boues	Forages à la Cité Verte Nord, ramassage des déchets solides et vidange des boues	Activités lucratives ou orientées
Camerounaise Des Eaux	société fermière (Contrat d'affermage)	Approvisionnement en eau potable	Distribution de l'eau potable dans les ménages à travers des canalisations	Service approximatif
Acteurs issus du monde de la recherche	Privé	Recherche sur l'eau	Travaux de recherche sur la réutilisation des eaux usées dans le maraîchage et sur la gestion des ressources en eau	Actions ponctuelles

Fig. 82 : Acteurs de la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué et actions

VI-4. RESSOURCES EN EAU, BESOINS ET USAGES

VI-4.1. Ressources en eau

Rappelons comme énoncé dans le chapitre 2 que les précipitations sont abondantes avec une moyenne annuelle évaluée à 1629 mm (soit un volume annuel de 17 023 050 m³ d'eau) pour la période allant de 1984 à 2012. En retenant essentiellement l'infiltration et le ruissellement (41,8%), c'est environ 7 115 635 m³ d'eau qui sont potentiellement mobilisables.

Les débits de l'Abiergué à Nkolbisson oscillent entre 1 m³/s et 1,2 m³/s en saison sèche et entre 1,7 m³/s et 2,2 m³/s en saison humide. Des gros débits (Fig. 83) sont généralement enregistrés au cours de la saison humide, ce qui crée des écarts considérables avec ceux de la saison sèche (Fig. 84). Les eaux de surface enregistrent des variations saisonnières mais demeurent pérennes durant toute l'année.



Fig. 83 : Abiergué en saison humide



Fig. 84 : Abiergué en saison sèche

Les fluctuations observées pour les niveaux piézométriques présentent des valeurs comprises entre 0 et 0,20 m pour des mesures réalisées sur deux semaines (fin Avril - Mi-mai 2011) et entre 0,1 et 0,90 m pour les mesures allant de Mars 2012 à Juillet 2012. Les débits de sources varient pour l'ensemble de 0,08 l/s à 0,74 l/s en saison sèche et de 0,12 l/s à 0,83 l/s en saison humide. En saison sèche, les niveaux d'eau baissent dans les puits sans jamais tarir complètement et les sources demeurent pérennes malgré la baisse des débits.

VI-4.2. Besoins actuels en eau

Les besoins en eau dans le bassin versant de l'Abiergué sont multiples et variés (Tabl. 26). Les quantités ont été estimées sur la base de la démographie, de la structure économique et de l'évolution spatiale de la zone.

Tabl. 26 : Besoins actuels en eau dans le bassin versant de l'Abiergué

Ressources en eau	Besoins	Quantités quotidiennes (Estimations en m ³)	Remarques
	Eau pour la production de l'eau potable (station de traitement d'eau d'Akomnyada)	-	L'eau potable distribuée à Yaoundé est issue du Nyong, tributaire de la Mefou dont l'Abiergué est un affluent
	Eau potable pour les ménages	327 (1,5 l x la population totale)*	Assurer l'eau potable à une population en pleine croissance
	Eau pour les besoins domestiques	4360 (20 l x la population totale)**	Assurer une meilleure qualité et une quantité d'eau suffisante pour couvrir des besoins domestiques (lessive, bain, cuisson, ...) d'une population dont les habitudes de vie et de consommation changent
	Eau pour le maraîchage (Nkolbisson, Nkolbikok et Mokolo)	-	Réutilisation des eaux usées (traitées) dans le maraîchage
	Eau pour la pisciculture (Oyomabang)	-	Création des étangs à Oyomabang
	Eau pour les loisirs (Zone de pêche, ...)	-	Il n'existe actuellement aucune zone de détente en lien avec l'eau
	Eau pour les petites et moyennes industries (production de boissons sucrées, ...)	8720 (120 litres en moyenne pour hôtel, salons de coiffures, ...) x 1/3 de la population)	Activités en plein essor impliquant essentiellement des femmes
	Eau pour alimenter les bouches d'incendie	-	Il y a très peu de bouches d'incendie dans le bassin versant de l'Abiergué.

* : En admettant que chaque individu consomme en moyenne au quotidien environ 1,5l

** : La quantité de 20 l d'eau se rapporte à la valeur minimale recommandée par l'OMS (2008a).

VI-4.2. Usages des ressources en eau

Les usages des ressources en eau sont variés et sont généralement guidés par leurs origines comme observés dans le cadre des enquêtes ménages.

Les eaux de pluie sont recueillies dans des récipients (fûts et seaux) et utilisées à des fins domestiques (lessive, bain, nettoyage du sol) et souvent pour l'abreuvement des bêtes.

Les eaux de surface sont utilisées pour des activités domestiques comprenant la lessive, le bain (Fig. 85) et le nettoyage du sol. Elles sont par ailleurs fortement sollicitées dans le cadre du maraîchage (Fig. 86) et dans certaines "laveries autos" pour nettoyer des véhicules. Des activités d'extraction de sable (Fig. 87) et de pêche (Fig. 88) sont réalisées par certains individus à certains points du cours d'eau.



Fig. 85 : Bain et lessive avec les eaux de l'Abiergué au quartier Carrière



Fig. 86 : Maraîcher puisant de l'eau de l'Abiergué pour arroser les cultures maraîchères à Nkolbisson



Fig. 87 : Extraction du sable dans l'un des affluents de l'Abiergué à Etetack



Fig. 88 : Activité de pêche sur l'Abiergué à Nkolbisson

Les eaux souterraines issues des puits, sources et forages couvrent les mêmes usages que les eaux de surface. Elles sont par ailleurs fortement sollicitées par les populations pour d'autres usages (cuisson des aliments, eau de boisson ; Fig. 89 et Fig. 90).



Fig. 89 : Habitent recueillant de l'eau de puits à des fins domestiques



Fig. 90 : Enfant buvant de l'eau de source à Etetack

Les eaux du concessionnaire principal sont utilisées essentiellement comme eau de boisson. Elles sont par ailleurs utilisées à des degrés divers à d'autres fins (lessive, vaisselle, bain, lavage des véhicules, ...), ceci en fonction de l'accessibilité au réseau.

Globalement, les ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué sont utilisées de manière différenciée pour la boisson, les usages domestiques, les usages professionnels, les activités agricoles, piscicoles et de pêche.

VI-5. APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE

L'approvisionnement en eau potable constitue un défi majeur pour les habitants du bassin versant de l'Abiergué. Divers canaux sont utilisés pour assurer ce service : réseau conventionnel du concessionnaire principal (CDE), mini-réseau d'approvisionnement en eau installé par la CUAYII et les ouvrages alternatifs d'approvisionnement en eau que sont les puits, sources et forages.

VI-5.1. Réseau conventionnel de la CDE

Le réseau de la CDE permet de distribuer à travers un système de canalisations de l'eau potable à environ 1/3 des ménages du bassin versant de l'Abiergué. Le réseau, reparti sur l'ensemble du territoire du bassin, est implanté essentiellement dans les zones hautes, les zones de mi-pente et accessoirement en bas de pente laissant apparaître une certaine ségrégation spatiale dans le schéma de distribution.

Le service est approximatif. Les coupures d'eau sont fréquentes. La pression, souvent très faible dans certains quartiers, oblige les populations dont la connexion se trouve en fin de réseau à se réveiller très tard dans la nuit (entre 1h et 3h du matin) pour pouvoir recueillir le précieux liquide. Les installations sont vétustes et sont mal entretenues. Les canalisations se rompent très souvent et laissent couler de l'eau pendant plusieurs jours (Fig. 91). Le déficit enregistré entre la demande et la quantité d'eau produite a amené la CDE à réaménager la distribution qui se fait actuellement par rationnement sur la base d'un calendrier préétabli.

Les bornes fontaines qui jadis distribuaient gratuitement de l'eau potable aux populations ont été fermées pour la quasi-totalité d'entre elles à cause des factures impayées (Fig. 92). Elles sont à la charge des Communes Urbaines d'Arrondissement.



Fig. 91 : Enfants s'approvisionnant en eau à partir d'un tuyau d'eau cassé



Fig. 92 : Borne fontaine public non fonctionnel

Il est également fréquent de voir des tuyaux d'eau immergés dans des eaux usées (Fig. 93), ce qui pose le problème de la potabilité de l'eau du réseau CDE. En effet, des chutes de pression pourraient entraîner des retours d'eaux usées qui risqueraient d'être préjudiciables pour la qualité de l'eau qui à l'origine était potable.

Face à l'ampleur du problème d'eau potable à Yaoundé, il a été créé en Octobre 2011 une commission anticrise de l'eau. Elle est composée des représentants de la brigade des sapeurs pompiers, de la police, du conseil municipal de Yaoundé et de la CAMWATER. Cette commission est chargée de fournir quotidiennement, suivant une distribution tournante par série de trois quartiers parmi les 17 sous-alimentés en eau, 120 m³ d'eau à l'aide de camions citernes (Fig. 94).



Fig. 93 : Tuyaux d'eau immergés dans des eaux usées à la Carrière



Fig. 94 : Distribution d'eau par les sapeurs pompiers à Yaoundé (Source : ©Mutations)

VI-5.2. Mini-réseau local d'approvisionnement en eau

Le mini-réseau d'approvisionnement en eau potable qui dessert les quartiers Etetack et Carrière a été mis en place par la CUAYII en partenariat avec la Mairie de Colombes

(France). L'eau, collectée sur le flanc d'une colline au quartier Carrière est stockée dans une chambre de collecte située non loin de la source avant d'être distribuée par gravité au travers de 06 bornes fontaines. Elles sont accessibles tous les jours entre 06h et 10h et le soir entre 16h et 18h. La distribution de l'eau est gratuite.

VI-5.3. Ouvrages alternatifs d'approvisionnement en eau

VI-5.3.1. Puits

Certains ménages font recours aux puits pour leurs besoins en eau potable. Environ 220 puits ont été recensés dans l'espace territorial du bassin versant de l'Abiergué. Suivant la présence ou l'absence de margelle, tertre ou couvercle, les puits ont été classés en 3 grands groupes : puits aménagé (Fig. 95), puits sommairement aménagé (Fig. 96) et puits non aménagé (Fig. 97 et 98). Les puits sont essentiellement localisés dans les zones marécageuses, les bas de pente, subsidiairement en milieu de pente et presque absents dans les zones hautes du bassin versant. De nombreuses sources potentielles de pollution (latrines, tas d'ordures sauvages, ...) côtoient ces ouvrages dans un espace réduit.



Fig. 95 : Puits aménagé à Madagascar



Fig. 96 : Puits sommairement aménagé à Etetack

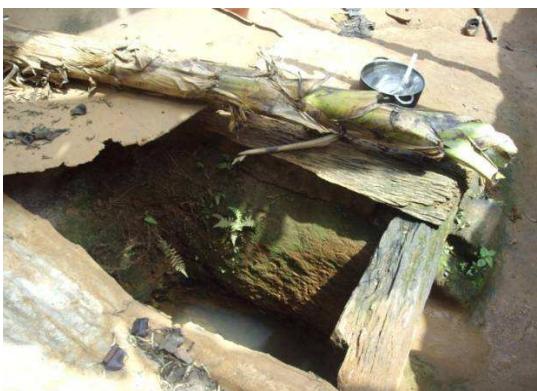


Fig. 97 : Puits non aménagé à Etetack

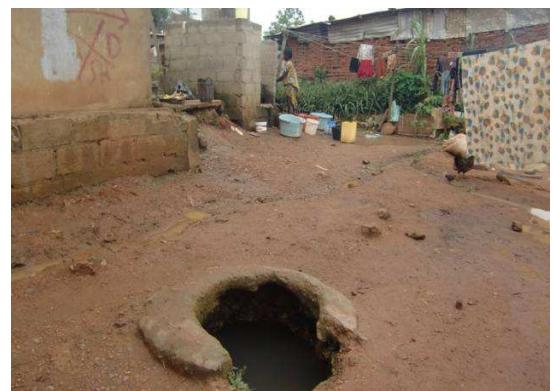


Fig. 98 : Puits non aménagé à Mokolo

VI-5.3.2. Sources

Environ onze sources ont été répertoriées dans le bassin versant de l'Abiergué. Suivant la présence ou l'absence d'un réservoir avec ou sans filtre, d'une zone de puisage aménagé, de fossé de dérivation des eaux de surface et d'un canal d'évacuation des eaux usées, les sources ont été reparties en 3 groupes : non aménagées (Fig. 99), sommairement aménagées ou aménagées (Fig. 100). Elles sont localisées à mi-pente et en bas de pente. De sources variées de pollution potentielles (latrines, tas d'ordures sauvages, ...) ont été recensées aux abords immédiats de ces ouvrages.



Fig. 99 : Source non aménagée à Mokolo



Fig. 100 : Source aménagée mal entretenue à Oyomabang

VI-5.3.3. Forages

Les forages (Fig. 101) sont en nombre limité. Environ 06 forages appartenant généralement aux communautés locales ou aux Communes Urbaines d'Arrondissement ont été recensés. Ils sont très sollicités par les populations. Certains de ces forages ne sont plus en service (Fig. 102) et sont à l'arrêt.



Fig. 101 : Forage implanté à la Carrière



Fig. 102 : Forage hors service à Etetack

Les populations font donc recours à l'observation à divers canaux pour l'approvisionnement en eau potable. Au réseau conventionnel de la CDE caractérisé par un déficit, se greffent un mini-réseau d'approvisionnement en eau et des ouvrages alternatifs d'approvisionnement en eau. Ceux-ci sont l'expression des initiatives locales émanant des populations, des particuliers et de la CUAYII. Ainsi, la juxtaposition des différents modes d'approvisionnement en eau potable (Tabl. 27) dans le bassin versant de l'Abiergué met en exergue une inefficacité du service conventionnel, difficilement suppléé par des alternatives endogènes développées par les populations et la CUAYII.

Tabl. 27 : Modes d'approvisionnement en eau potable dans le bassin versant de l'Abiergué

Organisme ou individu concerné	Type d'ouvrage	Statut	Caractéristiques	Localisation	Couverture territoriale	Population couverte (%)	Remarque
CDE	Château, canalisation et robinet à domicile	Conventionnel	Service approximatif : tuyaux cassés, rationnement, installations vétustes, canalisations baignant dans des eaux usées, ...	Partie haute du bassin, mi-pente et subsidiairement en bas de pente et dans les zones marécageuses	Tout le bassin	35	Service inefficient et inefficace
Commune Urbaine d'Arrondissement de Yaoundé II	Chambre de collecte et 6 bornes fontaines publics	Conventionnel	Distribution d'eau à travers des bornes fontaines suivant des tranches horaires	Mi-pente	Quartier Carrière et Etetack	15	Le service n'est pas continu
Communautés locales à travers les associations et les comités de développement	Forage	Alternatif	Généralement bien aménagé, certains forages sont à l'arrêt	Mi-pente et bas de pente	Carrière, Etetack, Nkolbisson, Oyomabang, Nkolbikok	5	Fortement sollicité par les populations; qualité de l'eau douteuse
	Source	Alternatif	Aménagé, sommairement aménagé ou non aménagé; présence de sources potentielles de pollution aux abords	Mi-pente et bas de pente	Carrière Etetack Madagascar Oyomabang Nkolbikok	25	Service continu; qualité de l'eau douteuse
Particuliers et certaines associations et les comités de développement	Puits	Alternatif	Aménagé, sommairement aménagé ou non aménagé; présence de sources potentielles de pollution aux abords	Marécage, bas de pente, mi-pente et quasi absent dans les parties hautes du bassin	Tout le bassin	20	Foisonnement dans le bassin versant de l'Abiergué, qualité de l'eau douteuse
Total	-	-	-	-	-	100	-

VI- 6. EVACUATION DES EAUX USEES ET DES EXCRETAS

VI-6.1. Evacuation des eaux usées

En l'absence d'un réseau de collecte, les eaux usées issues des ménages, marchés, hôpitaux et des PME et PMI (salons de coiffure, garages, ...) sont drainées dans le cours d'eau

via des rigoles de fortune. L'Abiergué est à ce propos un véritable égout à ciel ouvert (Fig. 103 a et b), "une rivière poubelle".



Fig. 103 a et b : Déversements des eaux usées brutes dans l'Abiergué

En admettant que 70% d'eau prélevée sont déversées sous forme d'eaux usées (Inforesources, 2003), la quantité qui est produite quotidiennement dans le bassin versant de l'Abiergué peut être évaluée à l'aide de la formule de Mara (2004).

$$Qee = 10^{-3}Qi*k*p$$

Avec Qee = Eaux usées produites (m^3)

Qi = Consommation en eau, litres par personne par jour

k = "facteur de retour" qui est la proportion d'eau consommée qui finit sous forme d'eaux usées

P = Population

$$Qee = 10^{-3} * 16 * 0,7 * 218\ 000 = 2441,6\ m^3$$

La quantité d'eaux usées produites quotidiennement dans le bassin versant de l'Abiergué est d'environ $2441,6\ m^3$.

VI-6.2. Evacuation des excréas

Les populations résidant dans le bassin versant de l'Abiergué n'ont pas accès dans leur large majorité à une toilette décente. L'évacuation des excréas repose sur un assainissement essentiellement autonome fait de latrines à canon établies sur le cours d'eau ou aux abords et généralement munies de "tuyaux de trop plein" qui déversent littéralement les excréas dans l'Abiergué (Fig. 104), de latrines à fond perdu (Fig. 105), des WC avec fosses septiques qui souvent débordent (Fig. 106).



Fig. 104 : Latrine munie de tuyau de "trop plein" permettant de déverser les excréas dans le cours d'eau à la Carrière



Fig. 105 : Latrine à fond perdu jouxtant un puits à Nkolbikok



Fig. 106 : Débordement des fosses sceptiques à la Cité-verte

La station d'épuration des eaux usées (STEP de type "Boues activées") de la Cité-Verte a été à l'arrêt pendant plus de deux décennies. Elle a été réhabilitée en 2011 et permet à ce jour de traiter les eaux usées issues du lotissement SIC de la Cité-Verte. Cette station est dimensionnée pour accueillir les eaux usées de 5000 EH (Equivalent-Habitant). C'est un système de traitement hybride (filtre planté à écoulement vertical + infiltration + percolation) qui a été installé (Madjadoumbaye et Wadene Fouba, 2011).

VI-7. GESTION DES DECHETS SOLIDES

La société HYSACAM s'appuie sur un certain nombre de critères (standing du quartier, niveau de vie des ménages, présence de voie carrossable) pour opérationnaliser le service de la gestion des déchets. Elle a de la peine à l'assurer efficacement dans le bassin versant de l'Abiergué. Une certaine ségrégation apparaît à ce propos dans le service de ramassage des ordures dans cette unité géographique. En effet, les quartiers spontanés qui couvrent environ 65% de la superficie totale du bassin versant ont un taux de collecte assez

bas tandis que le quartier moyen standing qui ne couvre qu'environ 35% de la superficie totale est régulièrement desservi par le service de ramassage des déchets. D'importantes quantités de déchets sont alors déversées dans les rigoles (Fig. 107), les cours d'eau (Fig. 108) ou sur des terrains vacants. Ces déchets, essentiellement composés de matières biodégradables, sont par la suite drainés par les eaux et s'accumulent dans les zones basses où ils contribuent à combler les lits des cours d'eau et à dégrader considérablement la qualité de l'eau.



Fig. 107 : Déchets déversés dans une rigole à la Carrière



Fig. 108 : Comblement du lit de l'Abiergué par les déchets à Etetack

En se référant à la littérature (Ngnikam et Tanawa, 2006) et en tenant compte des données de terrain et du tissu urbain (standing des quartiers), la quantité de déchets produits quotidiennement dans le bassin versant de l'Abiergué a été estimée à environ 134,6 tonnes en saison sèche et 198,8 tonnes en saison humide (Tabl. 28).

Tabl. 28 : Estimation des quantités de déchets produits dans le bassin versant de l'Abiergué

Type de quartiers	Pourcentage de la population (%)	Taux de production de déchets en saison sèche (Kg/hab/j)	Taux de production de déchets en saison humide (Kg/hab/j)	Quantité de déchets produits en saison sèche (tonnes)	Quantité de déchets produits en saison humide (tonnes)
Quartier structuré	35	0,78	1,12	59514	85456
Quartiers spontanés	65	0,53	0,8	75101	113360
Total	100	-	-	134,6	198,8

Si on admet que le taux de collecte est de 65% (chiffre publié par HYSACAM) à Yaoundé, c'est environ 47,11 tonnes en saison sèche et 69,58 tonnes en saison humide qui échouent dans le réseau hydrographique ou sur des terrains vagues.

VI-8. DYNAMIQUE DE POLLUTION DES RESSOURCES EN EAU

VI-8.1. Recensement des sources potentielles de pollution des eaux

De nombreuses sources potentielles de pollution (Tabl. 29) sont disséminées sur l'ensemble du bassin versant de l'Abiergué et contribuent au quotidien à dégrader la qualité des ressources en eau (Fig. 109).

Tabl. 29 : Sources potentielles de pollution des eaux dans le bassin versant de l'Abiergué

Source potentielle de pollution	Type de pollution	Localisation	Caractéristiques	Observations
Latrine à fond perdu (Excrétas)	Diffuse	Disséminée dans tout l'espace territorial du bassin	Excavation creusée dans le sol (souvent jusqu'à la nappe) et destinée à recueillir des fèces	Souvent très proches des puits et sources (Pollution des eaux souterraines) Utilisation du "carbure" pour baisser la quantité de fèces
Latrine à canon (Excrétas)	Diffuse	Dispose aux abords immédiats du cours d'eau sur son tracé longitudinal	Structure établie sur le cours d'eau ou établie à ses abords et munie de "tuyau du trop plein"	Pollution directe des eaux de surface et des eaux souterraines par infiltration
WC (Water Closed) avec fosse septique (Excrétas)	Diffuse	Disséminé dans tout l'espace territorial du bassin	Ouvrage comprenant une toilette avec chasse d'eau et une fosse septique (unité généralement mis en place par les ménages aisés)	Pas de normes de construction pour les fosses septiques, Pollution directe des eaux de surface (débordement des fosses) ou des eaux souterraines
Ménages (Eaux usées et autres déchets)	Diffuse	Produites dans tout l'espace territorial du bassin	Proviennent des ménages, hôtels, salons de coiffure, marchés (Mokolo, Madagascar et Melen), hôpitaux et centre de santé; ...	Aucun traitement préalable avant leur déversement dans le réseau hydrographique
Enclos d'élevage (Déjections animales)	Diffuse	Enclos d'élevages disséminés dans les différents quartiers du bassin avec cependant une nette représentation dans les zones basses	Proviennent des fermes, spécialement des porcheries qui sont des enclos montés généralement en bois et ouverts sur les rigoles ou le cours d'eau	Des porcheries (une trentaine) ont été recensées avec des effectifs variables (1 ou 4 bêtes) Un important site d'abattage des porcs est situé au quartier Carrière
Tas d'ordures sauvages	Diffuse	Présents dans tout le bassin mais surtout dans des zones enclavées	Se forment généralement dans des quartiers enclavés inaccessibles aux engins d'HYSACAM	Des tas d'ordures s'entassent dans les lits des cours d'eau en saison sèche et sont emportés par l'eau en saison humide
Maraîchage urbain (Pesticides)	Diffuse	Tout le bassin spécialement dans les bas-fonds de Nkolbisson	Des fongicides, insecticides, ... sont utilisés pour le maraîchage (l'origine et la qualité sont douteuses)	Intrants utilisés (Cypercal 50 EC, Bastion 10 g, Callomil, Pencozeb 80 wp, Trimangol 80 wp, ...) Lessivage des produits et transport dans le réseau hydrographique
Garages (huiles usagées)	Ponctuelle	Différents points du bassin versant	Huiles de vidange usagées	Déversement des huiles usagées par terre ou dans l'Abiergué

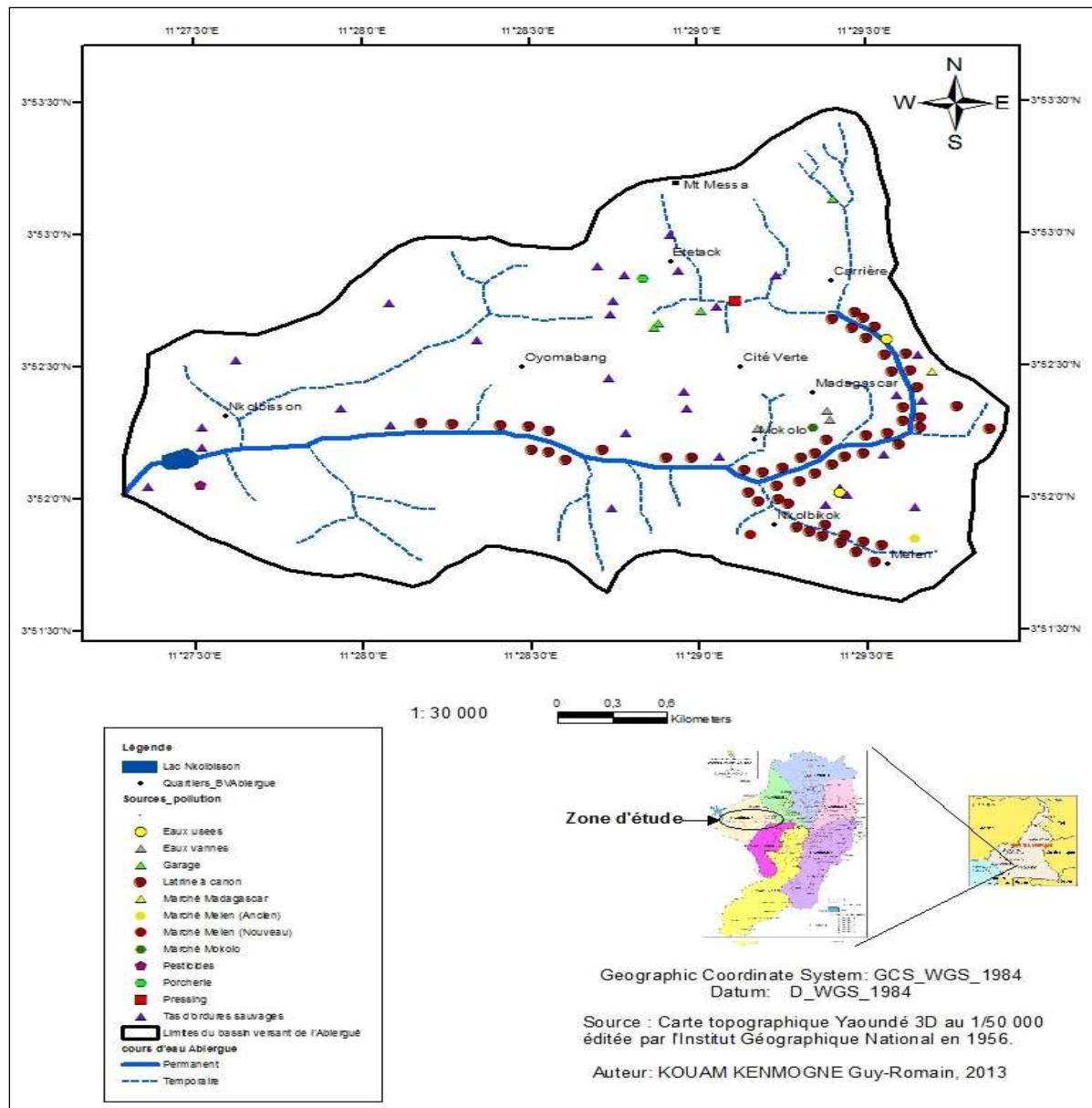


Fig. 109 : Carte de localisation des principales sources potentielles de pollution des eaux

VI-8.2. Résultats des analyses de sols

Les sols prélevés ont des textures argilo-sableuse (22,22%), limono-argilo-sableuse (22,22%), limono-sablo-argileuse (22,22%) et sablo-argileuse (33,33%; Annexe 12). Les différentes textures du sol favorisent une circulation plus ou moins rapide des eaux. Ces différentes caractéristiques influencent le transfert des polluants au sein de l'aquifère ou de la surface vers les nappes profondes.

VI-8.3. Résultats des relevés piézométriques

Rappelons que la variation piézométrique entre la saison sèche et la saison humide avait présenté des valeurs comprises entre 0 et 0,9 m. Les fluctuations observées et qui se

rapportent aux différentes saisons indiquent le lien entre la pluviométrie et la recharge de la nappe superficielle. Elle permet par ailleurs d'identifier les zones de recharge et de vidange de la nappe dans le bassin versant (Fig. 110).

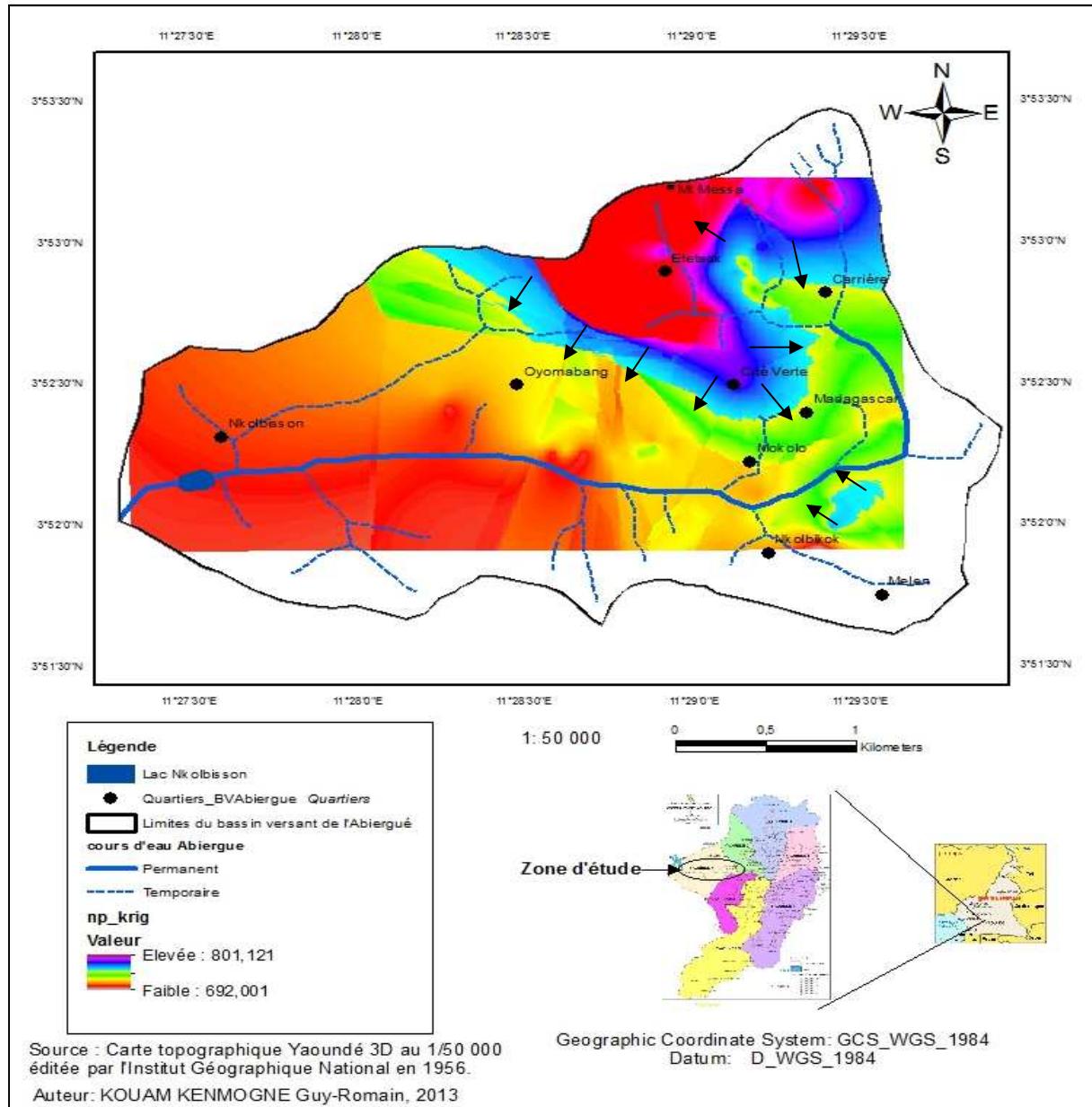
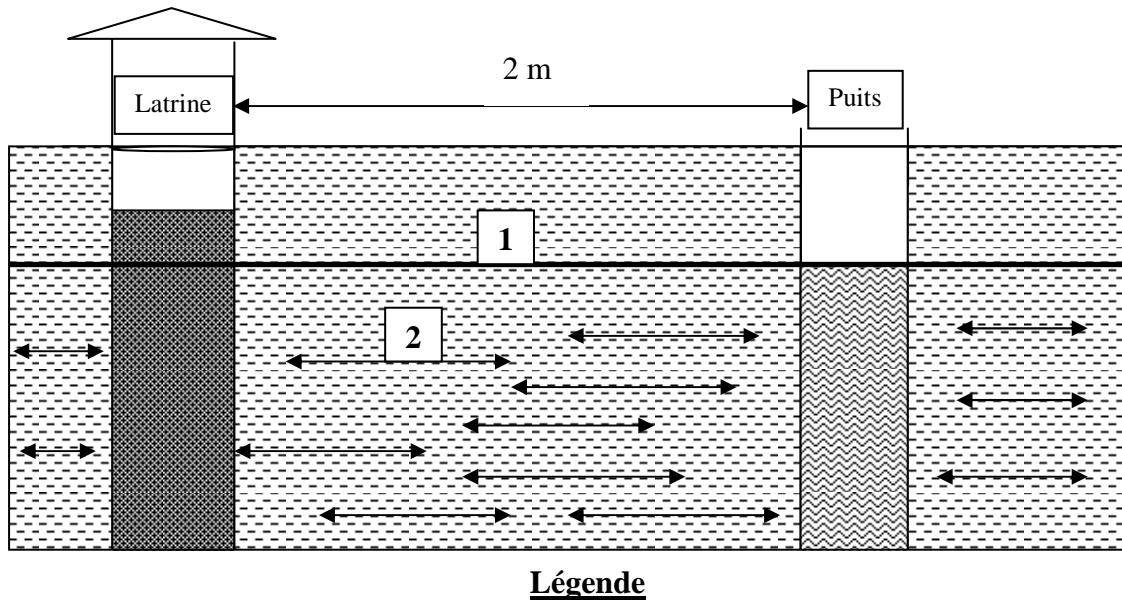


Fig. 110 : Carte piézométrique du bassin versant de l'Abiergué

Les zones comprenant la Carrière, la Cité-Verte et une partie des quartiers Oyomabang et Nkolbikok constituent des zones contributives aux écoulements souterrains. Par ailleurs, les zones couvrant Nkolbisson et une partie des quartiers Madagascar, Oyomabang, Mokolo et Nkolbikok constituent des zones de vidange de la nappe. Toutes ces différentes zones (de recharge et de vidange) sont marquées par la présence de sources variables de pollution en leur sein.

VI-8.4. Résultats du test de traçage

Le test de traçage a été réalisé entre une latrine et un puits distant d'environ 2 m. La représentation schématique (Fig. 111) permet de voir le dispositif utilisé.



Légende

1 : Niveau piézométrique

2 : Sens d'écoulement souterrain

Fig. 111 : Réalisation du test de traçage entre une latrine et un puits

L'exploitation des données obtenues à l'issue de la réalisation du test de traçage a permis d'obtenir une courbe d'élution (Fig. 112).

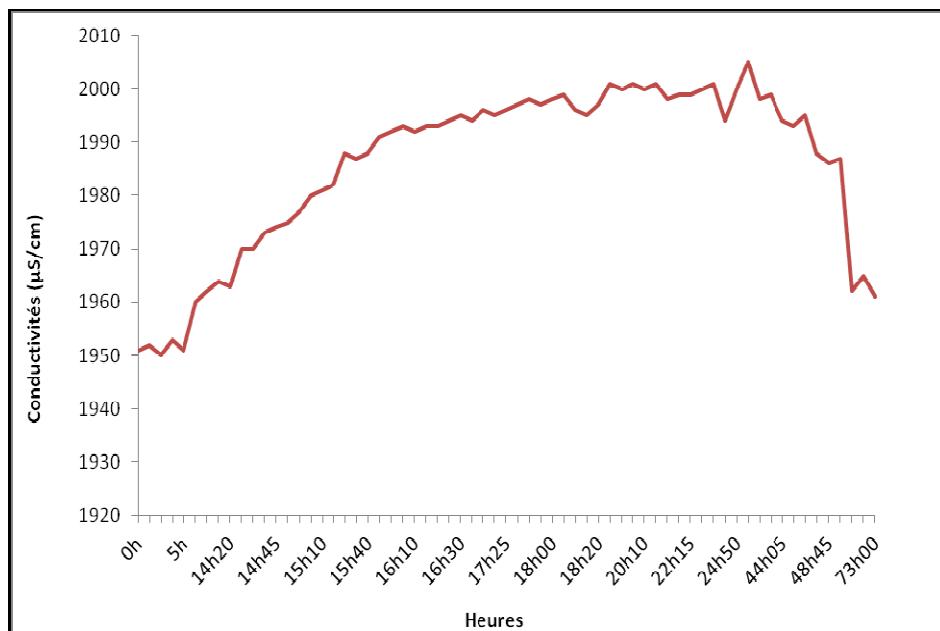


Fig. 112 : Courbe d'élution du test de traçage

L'analyse de ce graphique permet de constater que le temps mis par le traceur injecté dans la latrine pour rejoindre le puits d'observation est d'environ 5 h. C'est la durée qui s'est

écoulée entre l'introduction du traceur dans la latrine et les signes de sa première apparition dans le puits d'observation. La conductivité maximale se rapportant à la concentration modale (concentration maximale du traceur dans le puits d'observation) a été enregistrée après 26h. La conductivité enregistrée dans le puits va ensuite décroître progressivement jusqu'au troisième jour, date de la fin des observations. Le calcul effectué sur les données obtenues a permis de générer la vitesse latérale de transfert qui est de 0,0001 m/s équivalent à 36 cm/h. La composante verticale de la circulation des eaux n'a pas été prise en compte. Les légères fluctuations de la conductivité enregistrées lors du test pourraient être attribuées à l'hétérogénéité du sol et aux différents processus hydrogéochimiques qui s'y déroulent.

Cette valeur est très largement inférieure à celle obtenue (0,005 m/s) par estimation dans le bassin versant de Mingoa (Kouam Kenmogne, 2004; Ngnikam *et al.*, 2011). Cet écart pourrait être dû au fait que le test ait été réalisé dans un bas-fond où le sol est essentiellement à matrice argileuse (texture limono-sablo-argileuse). A cela, il convient d'adoindre le processus d'adsorption et de dilution qui se sont déroulés dans la latrine après l'injection du traceur. Notons toutefois que la valeur présentée dans cette étude trouve son intérêt dans le fait qu'elle s'appuie sur un test alors que la première (0,005 m/s) avait été générée par estimation.

VI-8.5. Mécanismes de pollution des ressources en eau

La qualité des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué est mis à mal par des pressions découlant d'un assainissement défectueux, exacerbé par des comportements et des pratiques à risque (Fig. 113).

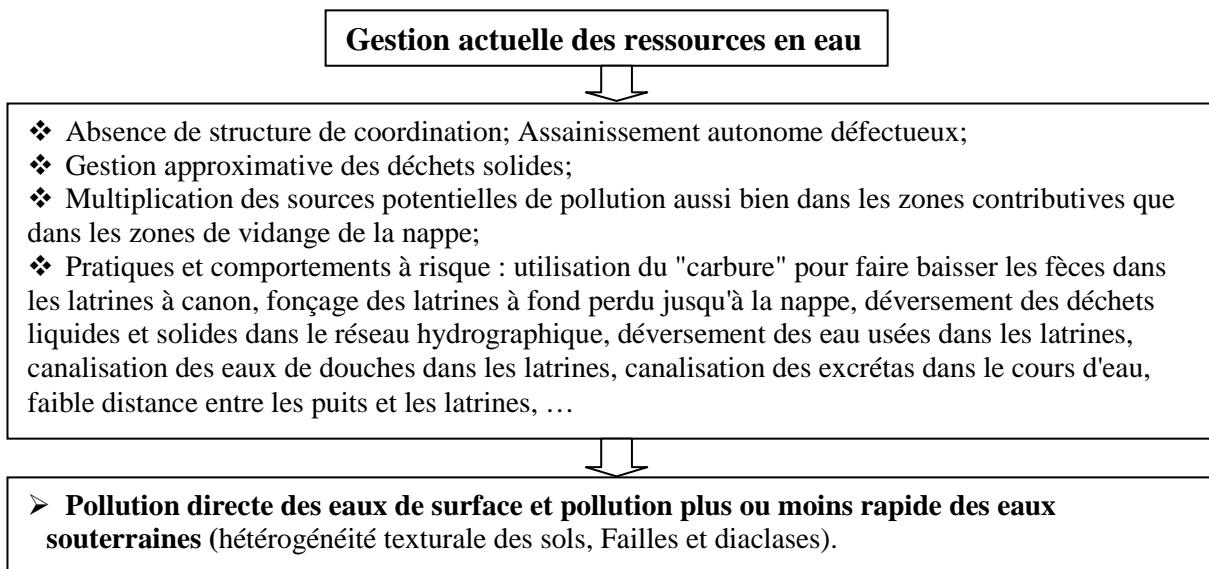


Fig. 113 : Dynamique de pollution des ressources en eau

La représentation schématique (Fig. 114) de cette dynamique de pollution met en évidence tout le caractère vulnérable des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué.

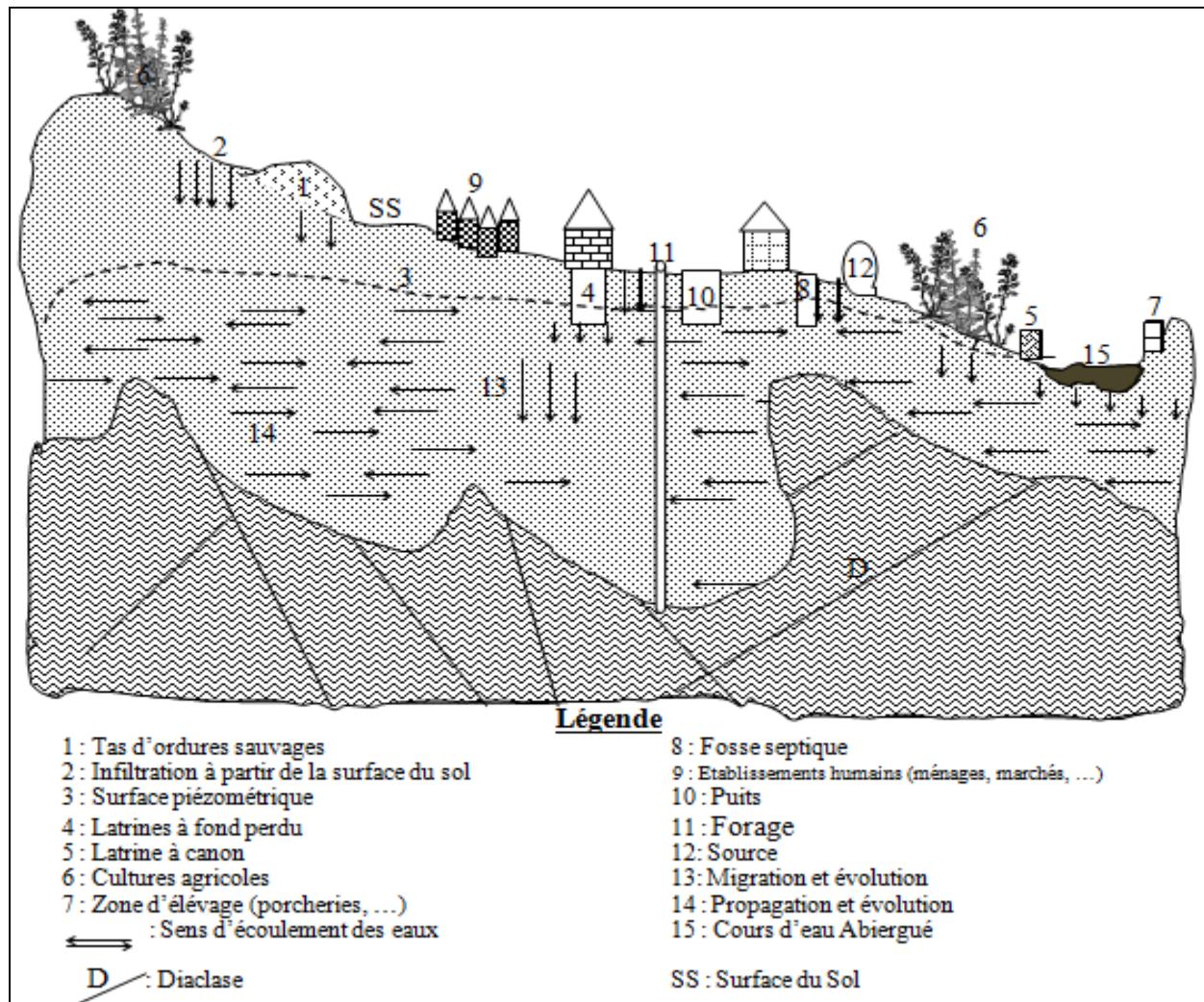


Fig. 114 : Schéma synthétique de la dynamique de pollution des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué (Kouam kenmogne *et al.*, sous presse)

La dégradation des ressources en eau est un indicateur de la crise de la gestion actuelle de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué.

Les différentes lacunes et contraintes jusqu'ici observées dans la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué ont des répercussions sur le plan environnemental, sanitaire, économique et social.

VI-9. IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX, SANITAIRES ET SOCIO-ECONOMIQUES INHERENTS A LA GESTION ACTUELLE DES RESSOURCES EN EAU

VI-9.1. Impacts environnementaux

Les impacts environnementaux répertoriés concernent la pollution de l'eau, l'eutrophisation des plans d'eau, la création des biotopes favorables au développement des pathogènes, les inondations, la dégradation du cadre de vie et l'altération de la qualité des produits maraîchers.

VI-9.1.1. Pollution des ressources en eau

Les analyses réalisées sur les eaux superficielles et souterraines au chapitre V ont mis en évidence une pollution organique, bactériologique et parasitologique de ces ressources. Il y a également une gêne visuelle (eaux grises et noires) et olfactive pour ce qui concerne les eaux de surface.

VI-9.1.2. Eutrophisation des plans d'eau

Le lac de Nkolbisson est actuellement envahi par des jacinthes d'eau (Fig. 115). Il est en pleine phase d'eutrophisation et matérialise de manière assez significative la propension à la pollution des eaux de l'Abiergué. La colonisation de ce lac par les plantes a entraîné l'arrêt des activités de pêche qui étaient encore pratiquées au début des années 80.



Fig. 115 : Lac de Nkolbisson en pleine phase d'eutrophisation

VI-9.1.3. Crédit de biotope propice au développement des pathogènes et des vecteurs de maladies

Dans le bassin versant, plusieurs gîtes larvaires ont été répertoriés comme étant des zones privilégiées de développement des mouches, moustiques, ... Cette situation entretient le cycle des maladies hydriques et à support hydriques. Ce sont généralement des sites où stagnent des eaux usées (Fig. 116 a et b).

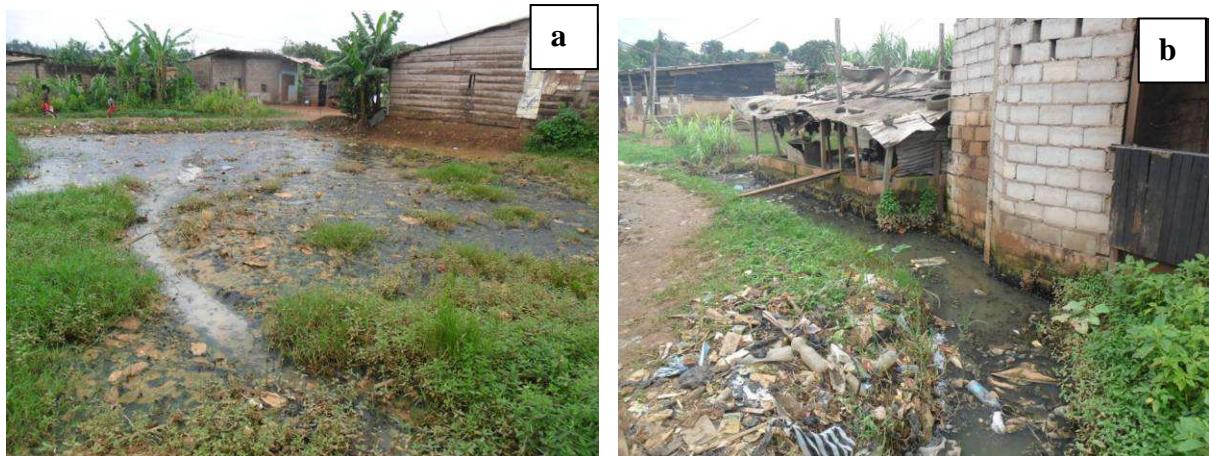


Fig. 116 a et b : Stagnation des eaux usées à Nkolbikok

VI-9.1.4. Inondations

Les inondations sont récurrentes dans le bassin versant de l'Abiergué notamment au cours des saisons humides. Les maisons d'habitation et les latrines sont inondées (Fig. 117). Aux facteurs climatiques (pluies exceptionnelles) et morphologiques (le bassin versant n'est pas trop étalé au regard du profil en long du cours d'eau) se greffent des facteurs prépondérants découlant de la gestion actuelle de l'eau et des terres. En ceci, les constructions anarchiques aux abords de l'Abiergué, le comblement du lit du cours d'eau par les ordures ménagères, l'absence de réseau d'évacuation des eaux pluviales, l'incivisme des populations, le sous dimensionnement des ouvrages existants constituent les principaux facteurs qui favorisent les inondations. Elles touchent généralement les quartiers Oyomabang, Nkolbikok, Mokolo, Nkolbisson, Madagascar et Etetack.



Fig. 117 : Latrine noyée après une inondation à Nkolbisson

Les inondations contribuent à la dissémination des pathogènes dans la nature à travers la remobilisation des excréta, des déchets liquides et solides qui sont propagés aussi bien dans les eaux de surface que dans les eaux souterraines. Ce constat est illustré à travers les deux figures ci-dessous (Fig. 118 et 119).



Fig. 118 : Puits en saison sèche à Nkolbisson



Fig. 119 : Puits noyé après une inondation à Nkolbisson

Les inondations s'accompagnent généralement d'importants dégâts matériels. Quelques fois des pertes en vies humaines sont enregistrées (Tabl. 30). Les populations sinistrées ne sont généralement pas dédommagées. Les inondations impactent sur la vie des ménages et freinent les activités économiques.

Tabl. 30 : Pertes dues aux inondations dans le bassin versant de l'Abiergué (Source : *Par nos soins sur la base des données de la Direction de la Protection Civile (2009) et des informations tirées du quotidien national Cameroon Tribune*)

Date	Zones affectées	Pertes en vies humaines	Nombre de personnes affectés	Perte en matériels
1 Mars 2013	Etetack	2	-	Nombreux dégâts matériels
14 Avril 2012	Nkolbisson	0	-	Nombreux dégâts matériels
26 Avril 2008	Nkolbisson	0	-	Nombreux dégâts matériels
04 Avril 2008	Nkolbisson	03	1277	150 maisons inondées, 50 maisons endommagées, 10 maisons entièrement détruites

VI-9.1.5. Dégradation du cadre de vie

L'Abiergué constitue une "rivière poubelle", une décharge à ciel ouvert où sont déversées au quotidien d'importantes quantités de déchets liquides et solides. Des odeurs pestilentielles s'y dégagent et mettent à mal la qualité de l'air. Le foisonnement des latrines à canon et des latrines à fond perdu mal entretenues contribue également à dégrader le cadre de vie des populations.

Sous un tout autre plan, les mouvements successifs de retrait et d'arrivée d'eau chargée de sédiments et de déchets solides dans les zones basses entraînent la subsidence des maisons qui y ont été établies (Fig. 120 et Fig. 121). Ces différentes maisons (23 recensées au total) ont été ainsi "enterrées" quelques années seulement après leur construction.



Fig. 120 : Maison "enterrée" à Oyomabang



Fig. 121 : Maison "enterrée" à Nkolbikok

VI-9.1.6. Altération de la qualité des produits maraîchers

Les spéculations maraîchères produites à l'aide des eaux de l'Abiergué sont de qualité sanitaire douteuse. En ceci, les travaux réalisés par Kouam kenmogne *et al.* (2010) avaient mis en évidence des œufs d'helminthes et des kystes d'*Entamoeba histolytica* et de *Giardia sp* dans les eaux d'arrosage utilisées dans le cadre du maraîchage à Nkolbisson.

Toutes ses différentes pressions (altération de la qualité de l'eau, détérioration du cadre de vie, ...) ont des répercussions sur la santé des populations.

VI-9.2. Impacts sanitaires

Les analyses de selles, réalisées sur une cohorte de 258 personnes (171 en 2011 et 87 en 2012) ont révélé des selles diarrhéiques dans des proportions plus ou moins variables pour les populations de classes d'âges (Fig. 122) et de quartiers différents (Fig. 123). Les selles contenant des pathogènes ont été détectées dans 13,56 % de l'effectif de l'échantillon.

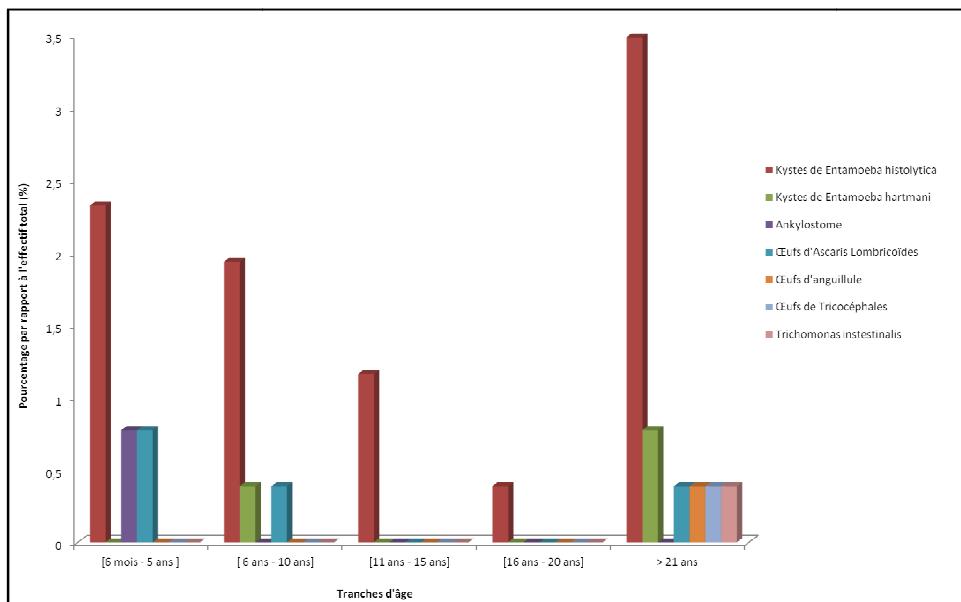


Fig. 122 : Résultats des analyses de selles par rapport à la tranche d'âge

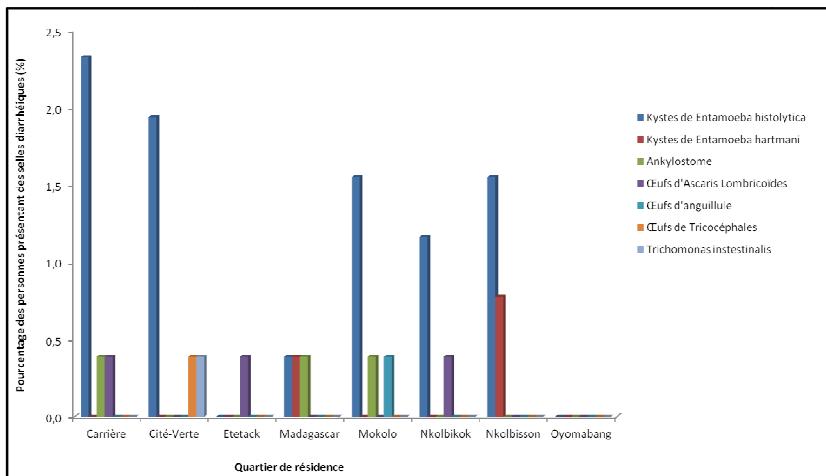


Fig. 123 : Pourcentage de personnes présentant des selles diarrhéiques en fonction du quartier de résidence

Il y a au regard de ces résultats une tendance à la généralisation des maladies hydriques au sein de la population du bassin versant de l'Abiergué.

Rappelons que les enquêtes ménages avaient montré que l'amibiase intestinale, la fièvre typhoïde et la bilharziose avaient affecté les ménages dans les proportions respectives de 33,5%, 24,6% et 2,1% entre les années 2008 et 2010. De ces enquêtes ménages, il ressortait également que d'autres maladies hydriques avaient touché les ménages de cette zone pendant la même période.

La consultation des registres dans les hôpitaux et les centres de santé ont montré que les maladies hydriques généralement inscrites sous la dénomination de "Gastro-Entérite Fébrile (GEF)" affectent annuellement un nombre variable d'individus dans la zone (Fig. 124).

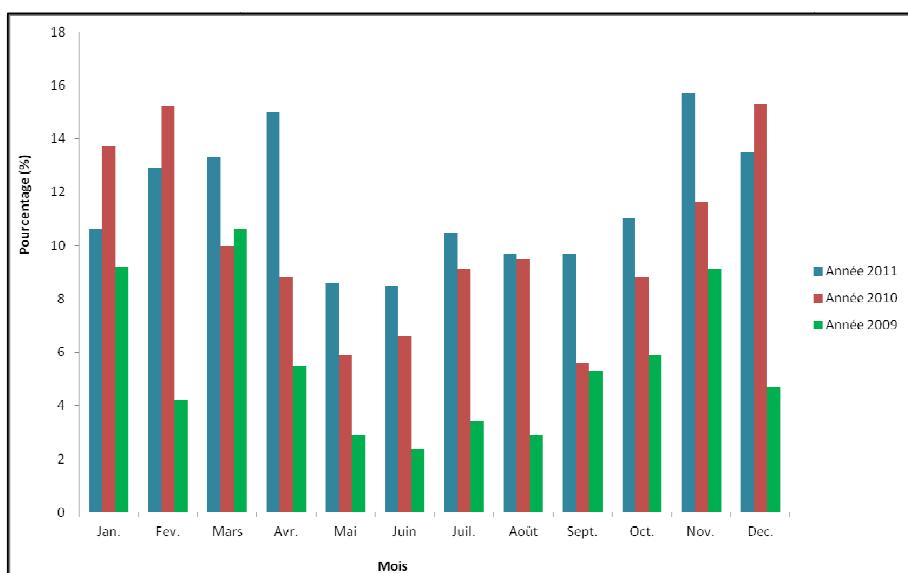


Fig. 124 : Pourcentage mensuel pour les années 2009, 2010 et 2011 de personnes présentant des signes de maladies hydriques (élaborée par nos soins à partir des données recueillies à l'hôpital de District de la Cité-Verte)

Les maladies hydriques représentent environ 15% des motifs de consultation dans les structures sanitaires de la zone. L'absence de séries continues de données dans les centres de santé nous a amené à considérer uniquement les données enregistrées à HDCV.

Le personnel de santé précise toutefois que les patients ne viennent à l'hôpital que lorsqu'ils n'ont pas pu recouvrir la santé par leurs propres soins et qu'il est important d'associer aux statistiques enregistrées à l'hôpital, la fraction de ces personnes qui pratiquent l'automédication (achat des remèdes dans la rue ou à la pharmacie, utilisation des plantes médicinales). Il estime que la tranche réelle des personnes réellement affectées par les maladies hydriques se situerait entre 30 et 35% de la population.

En 2010, certains quartiers du bassin versant de l'Abiergué ont été fortement affectés par l'épidémie de choléra qui avait touché la ville de Yaoundé. En l'absence de chiffres spécifiques au bassin versant de l'Abiergué, ceux de Yaoundé sont précisés dans le tableau 31.

Tabl. 31 : Cas de choléra enregistrés à Yaoundé en 2010 et 2011 (Source : *Elaboré par nos soins sur la base des données issues du MINSANTE et de l'OMS-Cameroun*)

Années	Cas de choléra	Cas traités	Décès	Taux de létalité (%)
2010	164	152	12	7,31
2011	1757	1686	71	4,04

Les quartiers Carrière, Etetack, Madagascar, Mokolo et Nkolbisson ont été fortement ébranlés par ces différentes épidémies. Ces quartiers sont caractérisés par une forte promiscuité et un déficit en service d'eau potable et d'assainissement.

Les maladies hydriques constituent un problème majeur de santé publique dans le bassin versant de l'Abiergué. Elles sont endémiques et affectent les personnes de différentes classes d'âges et de différents statuts sociaux. Elles sont le signe d'un assainissement urbain inachevé (PNUD, 2008), d'un déficit d'accès à l'eau potable, d'une pollution de l'eau, le tout découlant d'une gestion non cohérente de l'eau.

VI-9.3. Impacts économiques

Les impacts économiques ont été évalués au niveau des ménages, des Petites et Moyennes Industries (PMI) et des Petites et Moyennes Entreprises (PME) et des CTD.

VI-9.3.1. Au niveau des ménages

➤ Dépenses liées aux soins de santé

Rappelons que les enquêtes ménages avaient permis d'évaluer les dépenses (comprises entre 5000 à plus de 75 000 FCFA) liées au traitement de l'amibiase intestinale, de la fièvre

typhoïde et de la bilharziose. Si on admet qu'un individu vivant dans les villes des PED fait en moyenne 5 épisodes diarrhéiques par an (OMS, 2004), alors un habitant du bassin versant de l'Abiergué dépensera par an entre 25 000 FCFA et 375 000 FCFA pour cause de maladies hydriques. Il n'existe pas de système de mutualité au Cameroun et les ménages sont obligés pour leur grande majorité de supporter totalement ces dépenses. Cela est d'autant plus marqué que les revenus de la majorité des ménages du bassin versant de l'Abiergué sont bas en référence aux emplois occupés par les chefs de ménage.

➤ *Dépenses liées à l'approvisionnement en eau potable*

Les ménages ne disposant pas d'une connexion directe au réseau conventionnel d'approvisionnement en eau sont obligés d'acheter de l'eau à des prix prohibitifs à des revendeurs informels connectés au réseau. Ces derniers vendent un mètre cube d'eau entre 1000 FCFA et 1200 FCFA contre 400 FCFA, prix pratiqué par le concessionnaire. Le litre d'eau est donc revendu entre 1 FCFA et 1,2 FCFA selon les revendeurs.

Sous un autre plan, des familles font recours pour diverses raisons (questions d'esthétique, eau colorée sortant des robinets, confection du biberon des nouveau-nés) à l'eau minérale (eau en bouteille) dont le prix s'élève à 350 FCFA l'unité de 1,50 l.

➤ *Pertes liées aux inondations*

Les pertes liées aux inondations sont généralement très lourdes. Elles se chiffrent généralement en centaine de millions de francs CFA. L'absence d'inventaires exhaustifs des dégâts causés à la suite de ces inondations rend très difficile l'estimation des pertes.

➤ *Pertes liées aux maisons "enterrées"*

Les maisons "enterrées" représentent des pertes énormes pour les familles qui les ont bâties. Sur la base des frais liés à l'achat du terrain, au matériel utilisé (parpaings, tôles, ...) et à la main d'œuvre, une estimation du coût de ces habitations a été faite. Elle est comprise entre 3 250 000 FCFA et 4 000 000 FCFA par habitation.

VI-9.3.2. Au niveau des Petites et Moyennes Industries et Entreprises

Les fréquentes coupures enregistrées au niveau du réseau de distribution d'eau potable entraînent des désagréments et un manque à gagner pour les promoteurs des salons de coiffure, des restaurants, des hôtels, des producteurs de yaourt local (kossam) et de boissons rafraîchissantes ("jus de foléré", jus de gingembre, ...). Ces Petites et Moyennes Entreprises (PME) et Petites et Moyennes Industries (PMI) sont généralement obligées, avec tous les

risques que cela comporte, d'utiliser l'eau de puits, de source ou de forage pour assurer la continuité du service. Très souvent, elles sont obligées de réduire le volume de leurs activités à cause du manque d'eau.

Par ailleurs, suite aux inondations, certaines PME et PMI sont contraintes de suspendre leurs activités sur des périodes plus ou moins longues.

VI-9.3.3. Au niveau des Communes Urbaines d'Arrondissement

Les Communes Urbaines des Arrondissements de Yaoundé II, VI et VII enregistrent un manque à gagner par rapport à la gestion actuelle des ressources en eau. En effet, ces communes n'engrangent aucune recette se rapportant aux activités liées à l'eau (activité de pêche au niveau du lac de Nkolbisson par exemple). A l'opposé, ces différentes collectivités territoriales engagent régulièrement des dépenses pour curer des caniveaux ou pour détruire les latrines à canon établies sur l'Abiergué. Il est pour l'instant difficile de quantifier avec exactitude les pertes enregistrées par ces trois CTD par rapport à la gestion actuelle de l'eau.

La gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué entraîne donc des dépenses au niveau des ménages, freinent les activités des PME et PMI et sapent le développement économique des CUAYII, VI et VII en particulier et de Yaoundé en général.

VI-9.4. Impacts sociaux

Le service d'accès à l'eau potable et à l'assainissement ne dessert qu'une partie de la population ("inclus") tandis que les autres ("exclus") n'en bénéficient pas. Cette dualité épouse une ségrégation spatiale marquée par une démarcation nette entre des zones viabilisées (Cité-Verte) et des zones qui ne le sont pas (Etetack, Nkolbikok, ...). Ce schéma ségrégatif met à mal le "vivre ensemble" et compromet la cohésion urbaine dans cette unité géographique.

Sous un tout autre plan, l'action répétée consistant à se lever très tard dans la nuit pour recueillir de l'eau potable, engendre des troubles de sommeil qui sont susceptibles affecter la santé et les rendements professionnels ou scolaires.

Les activités liées à la collecte et au transport de l'eau donnent souvent lieu à des bagarres ou à des chutes. Des décès (enfant noyé dans le puits) ont été souvent enregistrés.

La mauvaise gestion des eaux usées engendrent régulièrement des conflits entre les ménages. En effet, les eaux usées de certains ménages traversent la cour de leurs voisins avant d'échouer dans les réseaux, ce qui crée des litiges entre ces ménages.

La gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué a générée une "crise de confiance" entre les populations et la société en charge du service d'accès à l'eau potable d'une part et entre les populations et les autorités publiques d'autre part.

Les maladies hydriques qui affectent les ménages mettent à mal leur dignité. Les personnes ayant par exemple souffert de choléra ont généralement du mal à l'admettre car le choléra est communément taxé de "maladie de la honte" directement reliée à la pauvreté.

Les différents impacts liés à la gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué sont repris dans la figure suivante (Fig. 126).

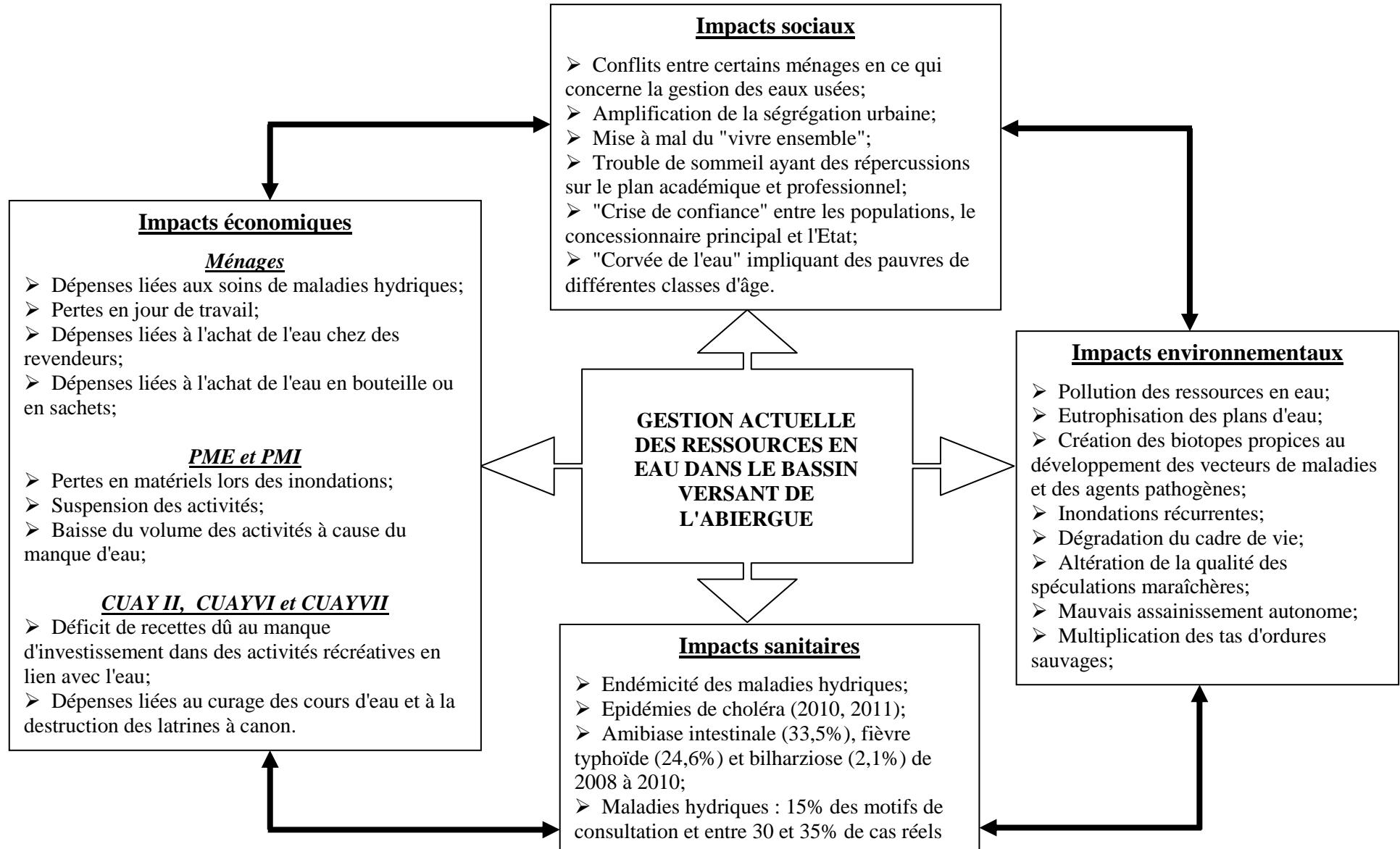


Fig. 125 : Impacts socio-économiques, environnementaux et sanitaires liés à la gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué

VI-10. GOUVERNANCE DE L'EAU DANS LE BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE : FACTEUR DE PAUPERISATION DES MENAGES ET FREIN AU DEVELOPPEMENT

La gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué se caractérise à l'analyse par une rupture entre les lois relatives à l'eau et les pratiques quotidiennes. En effet, les différents textes qui encadrent la gestion de l'eau sont méconnus et peu respectés par les populations.

La gestion incombe en premier aux acteurs institutionnels, constitués essentiellement des services déconcentrés des ministères disposant des compétences dans le domaine de l'eau et des CTD (CUY, CUAY II, VI et VII). Précisons que la CUY est dirigée par un délégué du gouvernement nommé par le Président de la République à qui il rend directement compte et que les CUAY sont administrés par les maires élus. Les compétences des maires sont ainsi diluées par celles du délégué au gouvernement, ce qui crée un imbroglio au niveau de la gouvernance urbaine.

Les acteurs institutionnels sont suppléés sur le terrain par des acteurs non institutionnels issus des Organisations de la Société Civile (ONG, associations et comités de développement, ...) ou des services de la coopération. Ces derniers ont émergé au début des années 1990 à la faveur de la loi sur la liberté d'association. Ils puisent leur légitimité généralement à travers les projets qu'ils réalisent sur le terrain. Ils sont à ce propos très actifs dans le domaine de l'approvisionnement en eau, de l'assainissement et de la gestion des déchets solides. De manière générale, le cadre de gestion est marqué par une très faible coopération au sein et entre les différents groupes d'acteurs qu'ils soient institutionnels ou non institutionnels. Il n'existe pas à ce propos d'organisme de gestion de bassin encore moins une structure de coordination des activités de ces différents acteurs. Il est en cela très difficile d'obtenir de manière exhaustive les données chiffrées sur les différents projets liés à l'eau dans la zone. Ainsi, dans le bassin versant de l'Abiergué, les acteurs institutionnels et non institutionnels engagés dans le domaine de la gestion de l'eau se déploient en rang dispersé, suivant des logiques qui sont propres à chacun d'eux, avec une déclinaison prononcée pour le secteur de l'eau potable, un peu moins pour l'assainissement et quasiment nulle pour les autres aspects se rapportant à l'eau (pollution des eaux, ...). Il n'y a pas à proprement parlé une politique de gestion cordonnée et cohérente de gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué. En ceci, il n'existe pas un canevas établi pour la gestion de l'eau qu'on se réfère à l'unité administrative ou à l'unité hydrologique.

De là, les résultats obtenus sur le terrain sont mitigés et ont pour corollaire les lacunes observées dans la gestion actuelle de l'eau (Fig. 126). Cette gestion laisse à désirer ceci dans un environnement marqué par l'abondance de la ressource et la croissance des besoins.

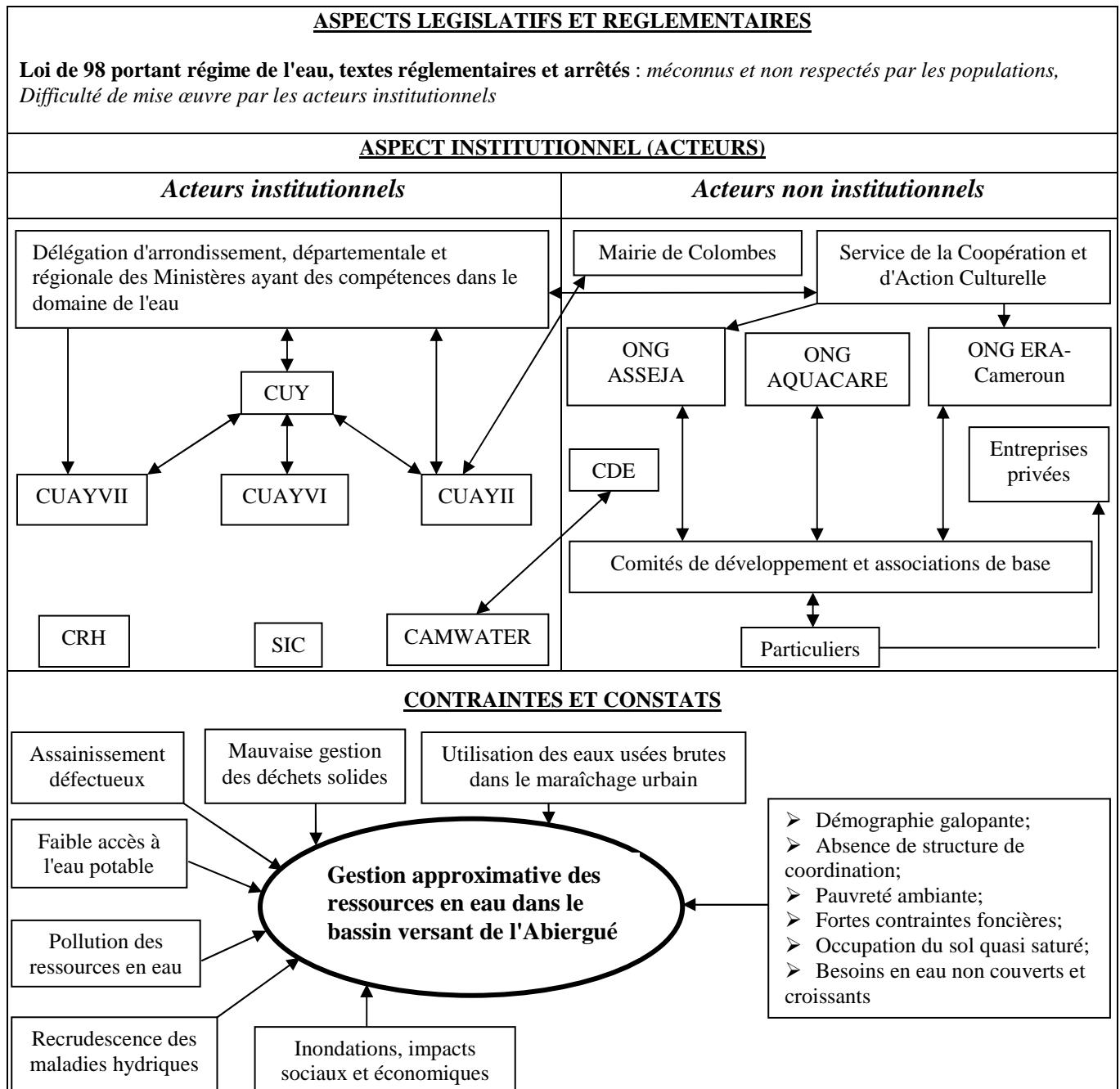


Fig. 126 : Mapping de la gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué

La gestion approximative des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué est reliée à de nombreux facteurs endogènes et exogènes, anciens et actuels. C'est le résultat en effet d'une combinaison ou d'une interaction de facteurs socio-économiques, politiques,

culturels, historiques associés à des " influences" d'organismes mondiaux (Fig.127). C'est un cycle fermé où les différents compartiments interagissent et semblent se maintenir. La mauvaise gestion des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué est donc systémique. La diversité des acteurs travaillant sans coordination couplée au cadre législatif et réglementaire inadapté ceci dans un contexte politique et socio-économique fragile brouille toute action de gestion rationnelle de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué. Elle est actuellement caractérisée par de nombreuses lacunes qui contribuent à la pondération de la pauvreté des ménages urbains et à l'exacerbation du développement urbain à travers des influences sur le plan social, économique, sanitaire et environnemental. Elle entretient ainsi le cycle de la pauvreté urbaine et met à l'épreuve la dignité humaine. Au regard de la situation actuelle, les populations du bassin versant de l'Abiergué vivent des moments cauchemardesques sous le poids des problèmes liés à la mauvaise gestion des ressources en eau. Elle est le reflet de la société et de la gouvernance locale qu'il convient de relier à la gouvernance nationale. Elle constitue donc un facteur de jaugeage de la gouvernance urbaine. De nombreux défis se posent aujourd'hui à la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué (Fig. 128).

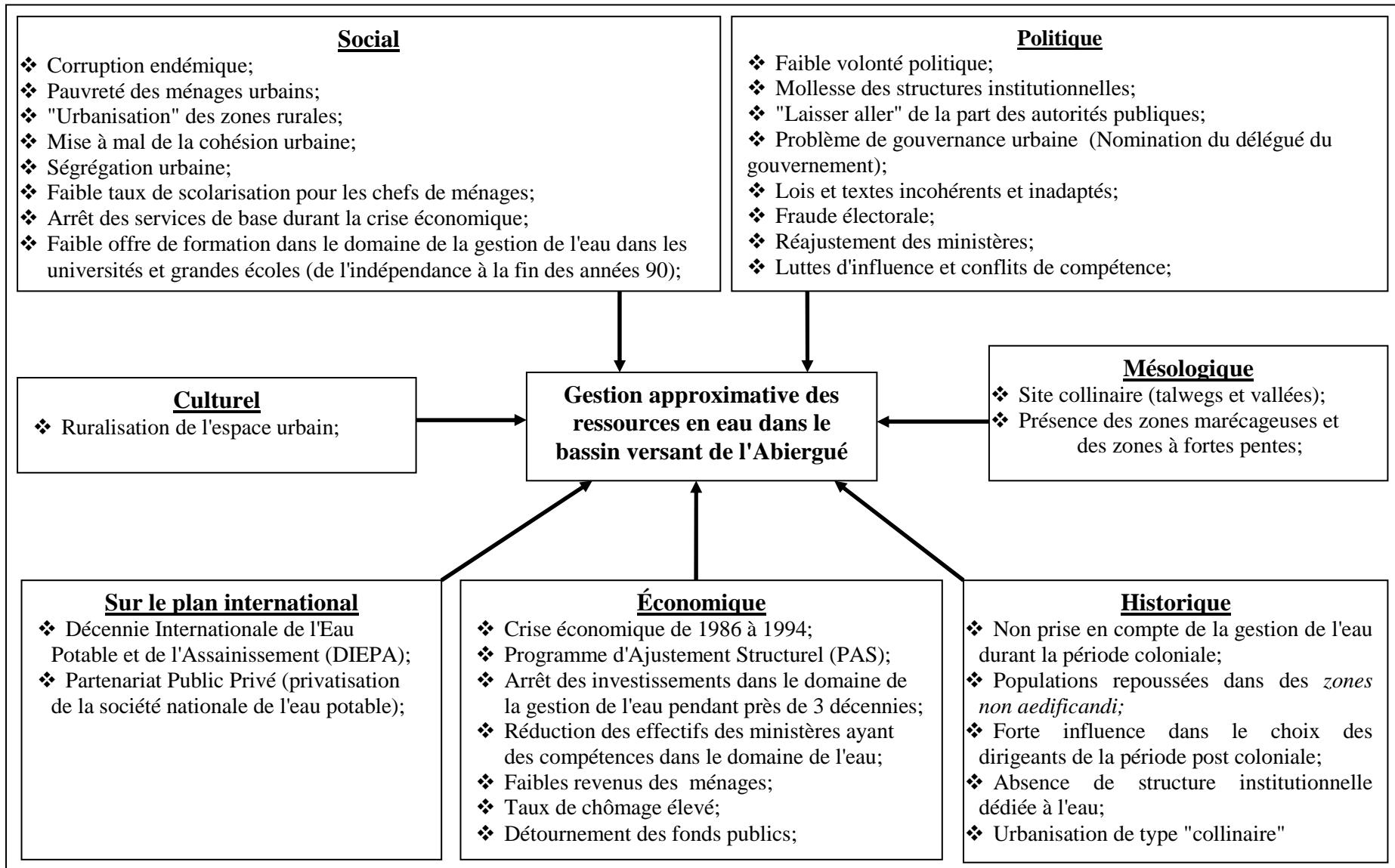


Fig. 127 : Combinaison des facteurs ayant conduit à la gestion approximative des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué

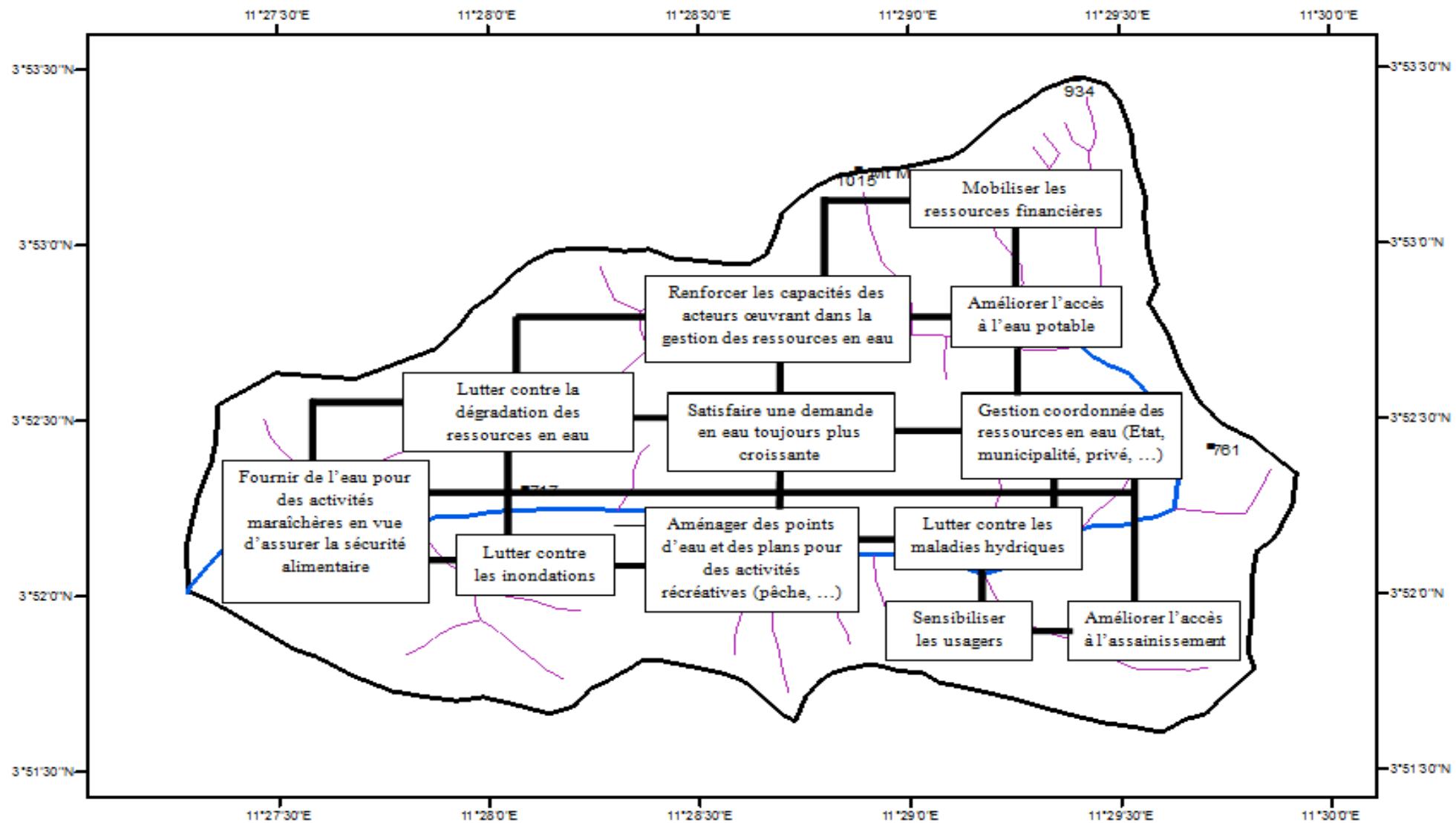


Fig. 128 : Défis liés à la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué

La gestion approximative des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué impose de rechercher des stratégies cohérentes et efficaces pour relever les nombreux défis qui y sont liés ceci malgré la situation qui est assez complexe et compliquée. Il est nécessaire de "briser le cycle vicieux" (Ghislain de Marsily et Bertrand, 2011) lié à cette gestion approximative. Ceci est fondamental dans la mesure où la gestion de l'eau revêt une importance capitale dans le processus du développement durable.

CONCLUSION

Le diagnostic de la gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué laisse apparaître une situation critique née d'une absence de planification. En effet, la gestion des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué est caractérisée par un imbroglio marqué par de multiples lacunes et contraintes. Elle est porteuse de gène de prévarication des ménages et de frein au développement de la zone à travers les impacts d'ordre socio-économique, sanitaire et environnemental.

Ces différents impacts sont symptomatiques d'un problème de gestion qui renvoie à une question centrale : Quelles sont les réponses concrètes à apporter en fonction de l'état actuel et face aux évolutions urbaines futures pour rendre cette gestion rationnelle? Le chapitre suivant s'intéresse à cette question en se focalisant sur le développement de scénarios de gestion rationnelle des ressources en eau.

CHAPITRE VII : STRATEGIES POUR UNE GESTION RATIONNELLE DES RESSOURCES EN EAU

INTRODUCTION

Le but poursuivi par ce chapitre est de développer des stratégies pour une gestion rationnelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué.

Il sera question de répondre aux questions suivantes : Quel est l'objectif à atteindre? Quels sont les contraintes, atouts, priorités et enjeux? Sur quels leviers faudrait-il s'appuyer pour enclencher, entretenir et pérenniser l'action? A quel pas de temps? Quelle est la stratégie optimale ?

Cet exercice s'appuie sur un canevas bien précis qui comprend à la base les objectifs généraux suivis des étapes successives menant au choix de la stratégie ou de la combinaison des stratégies à mettre en œuvre (Fig. 129).

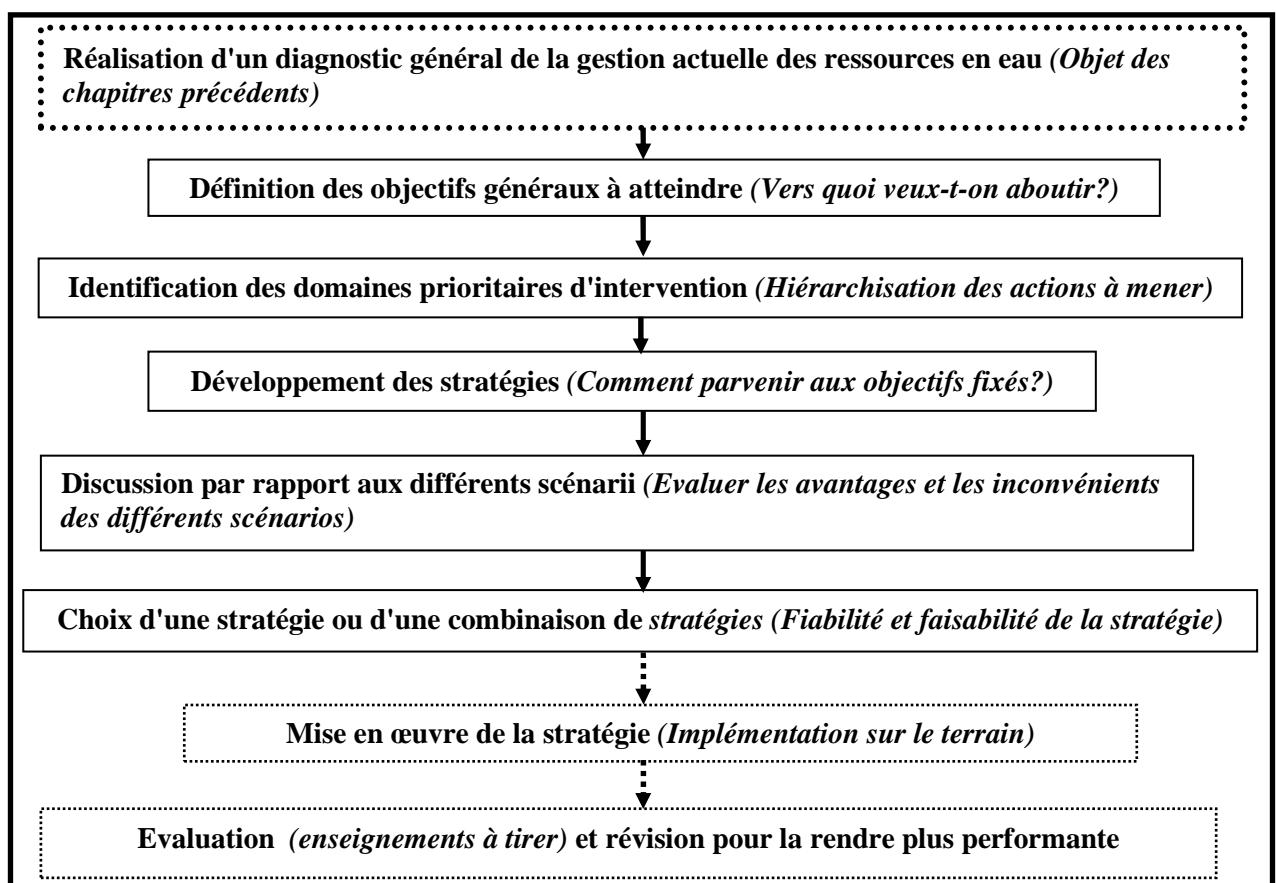


Fig. 129 : Canevas du développement des stratégies de gestion rationnelle des ressources en eau (Réalisé par nos soins à partir des informations tirées de GWP-TAC, 2000)

Les stratégies qui seront développées vont intégrer des réponses institutionnelles et structurelles.

VII-1. OBJECTIFS ET PROGRAMMES D'ACTIONS

VII-1.1. Objectifs

Les objectifs à atteindre (Tabl. 32) sont une résultante des objectifs généraux de la GIRE adaptés au contexte spécifique du bassin versant de l'Abiergué. Ils portent sur des domaines variés (eau, santé, environnement, ...).

Tabl. 32 : Objectifs à atteindre dans le cadre de la gestion rationnelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué

Objectif général	Axes d'intervention	Objectifs spécifiques
Gestion rationnelle et durable des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué	Politique	Créer un cadre cohérent de gestion des ressources en eau
	Légitif	Définir des textes et lois appropriés
	Juridique	Faire respecter les lois
	Economique	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Soutenir les PME et PMI qui ont recours aux ressources en eau pour mener à bien leurs activités; ➤ Mobiliser les moyens financiers pour soutenir le processus de gestion rationnelle des ressources en eau
	Social	Améliorer le niveau et le cadre de vie des populations
	Environnemental	Réduire les pressions sur les ressources en eau et lutter contre les risques naturels liés aux ressources en eau
	Sanitaire	Réduire les maladies hydriques
	Loisir	Développer des activités récréatives en relation avec l'eau

Ceci est parfaitement visible en confrontant la situation de départ qui est celle qui prévaut actuellement à la situation d'arrivée qui correspond à celle à laquelle on souhaiterait parvenir (Fig. 130).

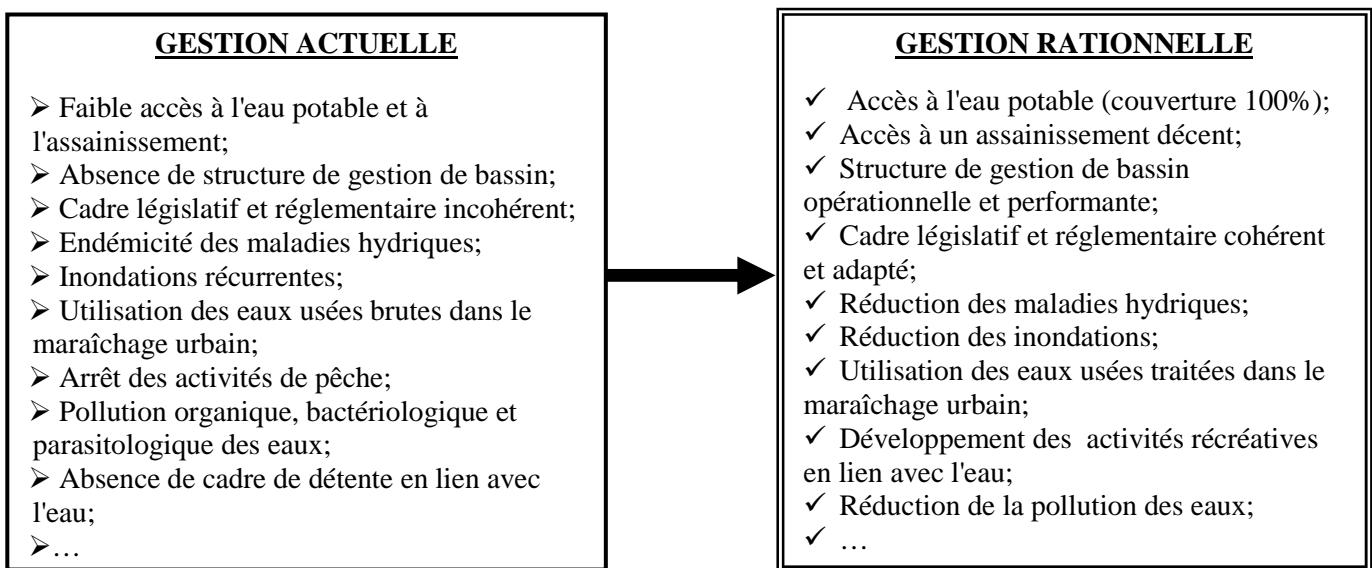


Fig. 130 : Situation de départ et situation d'arrivée de la gestion de l'eau

Les différents objectifs sont soutenus par la réalisation d'une série d'actions. Elles seront menées en fonction des priorités et de la facilité d'implémentation.

VII-1.2. Description des actions à mener et hiérarchisation des interventions

L'atteinte des objectifs fixés est astreinte à la réalisation des actions récapitulées dans le tableau ci-dessous (Tabl. 33).

Tabl. 33 : Domaines d'intervention et actions à mener dans le cadre de la gestion des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué

Objectif	Domaine	Actions à engager
Gestion rationnelle et durable des ressources en eau en zone urbaine	Politique	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Redéfinition des grandes orientations de la gestion de l'eau et intégration parmi les priorités de développement; ➤ Définition d'un cadre législatif adapté; ➤ Mise en place d'un cadre cohérent de la gouvernance urbaine; ➤ Encadrement des associations et des comités de développement; ➤ Mise en place d'une structure de gestion par bassin; ➤ Renforcement des capacités des acteurs institutionnels et non institutionnels; ➤ Application des lois portant sur le foncier; ➤ Mise en place des infrastructures d'eau (STEP, ...); ➤ Réduction de la pauvreté urbaine; ➤ Mis en place d'un cadre électoral transparent; ➤ Développement d'un plan de gestion urbaine des ressources en eau; ➤ Mis en place d'un code de l'eau; ➤ Reconfiguration du cadre institutionnel de la gestion de l'eau;
	Social	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Réduction de la fracture urbaine en ce qui concerne les aspects portant sur la gestion des ressources en eau; ➤ Amélioration de l'accès permanent et continu à l'eau potable pour toute la population, ceci à un prix juste; ➤ Amélioration de l'accès à un assainissement décent et à un service efficace de gestion des déchets solides; ➤ Réduction de la corruption; ➤ Amélioration du niveau de vie des populations pauvres
	Economique	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Développement d'un mécanisme efficace de collecte des taxes d'assainissement et d'enlèvement des ordures ménagères; ➤ Mise à la disposition des PME et PMI de l'eau potable pour assurer le développement de leurs activités; ➤ Mobilisation des moyens financiers pour la gestion rationnelle et durable de l'eau; ➤ Réduction des dépenses liées aux maladies hydriques;
	Santé	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Réduction significative des maladies liées à l'eau;
	Loisir	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aménagement des zones de détente en relation avec l'eau; ➤ Développement des activités de pêche et la pisciculture;
	Environnement	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Réduction de la pollution des ressources en eau; ➤ Mobilisation des moyens financiers pour la gestion de l'eau; ➤ Réduction des risques naturels liés à l'eau (inondations); ➤ Aménagement du lac de Nkolbisson; ➤ Destruction des biotopes propices au développement des agents pathogènes et des vecteurs de maladie; ➤ Préservation de la biodiversité; ➤ Epuration des eaux usées; ➤ Contribution au débit du Nyong avec une eau de bonne qualité (eau pour la production d'eau potable); ➤ Réduction de l'érosion des sols

Toutes ces actions seront mises en œuvre dans le cadre d'une stratégie cohérente. Elle se veut évolutive et ne saurait s'attaquer au même moment à tous les différents problèmes relatifs à la gestion de l'eau. Le protocole suivi s'inspire de l'élaboration d'une matrice d'évaluation qui est une méthode de hiérarchisation de l'importance, de l'étendue et du contexte des problèmes liés à un problème spécifique à l'échelle d'une zone bien précise. Elle est issue des méthodes de diagnostic et de classification employées pour les évaluations rapides d'impact environnemental, et contribue à classer les problèmes en terme de priorité. Sur cette base, les priorités et la hiérarchisation des actions à entreprendre ont été reparties sur une échelle graduelle (Tabl. 34) à partir d'une part des informations tirées du diagnostic établi et d'autre part en prenant en compte la satisfaction des besoins primaires (accès à l'eau potable et à l'assainissement, ...) comme éléments de base. Notons par ailleurs que certaines actions menées à court terme vont contribuer à amorcer la résolution des problèmes qui seront abordés sur le moyen ou le long terme.

Tabl. 34 : Hiérarchisation des actions à mener pour une gestion rationnelle de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué

Secteurs	Actions à mener	Echelle temporelle		
Ressources en eau / Environnement /Santé	Amélioration de la qualité de l'eau consommée dans les ménages	Court terme	Sens de progression des actions à mener	
	Réduction de la pollution des eaux			
	Lutte contre les maladies hydriques			
	Réduction des inondations			
	Amélioration de l'accès à l'eau potable et à l'assainissement			
	Epuration des eaux usées			
Secteur économique	Mise à la disposition des PME et PMI de l'eau potable pour leurs activités	Court terme		
Aspects législatifs, réglementaires et institutionnels	Etablissement des lois et des textes cohérents et adaptés			
	Restructuration du cadre institutionnel			
Loisir	Développement des activités touristiques tournées vers l'eau	Long terme		

VII-2. ELEMENTS A CONSIDERER EN PREALABLE A TOUTE STRATEGIE

Ces éléments portent sur les facteurs spatio-temporels, les acteurs, les processus et la finalité de la stratégie.

VII-2.1. Contexte spatio-temporel

VII-2.1.1. Facteur temporel

Le développement des stratégies s'inscrit dans une démarche marquée par 3 étapes :

- ❖ Première étape : court terme (0-3 ans)

- ❖ Seconde étape : moyen terme (3-6 ans)
- ❖ Troisième étape: long terme (6 ans et plus)

Les deux premières étapes (court et moyen terme) se répartissent dans un pas de temps triennal (3) ans pour ensuite s'inscrire dans un temps plus long pour la 3^{ème} étape. Le pas de temps triennal a été choisi pour la première et la seconde étape parce qu'il offre une durée où peuvent être implémentées des actions continues sans risque d'interruption. Ce pas de temps est également indiqué pour éviter toute stagnation du processus.

Les actions urgentes seront engagées au cours des deux premières étapes (court terme et moyen terme) et celles moins prioritaires vont être réalisées au cours de la 3^{ème} étape (long terme). La première étape est fondamentale car elle constitue la période d'ancrage d'une assise managériale cohérente. La seconde étape sera tournée vers la poursuite des activités engagées au cours de la première étape. La troisième étape enfin sera consacrée à la consolidation des acquis des deux premières étapes et à la pérennisation du processus.

VII-2.1.2. Unité spatiale

Les stratégies seront développées à l'échelle du bassin versant comme le recommande la GIRE. Toutefois, lors de la phase d'implémentation sur le terrain, elles seront adaptées à la structuration actuelle des unités administratives au Cameroun. En effet, il est très difficile au regard de la configuration actuelle des aires administratives au Cameroun d'appliquer de manière directe une gestion de l'eau par bassin versant. L'empreinte des subdivisions administratives est très forte. Les limites du bassin versant doivent donc fondre dès la première étape pour se conformer à la configuration administrative qui est dominante. Elles vont cependant émerger comme lieu par excellence d'exercice de la gestion de l'eau qu'après un ancrage solide dans la zone, ceci vers la fin de la première étape (court terme) du processus. Ainsi, l'évolution du processus aboutira à terme à la prise en compte du bassin versant comme unité de gestion des ressources en eau.

L'unité spatiale demeure donc le bassin versant avec en filigrane le processus d'incorporation et d'évolution de la subdivision administrative à la subdivision hydrologique.

VII-2.1.3. Techniques d'approche spatiale sur le terrain

Trois types de techniques se dégagent de cette approche basée sur l'aménagement du territoire (Fig. 131). On distingue :

- L'aménagement concentrique allant des zones de bas-fonds vers les zones hautes : cette technique consiste à réaliser sur le terrain des activités inscrites dans le plan d'actions suivant des rayons prédefinis orientés de la zone des bas-fonds vers les zones hautes;
- L'aménagement par points d'impacts : cette technique se réfère à la réalisation des activités précises (approvisionnement en eau, destruction des sources potentielles de pollution des eaux, ...) dans des zones où des problèmes d'eau se posent avec acuité;
- L'aménagement par transects : cette technique consiste à réaliser une série d'actions suivant le profil longitudinal d'un versant d'une colline. Le site est collinaire et l'action va se déployer du point le plus bas (cours d'eau) jusqu'à la crête du versant suivant un transect (Tabl. 35).

Tab. 35 : Techniques d'application de la gestion rationnelle de l'eau en rapport avec l'aménagement territorial

	Types	Atouts	Contraintes
Techniques d'application sur le terrain	Concentriques	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Action ordonnée; ✓ Des bas-fonds vers les sommets 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Choix des rayons d'actions
	Points d'impacts	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Actions au niveau des foyers de pollution ou des zones souffrant d'un déficit en eau potable ✓ Actions ciblées 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Difficulté dans le choix des zones car les problèmes (pollution de l'eau, faible accès à l'eau potable, ...) affectent tous les quartiers du bassin versant de l'Abiergué
	Transects	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Intervention suivant des critères de choix bien définis 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Désordre dans la planification; ➢ Limites des versants ne sont pas précises

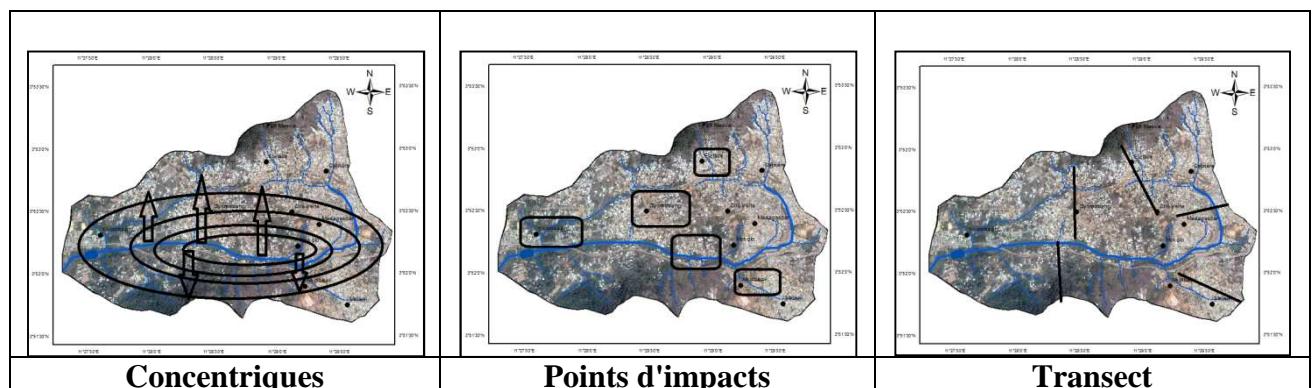


Fig. 131 : Représentation schématique des différentes modalités d'implémentation des actions sur le terrain

VII-2.2. Acteurs et participation

VII-2.2.1. Acteurs

Les stratégies s'appuient essentiellement sur 3 groupes d'acteurs que sont les acteurs institutionnels, les acteurs non institutionnels et les populations comme le recommande la GIRE et l'ECOSANTE. Les populations n'étant pas un groupe d'acteurs constitués, notre

attention s'est portée essentiellement sur les acteurs institutionnels et non institutionnels (Tab. 36). L'accent est cependant mis sur les acteurs institutionnels car les acteurs non institutionnels constituent un groupe cosmopolite aux logiques d'intervention variées. Il est par ailleurs difficile de les restructurer. Les changements qui seront opérées au niveau des institutions se déclinent en 3 variantes : refonte totale, restructuration ou maintien du statut quo.

Tabl. 36 : Modalités d'actions des acteurs institutionnels et non institutionnels

	Modifications à apporter	Atouts	Contraintes
Mobilisation des acteurs institutionnels et non institutionnels	<ul style="list-style-type: none"> ➡ Refonte totale des institutions actuelles en charge de l'eau; <i>(Toutes les institutions actuelles sont supprimées et sont remplacées par de nouvelles. Un seul ministère (Ministère de l'Eau) est garant de la gestion de l'eau. Les autres ministères qui disposent des compétences dans le domaine de l'eau mettent en place des services qui sont directement rattachés à ce ministère).</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tous les aspects liés à la gestion de l'eau sont concentrés au niveau d'un seul ministère et une plate forme de concertation est créée; ✓ Coordination aisée des projets liés à l'eau; ✓ Réajustement du cadre d'intervention des ONG, des associations de base et des comités de développement; ✓ Possibilité d'une coopération étroite entre acteurs institutionnels et non institutionnels; 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Administration lourde; ➤ Luttes d'influences; ➤ Conflits de compétence; ➤ Conflits interministériels; ➤ Apparition des goulets d'étranglement au niveau administratif; ➤ Possibilité d'empiètement sur les objectifs des ONG et des associations de développement; ➤ Instrumentalisation des ONG par le politique; ➤ Risque d'infiltration des acteurs non institutionnels;
	<ul style="list-style-type: none"> ➡ Restructuration partielle des institutions actuelles en charge de l'eau; <i>(Dans ce cas, on modifie sans pour autant annuler les institutions existants. On garde les mêmes institutions et on procède à une redistribution des rôles et des missions).</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Adaptation au contexte actuelle; ✓ Prise en compte des points positifs de la gestion actuelle; ✓ Harmonisation des stratégies; ✓ Possibilité de mise sur pied d'une plate forme de concertation. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Changements mineurs en référence aux restructurations faites par le passé; ➤ Difficulté de réunir les différentes structures; ➤ Risque du maintien du statut quo.
	➡ Maintien des institutions actuelles	/	➤ Approche sectorielle.

VII-2.2.2. Composition des comités de gestion de l'eau

Des représentants appartenant à diverses catégories d'acteurs feront partie des comités de gestion établis au niveau régional, départemental et des arrondissements (Fig. 132). L'efficacité de ces comités repose sur le choix des membres, la définition claire des responsabilités et la transparence dans le processus de décision.

La commission locale du bassin versant de l'Abiergué sera basée dans l'une des trois CUAY (II, VI ou VII). Cette proposition repose sur la loi N° 2004/18 du 22 Janvier 2004 fixant les règles applicables aux communes. Cette loi renforce en effet les compétences communales en termes de gestion urbaine. Les missions de la commune sont en effet élargies et celles-ci prend désormais en charge l'exécution des plans d'investissements communaux, les contrats plans pour la réalisation d'objectifs de développement local et l'élaboration des documents d'urbanisme au niveau communal (ONU-Habitat, 2007b).

Ministère de l'Eau et de l'Energie Direction de la gestion des ressources en eau <i>(Sous direction de la GIRE)</i>	
Régional	
Caractéristiques du comité de bassin versant du Nyong	Unité hydrologique
Siège : Communauté Urbaine de Yaoundé (CUY) Coordination : Gouverneur de la Région du Centre (Sera remplacé plus tard par le délégué du bassin versant du Nyong); Nombre de représentants : 70 Membres : 3 représentants des services du gouverneur des régions du Centre, de l'Est et du Sud, 1 représentant de la Commune urbaine de Yaoundé, des Communes urbaines d'arrondissements de Yaoundé et communes rurales, Délégués régionaux des ministères et des institutions disposant des compétences sur l'eau, 02 représentants des instituts de recherche et 02 universitaires disposant des compétences dans le domaine de l'eau, 04 délégués d'ONG locale, 2 délégués d'ONG internationale, 20 délégués des comités de développement et des associations de base, 1 représentant des services du premier ministère, 02 représentants des acteurs confessionnels et 02 représentants du secteur privé.	Bassin versant du Nyong
Départemental	
Caractéristiques du comité de sous-bassin versant de la Mefou	Unité hydrologique
Siège : CUY Coordination : Préfet du Mfoundi (Sera remplacé plus tard par le Délégué du bassin versant de la Mefou); Nombre de représentants : 54 Membres : 2 représentants des services du préfet de la Mefou-et-Afamba et de la Mefou-et-Akono, 1 représentant Commune urbaine de Yaoundé, 7 représentants des Communes urbaines d'arrondissement de Yaoundé et 6 des communes rurales, Délégués départementaux des ministères et des institutions disposant des compétences sur l'eau, 01 représentant des instituts de recherche et 01 universitaire disposant des compétences dans le domaine de l'eau, 03 délégués d'ONG locale, 1 délégué d'ONG internationale, 14 délégué des comités de développement et des associations de base, 01 représentant des acteurs confessionnels et 01 représentant du secteur privé	Bassin versant de la Mefou
A l'échelle de l'arrondissement	
Caractéristiques de la commission locale du bassin versant de l'Abiergué	Unité hydrologique
Siège : Tournant dans l'une des 3 communes urbaines d'arrondissement (CUAYII, VI et VII) Coordination tournante : Sous préfet de Yaoundé II, VI et VII (Sera remplacé plus tard par le coordonateur de l'unité du bassin versant de l'Abiergué); Nombre de représentants : 32 Membres : représentant des services du sous-préfet de Yaoundé II, VI ou VII, représentant de la communauté urbaine de Yaoundé, 03 représentants des communes urbaines des arrondissements de Yaoundé II, VI et VII, Délégués d'arrondissement des ministères disposant des compétences sur l'eau, 01 représentant du CRH, 01 universitaire disposant des compétences dans le domaine de l'eau, 02 délégués d'ONG locale, 1 délégué d'ONG internationale, 06 délégués des comités de développement et des associations de base, 01 représentant des acteurs confessionnels et 01 du secteur privé.	Bassin versant de l'Abiergué

Fig. 132 : Composition des comités de gestion de bassin versant à l'échelle régionale, départementale et de l'arrondissement

VII-2.3. Financement

Le financement de la gestion rationnelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué sera issu du budget de l'Etat du Cameroun, des taxes, des recettes liées aux activités récréatives (pêches, ...), des contributions des ménages, des redevances (par exemple de la CDE) et des apports des partenaires bilatéraux (Contrat Désendettement Développement - C2D avec la France par exemple) ou multilatéraux. Les contributions issues des ménages ne doivent pas s'inscrire dans une durée très longue car elles risquent d'être perçues par ces derniers comme un "impôt supplémentaire". Ce constat a été fait par Ngnikam *et al.* (2011) dans le cadre du projet sur l'assainissement dans le bassin versant de Mingoa.

VII-2.4. Influence des orientations édictées par des institutions internationales

Les orientations formulées par les institutions internationales auxquelles le Cameroun fait partie influent sur la gestion de l'eau. En ceci, la transposition de la plupart des différents engagements internationaux portant sur la gestion des ressources en eau dans les ordres juridiques internes couplée aux différents programmes (DIEPA, PPP, Décentralisation, ...) diligentés par les institutions internationales ont donné des résultats mitigés et ont souvent dans certains cas complexifié davantage le problème de la crise pernicieuse de l'eau dans les villes Camerounaises.

Les orientations internationales entraînent souvent des modifications au niveau des politiques nationales suivant le canal suivant (Fig. 133) :

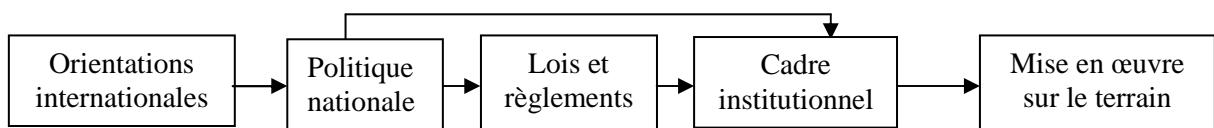


Fig. 133 : Influence des orientations internationales sur la gestion des ressources en eau

Il importe qu'avant toute prise en compte des orientations provenant des institutions internationales, qu'elles soient en conformité avec la stratégie nationale de gestion de l'eau pour peu bien sûr que cette dernière soit cohérente. Il est donc important d'éviter de modifier en permanence les organigrammes des institutions ou de créer des structures qui ne fonctionneront que la période prévue pour le programme au niveau international.

VII-3. SCÉNARIOS DE GESTION RATIONNELLE DES RESSOURCES EN EAU

Les scénarios qui seront développés s'inscrivent il faut le rappeler, dans un contexte difficile et complexe entretenu par des contraintes d'ordre politique, économique, social,

urbanistique, environnemental, sanitaire et culturel. Le scénario ici fait référence à l'action anticipée dont l'intrigue est logique et qui expose la manière dont les événements se produisent. Il s'agit d'une suite d'événements possibles qui influent sur l'état de quelque chose, et non une prévision ou une projection.

De là, 3 scénarios majeurs avec 4 types pour le scénario 3 se dégagent de cette situation :

- Scénario 1 : Maintien du statut quo de la gestion actuelle;
- Scénario 2 : Mise en place d'une nouvelle gestion avec comme préalable la destruction du bâti non conforme au plan d'occupation du sol;
- Scénario 3 : Développement de stratégies basées sur la GIRE et l'ECOSANTE.

VII-3.1. Scénario 1 : maintien du statut quo de la gestion actuelle de l'eau

Ce scénario repose sur une politique laxiste de l'Etat marqué par le "laisser faire". Presqu'aucune initiative n'est prise par l'autorité gouvernante pour améliorer la situation actuelle. On se retrouve dans une démarche de "Doing as usual".

Ce scénario ne présente que des inconvénients (Tabl. 37) et aboutira tôt ou tard à l'amplification des contraintes répertoriées dans les chapitres précédents de ce travail. En effet, la pression démographique augmentant (front d'urbanisation; Fig. 134), les demandes en service de base vont aller croissantes et les pressions sur les ressources en eau seront de plus en plus fortes (Fig. 135).

Tabl. 37 : Avantage et inconvénients inhérents au maintien du statut quo de la gestion actuelle des ressources en eau

Maintien du statut quo de la gestion actuelle des ressources en eau	
<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
Pratiquement aucun avantage	Toutes les contraintes recensées dans les chapitres précédents vont s'amplifier <i>(Taux élevés de décès dus aux maladies hydriques, multiplication des inondations, amplification de la pauvreté des ménages, fortes odeurs pestilentielles, comblement des lits du cours d'eau, ...)</i>

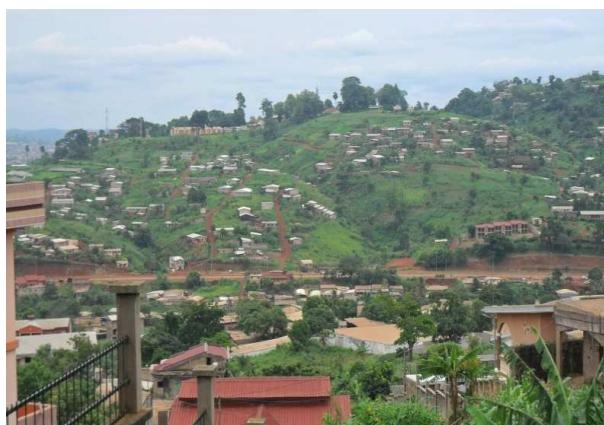


Fig. 134 : Nouveau front d'urbanisation à Oyomabang

Ce scénario semble prévaloir depuis pratiquement plus de 3 décennies où la gestion de l'eau est presque statique dans le bassin versant de l'Abiergué.

Notons tout de même que le statut quo est plus une vue d'esprit qu'une réalité concrète qui s'inscrit dans le temps. En effet, l'histoire des sociétés rapporte de nombreux cas d'évolution de la gestion de l'eau dans plusieurs zones urbaines des PED : Afrique du Sud (Moriarty *et al.*, 2007), le Brésil et la Bolivie (Barbier *et al.*, 2007), ...

GESTION ACTUELLE					GESTION FUTURE	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Faible accès à l'eau potable et à l'assainissement; ➤ Absence de structure de gestion de bassin; ➤ Cadre législatif et réglementaire incohérent; ➤ Endémicité des maladies hydriques; ➤ Inondations récurrentes; ➤ Utilisation des eaux usées brutes dans le maraîchage urbain; ➤ Pollution organique, bactériologique et parasitologique des eaux; ➤ Eutrophisation des plans d'eau; ➤ ... 		Maintien du statut quo de la gestion actuelle des ressources en eau <i>(Presque aucune initiative n'est prise pour améliorer la situation actuelle de la gestion des ressources en eau)</i>			<u>Amplification des problèmes actuels</u> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Très faible accès à l'eau potable et à l'assainissement; ✓ Absence de structure de gestion de bassin; ✓ Cadre législatif et réglementaire incohérent; ✓ Forte pollution organique, bactériologique et parasitologique des eaux; ✓ Fort taux de décès dus aux maladies hydriques et aux fréquentes inondations; ✓ Pauvreté accrue des ménages; 	
T=0	Court terme (0-3 ans)	Moyen terme (3-6 ans)	Long terme (6 ans et plus)		T= x ans (6 ans et plus)	

Fig. 135 : Scénario 1 caractérisé par le maintien du statut quo de la gestion actuelle des ressources en eau

VII-3.2. Scénario 2 : nouvelle gestion avec au préalable la destruction du bâti

Ce scénario prévoit de raser toutes les habitations qui ne respectent pas le plan d'occupation du sol (Fig. 136). Au regard du mode d'occupation du sol, c'est pratiquement 80% du bâti qui devraient être détruits. Ce scénario répond également à un défi qui est celui de concilier l'aménagement du territoire à la gestion de l'eau. En effet, la question de la gestion durable des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué implique de travailler également sur les enjeux de l'habitat précaire et non planifié.

GESTION ACTUELLE		Mise en œuvre d'une action cohérente liée à l'aménagement du territoire et à la gestion de l'eau			GESTION RATIONNELLE	
Destruction du bâti dans le bassin versant de l'Abiergué <i>(Toutes les habitations ne respectant pas le SDAU seront détruites)</i>		<i>(Ceci implique d'une part une réforme au niveau législatif, réglementaire et institutionnel et d'autre part une réelle volonté politique pour engager des actions sur le terrain et mettre en place des institutions performantes)</i>				
T=0	Court terme (0-3 ans)	Moyen terme (3-6 ans)	Long terme (6 ans et plus)		T= x ans (6 ans et plus)	

Fig. 136 : Scénario 2 caractérisé par la mise en œuvre d'une nouvelle gestion avec au préalable la destruction des bâti

Si ce scénario présente l'avantage de repartir sur de nouvelles bases, il regorge cependant de nombreux inconvénients (Fig. 137).

Destruction du bâti dans le bassin versant de l'Abiergué	
Avantages	Inconvénients
Nouvelle gestion de l'eau à travers la reconstruction de la ville sur de nouvelles bases	<p>Aspects sociaux</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Problèmes inhérents au déguerpissement et au recasement des populations; ➤ Risque de mouvements de protestation et de révolte; ➤ Suicides de certaines personnes affectées par les casses; ➤ Refuge pour bandits (Si après les casses, la zone n'est pas aménagée, elle sera envahie par la broussaille et deviendra une zone de refuge pour les bandits); ➤ Emergence de l'idée selon laquelle on lutte contre les pauvres et non contre la pauvreté; Les pauvres sont déjà exclus de certains services urbains et vont avoir le sentiment d'être abandonnés et opprimés par l'Etat; ➤ Duplication des problèmes actuels vers d'autres bassins. En effet, les populations déguerpies iront s'installer dans d'autres bassins versants en reproduisant les mêmes erreurs que celles actuellement observées dans le bassin versant de l'Abiergué; ➤ Emergence des problèmes tribaux et replis identitaires. Une ethnie semble majoritaire dans la zone et les casses pourraient déboucher sur des conflits inter-ethniques; ➤ Problèmes liés à l'exhumation des corps. Certains habitants vont le percevoir comme une profanation des corps de leurs proches disparus.
	<p>Aspects légaux</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Apparition des questions de droit, d'éthique et d'équité. En effet, l'action va à l'encontre du droit au logement prôné par les Nations Unies et par ailleurs inscrit dans la législation camerounaise; ➤ Le Schéma Directeur d'Aménagement Urbain n'est pas opposable au tiers.
	<p>Aspects fonciers</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Problème lié au foncier. La terre est un élément identitaire dont les gens ne sauraient se séparer facilement. Il sera très difficile pour les familles d'accepter de s'installer ailleurs. Certaines familles, pour "marquer" leurs parcelles, y ont d'ailleurs mis en terre leurs membres décédés. Le caveau familial se trouve souvent sur des parcelles de terrain.
	<p>Aspects économiques</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Coûts liés à l'opération. De grosses dépenses seront engagées dans le cadre des casses car il faudra dédommager les populations, acquérir des engins, requérir des forces de l'ordre et mobiliser toute une équipe; ➤ Pertes matérielles (parpaings, fers, tôles, ...); ➤ Déstructuration des économies formelles et informelles établies depuis plusieurs décennies;
<p>Aspects environnementaux</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Gestion des gravats, comblement des latrines, ... 	

Fig. 137 : Avantages et inconvénients de la destruction du bâti dans le bassin versant de l'Abiergué

Précisons que les casses ont toujours eu lieu à Yaoundé depuis la période coloniale jusqu'à nos jours. En effet, à l'époque coloniale, on cassait pour implanter des bâtiments administratifs (Franqueville, 1984) ou pour créer un "cordon sanitaire" entre l'espace qu'occupaient les colons et la zone habitée par les populations locales. Après la période coloniale, l'urbanisation anarchique de Yaoundé avait poussé les autorités communales à procédé de nouveau à des casses pour besoin d'utilité publique. Les quartiers Mokolo, Madagascar et Carrière avaient à ce propos fait l'objet de déguerpissement et de recasement des populations (Olemba Olemba, 2012). Les casses ont été suspendues par la suite pendant

près de deux décennies et ont repris de nouveau en 2005 à la faveur de la nomination de l'actuel délégué du gouvernement auprès de la CUY.

Ce scénario est partagé par Assako Assako (2012) qui pense que les casses sont incontournables dans le processus d'embellissement de la ville de Yaoundé. Ce scénario se rapproche du "programme de démarginalisation" mis en place dans les années 2000 à Bogota (Colombie). Il était basé sur une politique de logement associé à l'extension des réseaux domiciliaires. L'action qui avait consisté à raser des bidonvilles et à reloger des populations s'était avérée efficace (Barbier *et al.*, 2007).

Notons toutefois que les casses qui se sont opérées dans la ville de Yaoundé n'ont pas toujours donné lieu à des options de recasement. Les populations dont les maisons sont détruites se retrouvent généralement dans la rue sans aucune option de relogement dans une ville qui est déjà en proie à une crise de logement. En 2007, des casses ont eu lieu dans la zone amont du bassin versant de l'Abiergué. Les personnes dont les maisons avaient été détruites n'ont jamais été relogées ou dédommagées. De là, la casse ne constitue pas un programme de développement et ne devrait être déclenchée que s'il est prévu des solutions alternatives pour réduire les inconvénients qui vont en surgir. La casse doit donc s'accompagner de mesures d'atténuation et d'accompagnement et doit par ailleurs servir de tremplin pour un nouveau départ. A ce propos, il convient de noter que l'option de chasser les pauvres de la ville par des expulsions ou des pratiques discriminatoires n'est pas une solution. Aider les citadins pauvres à s'intégrer dans la société urbaine est la seule solution sérieuse et durable au problème de l'urbanisation croissante de la pauvreté (FNUAP, 2007).

Toutefois, l'observation des photographies aériennes entre 2002 et 2010 montre une nette évolution du bâti et une forte occupation de l'espace territorial (Fig. 138). Les zones basses et les milieux de pente sont totalement occupés et l'extension se poursuit vers les zones hautes. D'une manière générale, le bassin versant est quasi saturé et n'offre plus assez d'espace constructible. Rappelons qu'à Yaoundé, 70 à 80% de la population vivent dans des quartiers spontanés. Les transactions foncières se font dans l'informel. Beaucoup de terrains ne sont pas immatriculés et ne disposent pas d'un plan de lotissement (ONU-Habitat, 2007b). Dans cette situation, l'unique procédure qui s'offre actuellement est celle de "reconstruire la ville sur la ville". Autrement dit, il est question de reconfigurer le paysage urbain actuel à travers une série de casses et de réaménagement de l'espace territorial. C'est donc une transformation de la configuration urbanistique actuelle qui consistera à conserver les bâtis qui sont conformes au plan d'occupation du sol et à détruire ou à modifier ceux qui s'en éloignent.

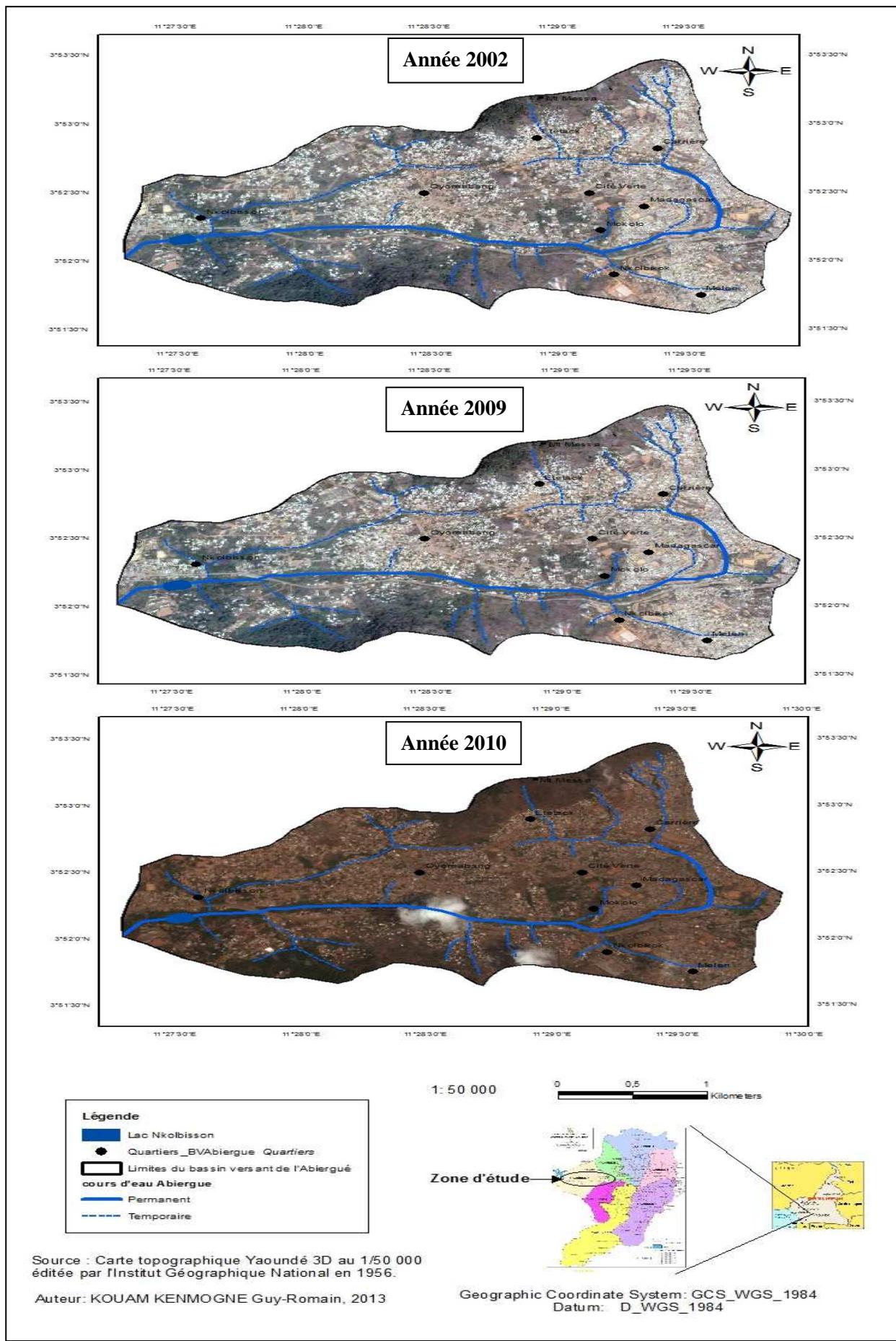
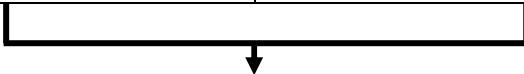


Fig. 138 : Occupation spatiale du bassin versant de l'Abiergué de 2002 à 2010

VII-3.3. Scénario 3 basé sur la GIRE et l'ECOSANTE

Le développement de scénarios basés sur la GIRE et l'ECOSANTE va s'appuyer sur des éléments structurants qui gouvernent ces deux approches (Fig. 139). Ces éléments se situent à la suite de ceux développés au chapitre II ("Méthodes et matériel"). Toutefois, les éléments mobilisés dans le cadre de la démarche adoptée ici visent essentiellement l'orientation et l'encadrement des actions développées suivant ces deux concepts.

APPROCHES	ECOSANTE	GIRE
Eléments de base	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Transdisciplinarité; ➤ Participation; ➤ Equité; ➤ Connaissance parfaite du milieu et de tout ce qui tourne autour des maladies hydriques (présente étude ; justificatif du canevas adopté au niveau de la méthodologie); 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Holistique; ➤ Intégration; ➤ Participation; ➤ Bassin versant; ➤ Connaissance parfaite du milieu et de tout ce qui tourne autour des ressources en eau et des ressources connexes (justificatif du canevas adopté au niveau de la méthodologie);
Domaines d'intervention	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Environnement; ❖ Economie; ❖ Collectivité; ❖ Santé (maladies hydriques); 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Environnement favorable; ❖ Rôle des institutions; ❖ Instruments de gestion; ❖ Développement des infrastructures;
Leviers d'action	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gestion des ressources naturelles; ➤ Gestion des ressources humaines; ➤ Politiques de développement 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Institutionnel; ➤ Structurel;
Implémentation sur le terrain	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Application des solutions simples et à la portée de la communauté, dans le respect de ce qu'ils sont en vue d'un développement durable; ✓ Solutions accessibles et durables. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Solutions d'ordre politique, économique, social et technique; ✓ Solutions légères et lourdes à mettre en œuvre; ✓ Solution durables.



SCÉNARIOS BASÉS SUR LA GIRE ET L'ECOSANTE

- ✓ *Scénario 3.1 : Réforme des aspects législatifs, réglementaires et institutionnels;*
- ✓ *Scénario 3.2 : Action basée sur l'économie;*
- ✓ *Scénario 3.3 : Actions sur les ressources en eau;*
- ✓ *Scénario 3.4 : Actions basées sur les acteurs*

Fig. 139 : Scénarios issus de la prise en compte de l'approche GIRE et de l'approche ECOSANTE

Les scénarios développés sur la base de la combinaison de la GIRE et de l'ECOSANTE contiennent des éléments de succès car ils reposent sur des solides facteurs : diagnostic communautaire réalisé par les populations et les acteurs locaux, réponses concrètes aux préoccupations quotidiennes des populations, processus de développement piloté par les communautés, planification coordonnée des projets liés à l'eau, mobilisation de tous les acteurs à tous les niveaux, planification des actions dans le temps (court, moyen et long terme), recherche effectuée avec les populations et pour les populations dans un processus de

développement durable, etc. Tous ces éléments confortent la forte probabilité de réussite des scénarios basés sur les approches combinées de la GIRE et de l'ECOSANTE.

La GIRE intègre ainsi l'ECOSANTE dans une relation de symbiose où l'ECOSANTE est au service de la GIRE et vice-versa. En ceci, l'ECOSANTE conforte la GIRE dans sa démarche holistique et participative tout en offrant les "premières solutions accessibles" aux problèmes quotidiens des populations. La GIRE de son côté établit et maintient une bonne gestion de l'écosystème favorisant ainsi une bonne santé humaine. Elle s'appuie pour cela sur les résultats de la recherche menée suivant l'approche ECOSANTE. La combinaison de l'ECOSANTE et de la GIRE se présente dans le cadre de cette démarche sous la forme d'un alliage entre un processus de recherche-action et un processus de gestion.

La combinaison de l'approche GIRE et ECOSANTE met en avant l'importance de tous les aspects se rapportant à la gestion de l'eau avec une spécificité propre à chaque scénario sur la base du facteur d'entrée. Les scénarios qui seront développés dans cet ensemble auront pour levier de base la politique, l'environnement (ressource en eau), le social et l'économie. Ces scénarios sont intimement liés aux résultats obtenus antérieurement dans le cadre de ce travail de recherche. La GIRE tout comme l'ECOSANTE précise qu'il n'est pas question de tout détruire mais de s'appuyer sur des éléments du milieu pour changer de cap. Bien plus, l'approche ECOSANTE, plus encline à la recherche, va contribuer à mieux décrire les interactions qui se déroulent dans l'écosystème. Les résultats obtenus vont constituer des éléments d'aide à la décision pour mieux appliquer la GIRE.

VII-3.3.1. Scénario 3.1 basé sur les réformes législatives, réglementaires et institutionnelles

Le scénario 3.1 se base en entrée sur des réformes législatives, réglementaires et institutionnelles (Fig. 140). L'accent est donc mis dès le départ sur les modifications des textes régissant la gestion de l'eau et la restructuration ou la refonte des institutions chargées des questions liées à l'eau. Ce scénario s'appuie sur le postulat selon lequel l'application des textes bien élaborés par des services compétents constitue une garantie pour assurer une bonne gestion de l'eau. Ce scénario se fonde essentiellement sur l'aspect législatif, réglementaire et institutionnel fortement associé à des relents politiques. Ceci s'inscrit dans un cadre où l'eau est allouée à un monde politique où la logique politique domine. Le présent scénario est celui adopté actuellement par le GWP du Cameroun en ce qui concerne le programme GIRE.

Le scénario 3.1 présente l'avantage de fixer dès le départ un cadre législatif, réglementaire et institutionnel cohérent de la gestion de l'eau. Des structures vont être ainsi

créées et les acteurs vont se mouvoir sur la base des textes régissant et encadrant leurs actions. Ainsi, les missions assignées à chaque structure seront définies, les acteurs seront identifiés et les rôles seront repartis.

Ce scénario risque cependant d'être confronté aux contraintes d'ordre politique et aux habitudes des populations. En effet, concernant l'aspect politique, il se passe généralement plusieurs années entre la promulgation d'une loi et la production des textes d'application d'une part et d'autre part entre la production du texte et son application effective sur le terrain. Quand bien même les adaptations législatives et réglementaires sont effectives, les populations s'informent peu sur les différents textes régissant la gestion de l'eau. Ce scénario présente par ailleurs le risque que le processus se gripe et ne se déclenche véritablement pas, ceci à cause du manque d'une réelle volonté politique. En effet, les ministères en charge de l'eau au Cameroun ont connu plusieurs restructurations au niveau de leurs missions et de leurs organigrammes sans que cela ne parvienne à changer la manière de gérer les ressources en eau. Par ailleurs, la restructuration du cadre institutionnel de la gestion de l'eau se fait à l'échelle du pays et non du bassin versant. Ainsi, les problèmes recensés au niveau du bassin versant de l'Abiergué risquent de se perpétuer si au niveau du gouvernement central des initiatives axées au niveau local ne sont pas prises. Ce scénario dépend aussi plus ou moins du système électoral qui doit être clair et favoriser l'expression de la démocratie.

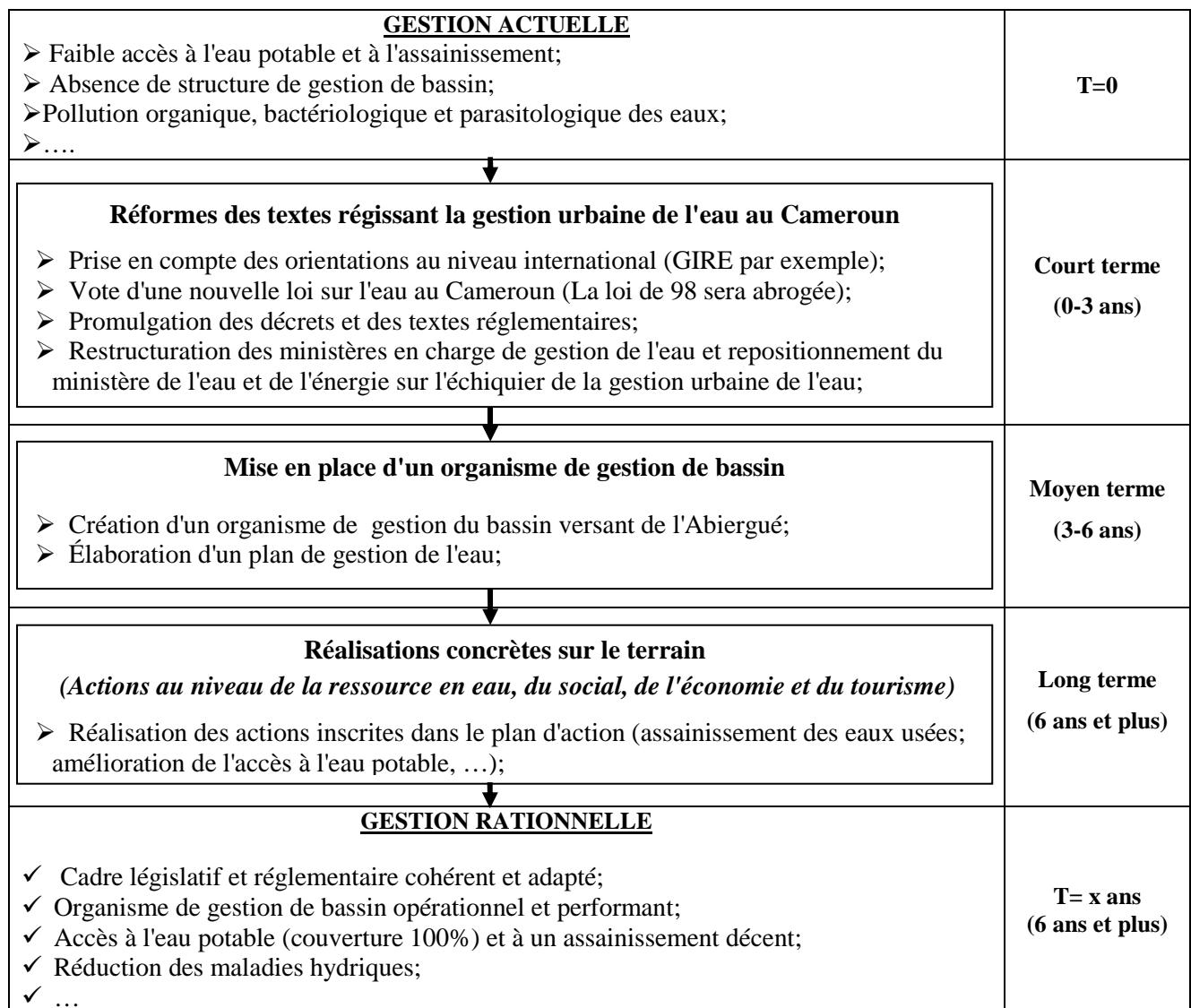


Fig. 140 : Scénario 3.1 basé sur les réformes législatives, réglementaires et institutionnelles

VII-3.3.2. Scénario 3.2 basé sur l'économie et l'amélioration du niveau de vie des ménages

Le scénario 3.2 est essentiellement basé sur les aspects socio-économiques et s'appuie sur l'idée selon laquelle la maîtrise de l'économie et l'amélioration du niveau de vie des ménages pourront structurer la gestion de l'eau. Ceci implique une amélioration du cadre économique au plan national répliqué au plan local par des investissements dans les secteurs de l'eau et l'amélioration des conditions de vie des populations. Ce scénario se conforte par ailleurs des résultats des enquêtes ménages qui avaient mis en évidence une relation nette entre le revenu du chef de ménage et les modalités d'accès à l'eau potable et à l'assainissement. Dans ce scénario, l'essentiel réside dans la croissance économique et dans le développement humain. Ce scénario met en avant l'omniprésence de l'Etat-providence.

L'économie constitue donc le point focal sur lequel repose ce scénario (Fig. 141).

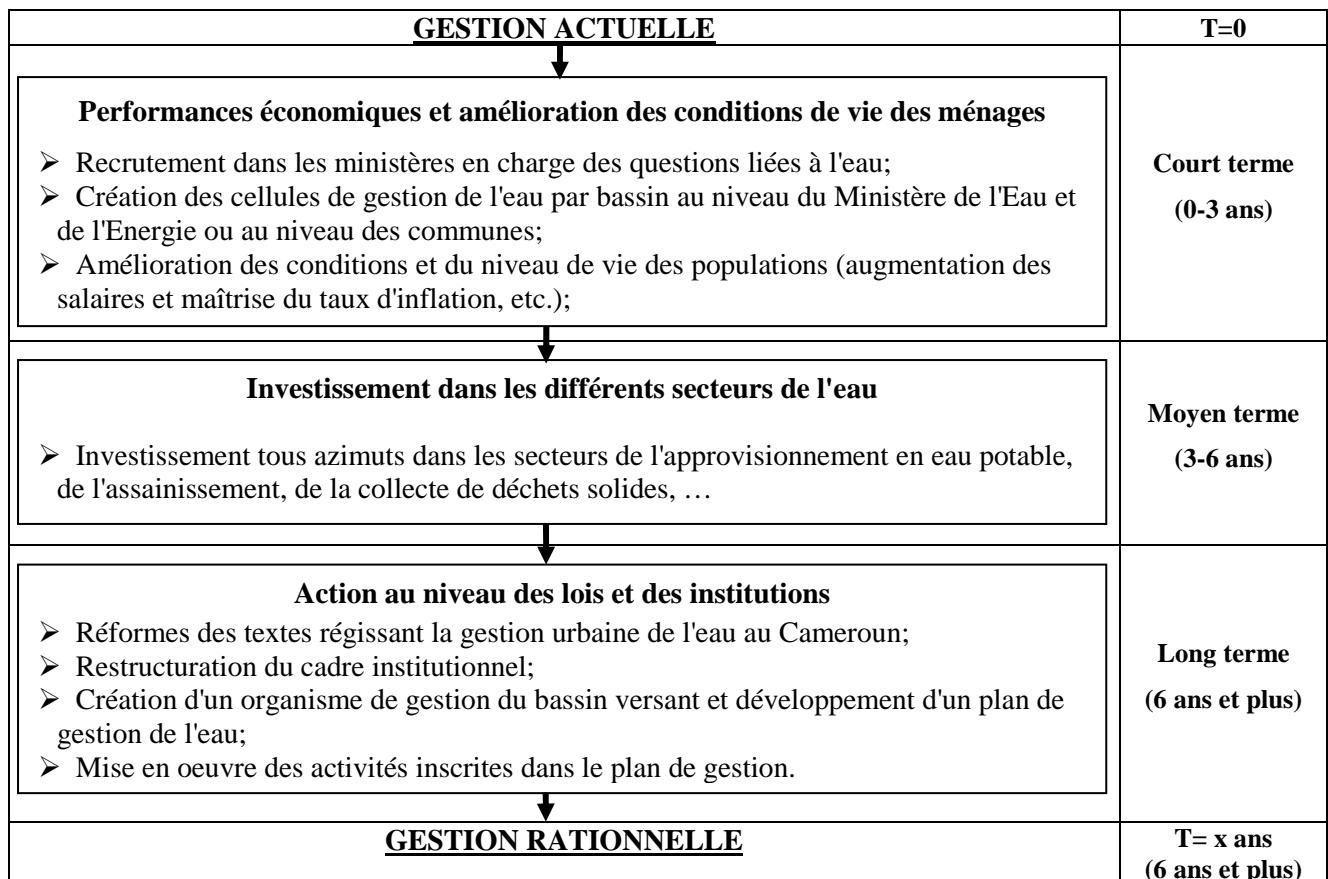


Fig. 141 : Scénario 3.2 basé sur l'économie et l'amélioration du niveau de vie des ménages

Le scénario 3.2 présente l'avantage de mettre un point d'orgue au-delà du simple aspect économique sur l'amélioration du niveau de vie des ménages en entrée. Ce scénario replace l'homme au centre de toute action liée à l'économie et recherche une cohésion entre le développement humain et la préservation des ressources en eau en particulier et de l'écosystème en général.

Le scénario 3.2 risque d'être difficile à mettre en œuvre au regard du contexte économique actuel du Cameroun. En effet, ce scénario est astreint à une relance économique marquée par une augmentation des recettes de l'Etat, une maîtrise de la dette intérieure et extérieure, une baisse significative du taux de chômage et une amélioration des conditions et du cadre de vie des populations à travers des programmes diligentés par l'Etat. De là, il est nécessaire d'indiquer que malgré l'amélioration que connaît le Cameroun depuis quelques années sur le plan macro-économique, la situation des ménages et celle de la gestion des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué n'ont pas beaucoup évolué. Ce scénario présente par ailleurs l'inconvénient de mettre en avant une gestion "top down" gouvernée par l'économie. En effet, la participation risque être biaisée avec pour corollaire la stagnation du

processus. Toutefois, il faut reconnaître qu'une action basée sur l'économie est assez subjective en ce sens qu'elle dépend des performances économiques au plan national et subsidiairement sur le plan local. Au demeurant, l'amélioration des conditions de vie des ménages ne constitue pas une garantie absolue que cela va contribuer à réduire les pressions sur les ressources en eau.

VII-3.3.3. Scénario 3.3 basé sur les ressources en eau

Le scénario 3.3 met en avant des actions prioritaires dans le domaine des ressources en eau (Fig. 142). Des activités seront menées pour restaurer la qualité de l'eau, la protéger et la préserver. L'eau des puits et des sources sont des réalités à intégrer dans le processus de la gestion durable des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué. Ce scénario requiert la mise en place d'une structure de coordination qui devra être constituée des acteurs institutionnels et non institutionnels.

Le scénario 3.3 présente l'avantage d'apporter de façon concrète et ceci à court terme des réponses aux problèmes quotidiens des populations. Les activités à mener sont plus ou moins faciles à mettre en œuvre.

Ce scénario a cependant l'inconvénient de s'appuyer sur un cadre institutionnel, législatif et réglementaire qui présente de nombreuses lacunes. Une autre contrainte concerne la structure de coordination qui doit être suffisamment représentative et disposer de solides moyens sur le plan humain, matériel et financier pour mener les différentes actions. Par ailleurs ce scénario s'attaque en entrée aux symptômes et non aux causes profondes de la mauvaise gestion de l'eau.

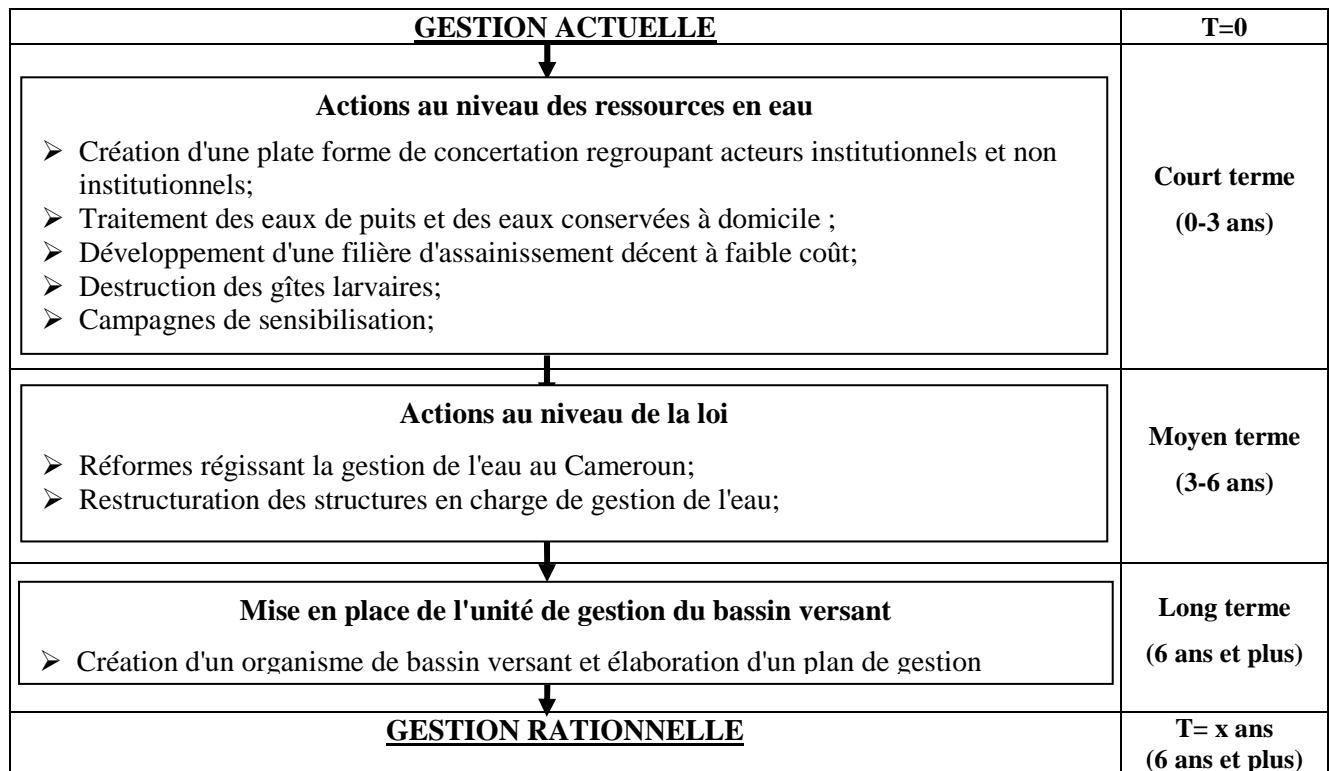


Fig. 142 : Scénario 3.3 avec à la base des actions tournées vers les ressources en eau

VII-3.3.4. Scénario 3.4 basé sur les acteurs

Ce scénario s'appuie sur les acteurs institutionnels et non institutionnels présents dans le bassin versant de l'Abiergué (Fig. 143). Ils sont à la base et au cœur du processus de ce scénario. Il est question de les mobiliser pour qu'ils puissent mettre en place un programme de gestion rationnelle des ressources en eau.

Le scénario 3.4 offre l'occasion de mobiliser les différents acteurs qui travaillent sur les questions liées à l'eau dans l'objectif d'échanger les expériences et d'harmoniser les actions à mener. Ce scénario présente également l'avantage de mettre sur pied une nouvelle forme de Partenariat-Public-Privé (PPP) qui pourra être coordonnée par les communes urbaines d'arrondissements. Les activités à mener ont de forte chance d'aboutir car elles seront basées sur un diagnostic complet réalisé à partir des données engrangées depuis plusieurs années de pratique de terrain par les associations de base, les comités de développement, les ONG et les partenaires au développement. Les comités de développement et les associations de base constituent spécifiquement les acteurs locaux sur qui repose ce processus. Leur forte présence sur le terrain constitue un atout sur lequel ce scénario s'appuie.

Le fait pour ce scénario de se baser sur les acteurs constitue un inconvénient en termes de pérennisation du processus. En effet, les agents de l'Etat peuvent être mutés à tout instant et les ONG peuvent se retirer également de la zone, ce qui pourra freiner ou tout simplement

entraîner la suspension de la dynamique engagée. Le processus se déroulant dès le départ dans l'informel, risque de s'embourber dans les tracasseries administratives et des goulots d'étranglements peuvent apparaître au niveau local et central. Il se pose par ailleurs un problème de financement lié à ce processus.

	Mobilisation des acteurs	Actions des acteurs non institutionnels au niveau des ménages et des quartiers	Actions au niveau institutionnel	
<u>GESTION ACTUELLE</u>	<p>Mobilisation des acteurs et mise sur pied d'une équipe de concertation</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Recensement de tous les acteurs (institutionnels et non institutionnels) œuvrant dans la gestion des ressources en eau; ➤ Mise sur pied d'une plate forme de concertation sous la coordination des communes urbaines d'arrondissement regroupant tous les acteurs impliqués dans la gestion de l'eau; ➤ Réalisation d'un plan d'actions; 	<p>Réalisation concrète des activités inscrites dans le plan d'actions</p> <p>(eau potable, pollution des eaux, assainissement, lutte contre les maladies hydriques, ...)</p>	<p>Encadrement par l'Etat</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Réformes des textes régissant la gestion urbaine de l'eau au Cameroun; ➤ Création d'un organisme de bassin versant et développement d'un plan de gestion de bassin versant de l'Abiergué; 	<u>GESTION RATIONNELLE</u>
T=0	Court terme (0-3 ans)	Moyen terme (3-6 ans)	Long terme (6 ans et plus)	T= x ans (6 ans et plus)

Fig. 143 : Scénario 3.4 basé sur les acteurs

VII-4. CONTRAINTES ET ATOUTS

VII-4.1. Contraintes

Des contraintes de différents ordres pourraient mettre à mal la gestion rationnelle des ressources dans le bassin versant de l'Abiergué (Tabl. 38).

Tabl. 38 : Contraintes liées à la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué

Contraintes	Eléments d'appréciation	Propositions pour y remédier
Politique	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Absence de réelle politique de gestion urbaine de l'eau; ➢ Gestion sectorielle sans aucune coordination; ➢ Inertie bureaucratique et manque de volonté politique; ➢ "Décentralisation cosmétique"; ➢ Opacité du processus électoral; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Définir une politique cohérente de gestion urbaine des ressources en eau; ✓ Créer une plate forme de concertation pour la gestion de l'eau; ✓ Rendre performant le service public; ✓ Mettre en œuvre une réelle politique de décentralisation; ✓ Clarifier tout le processus du système électoral
Foncières	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Les populations ne détiennent pas souvent le titre foncier des terrains qu'elles occupent; ➢ Dualité du droit coutumier et du droit moderne; ➢ Problème lié au déguerpissement et à la réinstallation des populations; ➢ Conflits liés au foncier; ➢ Domaine public occupé par des particuliers; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Clarification du droit foncier; ✓ Mise en place par l'Etat d'une politique sociale liée au déguerpissement; ✓ Récupérer les terrains appartenant à l'Etat; ✓ Appliquer les textes relatifs au foncier (il existe 28 textes en matière foncière repartis ainsi : 6 lois, 35 décrets lois ou ordonnances et 17 décrets)
Financières	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Financement du processus de gestion rationnelle de l'eau; ➢ Augmenter les recettes liées à l'assainissement; ➢ Générer des recettes pour la gestion de l'eau; ➢ Faiblesse des moyens financiers; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dégager des fonds au niveau de l'Initiative Pays Pauvre Très Endetté (IPPTE); ✓ Dégager de l'argent au niveau du budget de l'Etat; ✓ Application du principe Polluer Payeur; ✓ Mécanisme de collecte de recette au niveau des ménages (faire une carte d'adressage à l'avance)
Sociales	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Déguerpissement (le terrain est un patrimoine identitaire); ➢ Pauvreté des ménages qui les poussent à se tourner plus vers des questions de survie que vers celles portant sur la gestion des ressources en eau; ➢ Corruption endémique; ➢ Taux de chômage élevé; ➢ Relations sociales plus lâches; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Accompagnement social lors du déguerpissement; ✓ Améliorer le niveau de vie des ménages; ✓ Réduire significativement le taux de chômage; ✓ Lutter activement contre la corruption; ✓ Renforcer la cohésion urbaine et mener des activités pour conforter le "vivre ensemble"
Aménagement urbain	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Saturation territoriale du bassin versant; ➢ Forte colonisation des bas-fonds; ➢ Non respect du Schéma Directeur d'Aménagement Urbain; ➢ Déficit criard en infrastructures d'assainissement des eaux usées; ➢ Inefficacité et inefficience du concessionnaire principal de distribution d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ "Reconstruire la ville sur la ville" ✓ Elaboration d'un nouveau schéma directeur d'aménagement urbain; ✓ Aménagement des STEP de type lagunage; ✓ Renforcement des capacités de production et de distribution d'eau potable par le concessionnaire principal
Scientifique	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Peu de données sur les ressources en eau et sur les projets liés à l'eau dans la zone; ➢ Recherche inopérante; ➢ Absence d'une norme nationale pour le suivi de la qualité de l'eau; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Monitoring de la qualité de l'eau; ✓ Multiplier des études sur les ressources en eau dans cette zone; ✓ Etablir des normes en ce qui concerne les ressources en eau
Gouvernance urbaine	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Nomination du délégué du gouvernement; ➢ Dilution du pouvoir des maires; ➢ Politique du " haut vers le bas " où les populations ne sont pas associées aux projets dans leurs régions; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La communauté urbaine peut être une plate forme de coordination de l'aménagement de la ville avec une présidence tournante d'un an pour l'un des 7 maires de Yaoundé; ✓ Mettre en place des canaux de concertation
Légal, réglementaire et institutionnel	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Non cohérence des lois et des textes sur l'eau; ➢ Pas de code de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Voter des lois cohérentes
	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Texte fragmentaire et inadapté au contexte ➢ Multiplicité des acteurs qui ne sont pas véritablement actifs sur le terrain; ➢ Rôle du MINEE est fortement dilué en ce qui concerne la gestion urbaine de l'eau; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Produire des textes adaptés ✓ Réduire le nombre d'acteurs et recentrer le rôle du MINEE en matière de gestion urbaine de l'eau
Coopération internationale	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Jeu trouble des institutions financières internationales : Les orientations au niveau international sont souvent imposées au pays (cas de la privatisation du service de l'eau potable). ➢ Non respect des engagements internationaux; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Les orientations internationales doivent s'arrimer au politique nationale en matière d'eau ✓ Nécessité de prendre des dispositions pour mettre en œuvre les engagements pris au niveau international;
Environnemental	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Forte pollution des eaux, sols et cultures maraîchères; ➢ Catastrophes liées à l'eau; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Restauration de la qualité de l'eau et des sols; ✓ Réduire les catastrophes se rapportant à l'eau
Sanitaire	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Endémicité des maladies hydriques. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lutter activement contre les maladies hydriques.

Ces multiples contraintes constituent des épées de Damoclès sur la tête de la gestion rationnelle de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué. Elles structurent un cadre fertile de pressions croissantes sur les ressources en eau et mettent à mal toute idée de gestion

rationnelle de l'eau dans cette zone. Cependant, quelques éléments positifs existent et pourraient permettre de changer de cap.

VII-4.2. Atouts

Le bassin versant de l'Abiergué présente malgré les multiples contraintes recensées quelques atouts (Tabl. 39) nécessaires pour une gestion rationnelle des ressources en eau.

Tabl. 39 : Atouts liés à la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué

Atouts	Eléments d'appréciation
Situation géographique confortable	Le bassin versant de l'Abiergué est situé entre les arrondissements de Yaoundé II, VI et VII. Il existe donc une possibilité de mobiliser plus de ressources humaines et de moyens financiers et matériels.
Arsenal juridique, réglementaire et juridique	Les textes de bases actuellement en vigueur peuvent être améliorés.
Forte présence des associations de base et des comités de développement	Acteurs pouvant impulser une dynamique de gestion rationnelle des ressources en eau.
Processus de décentralisation	Le développement est décidé à l'échelle locale. Les réalités locales sont prises en compte dans la gestion de l'eau. Le processus de décentralisation peut servir de courroie de passage d'une gestion au niveau central à une gestion par bassin.
Réactivation de la filière de traitement des eaux	Réhabilitation de la STEP de la Cité-Verte.
Site collinaire	Site pouvant se prêter à un bon aménagement urbain pour peu qu'on s'y prenne correctement.
Proximité des locaux abritant le Ministère de l'Eau et de l'Energie (MINEE)	Possibilité d'y mener une action pilote concernant la GIRE. Les gestionnaires du bassin versant de l'Abiergué peuvent bénéficier d'un appui direct de la part des agents du MINEE.
Locaux abritant le Centre de Recherches Hydrologiques (CRH) se trouvent dans le bassin versant de l'Abiergué	Structure de recherche pouvant mener ou appuyer des programmes de recherche et de développement en lien avec l'eau.
Relance des activités économiques au niveau national	Possibilité d'améliorer le revenu des chefs de ménage d'une part et de mobiliser des moyens financiers pour la gestion de l'eau d'autre part.
Appui des partenaires bilatéraux et multilatéraux	Des projets ont été financés dans le bassin versant de l'Abiergué par des partenaires bilatéraux ou multilatéraux.
Population jeune et scolarisée	Population pouvant facilement assimiler les différents aspects liés à la gestion rationnelle des ressources en eau.
Augmentation des effectifs au sein des ministères à la faveur du dernier recrutement massif de jeunes dans la fonction publique	Les jeunes ainsi recrutés pourront apporter une dynamique nouvelle dans le secteur de la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué.
Développement du maraîchage dans les bas-fonds de Nkolbisson	Possibilité de réutiliser des eaux usées traitées pour produire des aliments.

Ces différents atouts constituent des points positifs sur lesquels le processus de la gestion rationnelle des ressources en eau pourra s'appuyer pour progresser. Ils constituent des points d'ancrage ou des catalyseurs du processus. Ils ne sauraient contrecarrer les aspects négatifs qui sont si prégnants. Ils amènent cependant à penser qu'une autre issue moyennant l'exploitation de ces atouts peut être donnée à la gestion des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué.

VII-5. QUEL SCÉNARIO CHOISIR?

VII-5.1. Analyse avec la grille Succès-Echecs-Potentialités-Obstacles (SEPO)

L'analyse du contexte global de la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué en lien avec les scénarios proposés, ceci à l'aide de la grille SEPO (Fig. 144) permettra de dégager le scénario optimal pour une gestion rationnelle. Cette analyse prend intègre les éléments du passé (échecs et succès) et se projettent vers l'avenir en prenant en compte les obstacles et les potentialités.

Le scénario optimal repose en premier sur le choix du niveau pertinent où il est nécessaire d'agir. En cela, au regard de contexte global de la gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué et sur la base du cadre socio-politique, économique, environnemental et culturel de la zone, le scénario optimal devra reposer sur les acteurs. En effet, les acteurs institutionnels et non institutionnels sont appelés à fédérer leurs forces pour implémenter une gestion rationnelle des ressources en eau dans cette zone. L'action ainsi engagée par ces derniers pourra se développer sous la coupole des CUAY II, VI et VII. Les autres composantes (économie, loi, ...) nécessaires pour une gestion rationnelle des ressources en eau seront intégrées progressivement. Il serait à ce propos hasardeux de fonder le scénario optimal sur l'économie ou encore sur la refonte du cadre législatif, réglementaire et institutionnel. En ceci, l'amélioration des performances économiques au niveau national ou au niveau local ne constitue pas une garantie sur laquelle on pourrait s'appuyer pour mieux gérer les ressources en eau; le lien direct entre performances économiques et bonne gestion de l'eau étant fortement mis à l'épreuve de la corruption et des détournements de fonds publics. Par ailleurs, l'option basée sur la refonte du cadre législatif, réglementaire et institutionnel serait fastidieuse car toute la procédure liée à la promulgation des lois est assez longue. Il faudra par ailleurs au regard du contexte actuel attendre plusieurs années pour voir des textes d'applications être signés. Au demeurant, bien que promulguées, il est nécessaire de rappeler que les lois sont difficilement applicables et sont peu respectées par les populations.

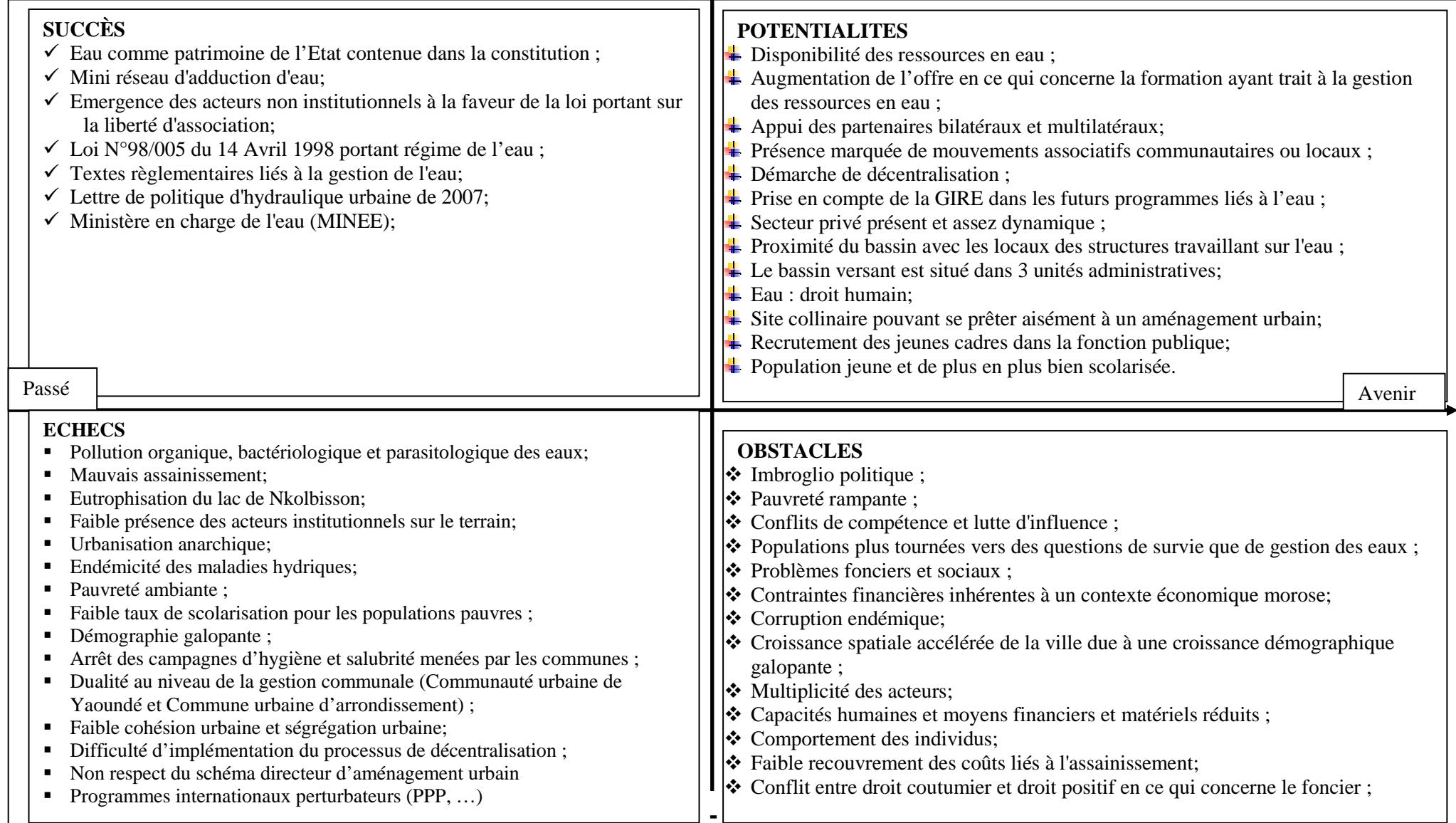


Fig. 144 : Analyse selon le modèle SEPO de la gestion rationnelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué

VII-5.2. Scénario optimal

En adossant les différents scénarios sur la grille d'analyse SEPO, il ressort que le scénario optimal se trouve à l'intersection des scénarios 3.1, 3.2 et 3.3 avec à la base le scénario 3.4. La stratégie (Fig. 145) qui puisse être favorable découlera d'une combinaison de ces différents scénarios. En effet, les éléments sur lesquels reposent ces différents scénarios sont importants dans le cadre d'une gestion rationnelle des ressources en eau. Le défi réside dans la capacité à réaliser une intégration séquentielle des différentes actions au niveau des acteurs et de la collectivité, de la ressource, de la santé, de l'économie, ... C'est donc plus une question de méthode et d'organisation.

"Élément ou évènement déclencheur"

- Evènements douloureux : catastrophes naturelles (inondation, glissement de terrain), épidémie sévère de choléra ou de tout autre maladie hydrique;
- Mise en œuvre de la décentralisation par les communes urbaines d'arrondissements



Court terme (0-3 ans)

- Recensement des différents acteurs (institutionnels et non institutionnels) de la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué;
- Mise sur pied d'une unité de concertation;
- Diagnostic participatif et planification pilote;
- Action au niveau des ressources (santé environnementale) et des maladies hydriques (santé humaine);



Moyen terme (3-6 ans)

- Evaluation à mi-parcours et réajustement en cas de besoin;
- Réforme du cadre législatif, réglementaire et institutionnel de la gestion de l'eau au Cameroun; *(Prise en compte des premiers résultats de l'expérience du bassin versant de l'Abiergué)*



Long terme (6 ans et plus)

- Reconnaissance légale, validation et consolidation de l'unité de gestion du bassin versant de l'Abiergué;
- Elaboration du plan de gestion des ressources en eau

Fig. 145 : Scénario optimal de gestion rationnelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué

C'est donc la combinaison d'une suite d'actions impulsées à la base par les acteurs œuvrant dans le domaine de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué qui permettra d'améliorer la gestion des ressources en eau. Les acteurs constituent donc la clé de voûte du système. Réunis autours d'une équipe de concertation, leurs actions seront dirigées en entrée vers les ressources en eau et les maladies hydriques qui constituent des priorités dans la zone.

VII-5.3. Arrimage de l'étude à la stratégie nationale GIRE

Cette étude s'inscrit parfaitement dans le programme national GIRE, lancé au Cameroun en Octobre 2005 par le MINEE et le Global Water Partnership. Elle pourra servir de document de travail et d'éléments d'aide à la décision (Fig. 146). La première phase de ce programme a abouti en 2010 à la production d'un document de diagnostic de la gestion de l'eau au Cameroun. La prochaine étape consiste à réformer le cadre législatif, règlementaire et institutionnel. Parallèlement, il est question d'élaborer le Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE) qui contiendra les projets GIRE qui seront par la suite mise en œuvre. Dans le cadre de cette démarche, le bassin versant de l'Abiergué pourra jouer le rôle de bassin versant élémentaire pilote. Cette étude rentre donc parfaitement dans la planification stratégique du programme GIRE au Cameroun et offre une autre alternative dans l'évolution séquentielle de ce programme.

Les deux premières étapes (court et moyen terme) du scénario optimal se termineront en 2020 si la phase d'implémentation de cette étude est lancée en 2014. Elle s'inscrit parfaitement dans le courant politique actuel qui souhaiterait que le Cameroun devienne pays émergent en 2035. Cette étude s'inscrit donc parfaitement dans une déclinaison local d'un programme national.

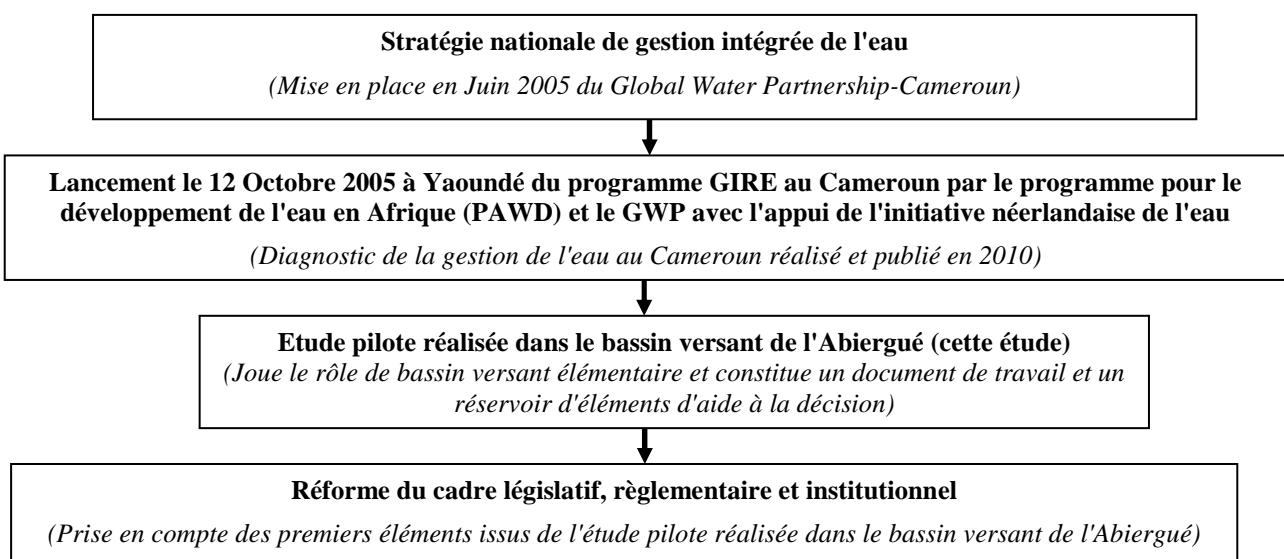


Fig. 146 : Intégration de cette étude dans la stratégie nationale de GIRE au Cameroun

VII.6. SYNTHESE DES ELEMENTS LIES A CETTE ETUDE

Tous les éléments relatifs au cycle de la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué s'inscrivent dans une matrice intégrant le passé (causes de la mauvaise gestion actuelle des ressources en eau), le présent (conséquences) et le futur (stratégie). Elle est structurée dans une démarche combinant Forces motrices-Pressions-Etats-Impacts-Réponses (DPSIR; Fig. 147).

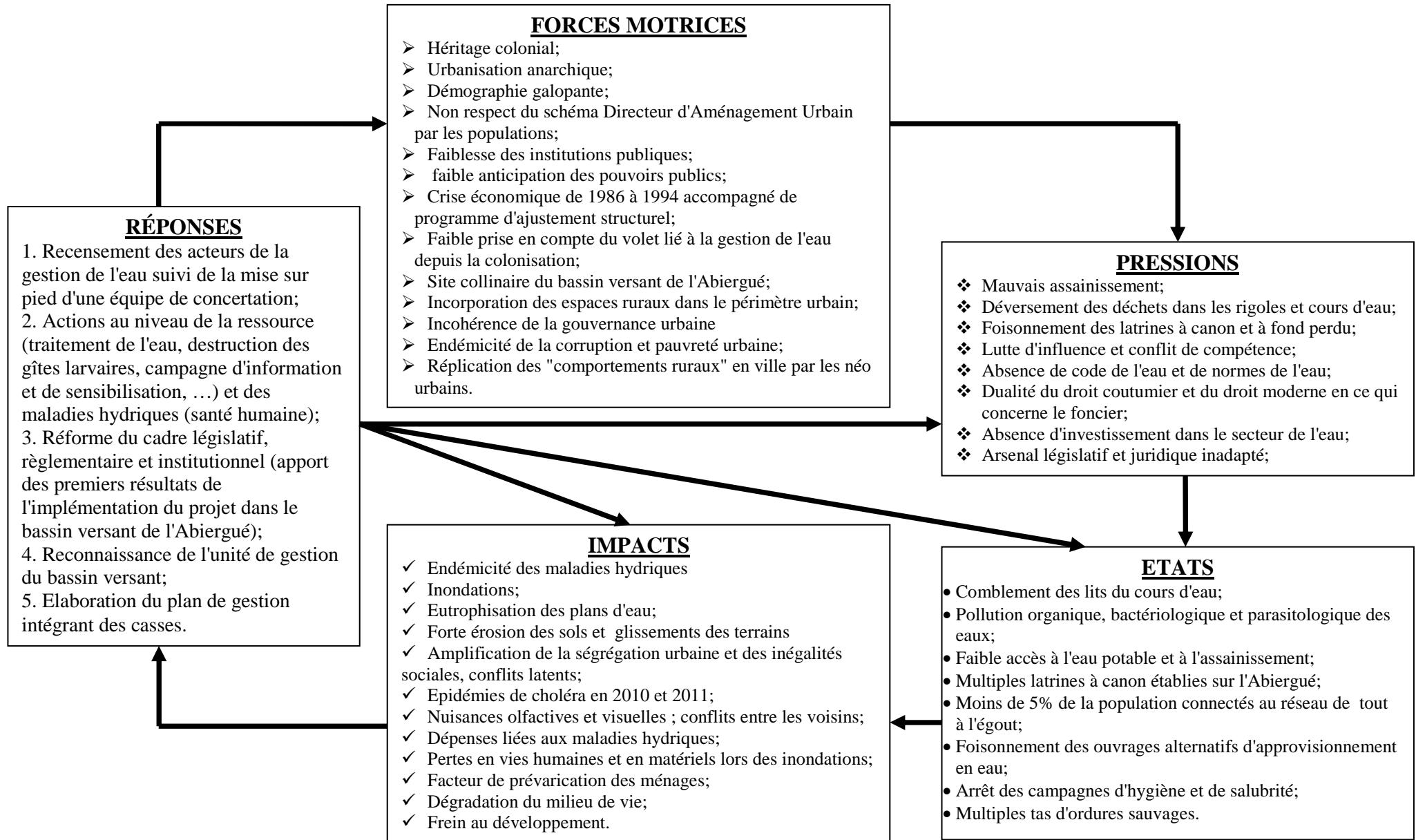


Fig. 147 : DPSIR de la gestion des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué

CONCLUSION

Divers scénarios ("laisser faire", "destruction du bâti" ou des scénarios basés sur la GIRE et ECOSANTE) ont été développés par rapport à la mise en évidence d'une gestion approximative des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué. La solution optimale voudrait qu'on commence par mobiliser les acteurs de la gestion de l'eau qui vont ensuite agir de manière consensuelle sur les ressources en eau et sur les maladies hydriques. Les premiers résultats vont alimenter la procédure de réforme des textes et des institutions qui aboutira à terme à la reconnaissance des unités de gestion des bassins versants comme structure de gestion de l'eau sur la base des plans de gestion. Ce plan devra intégrer des casses. Cette stratégie présente des gages de succès malgré des contraintes relevant du foncier, de la corruption, de la gouvernance urbaine et des influences "exogènes". L'étude s'arrime par ailleurs parfaitement à la stratégie nationale GIRE.

CONCLUSION GENERALE

La problématique de la gestion durable des ressources en eau dans les villes des PED constitue un sujet prioritaire à l'agenda des politiques nationales et internationales. En effet, les questions liées à l'eau dans les zones urbaines des PED représentent un défi majeur pour le développement de ces entités urbaines.

L'étude sur la problématique de la gestion de l'eau dans les zones urbaines des PED a fait l'objet d'importants travaux de la communauté scientifique, la plupart à connotation sectorielle. Ce sont généralement des études de cas développés par différents chercheurs de disciplines variées. Peu d'études ont été réalisées suivant une vision holistique.

Ces constats ont justifié la mise en œuvre de la présente étude dont l'objectif était de faire une radiographie de la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué afin de proposer des scénarios pour une gestion rationnelle et durable. La thèse que nous avons donc argumentée était celle de démontrer que la gestion approximative des ressources en eau en cours depuis quelques décennies dans le bassin versant de l'Abiergué est le résultat d'une agrégation de facteurs historiques, socio-économiques, politiques, mésologiques et culturels et qu'il est possible malgré la complexité du contexte de rendre cette gestion rationnelle en appliquant une stratégie cohérente. Cette étude s'appuie sur la trilogie "comprendre, analyser, prévoir".

Pour cela, la démarche méthodologique adoptée s'est appuyée sur les concepts de la GIRE et de l'ECOSANTE. Elle a permis de générer une discipline virtuelle où ont été mobilisées l'hydrologie et l'hydrogéologie, la sociologie, les sciences biologiques et médicales, la géomatique, les sciences environnementales et de gestion.

Tous les signaux relatifs à la gestion des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué sont au rouge et se déclinent sous les formes suivantes : absence de structure de gestion, pollution des ressources en eau, faible accès à l'eau potable et à l'assainissement, eutrophisation du lac de Nkolbisson, recrudescence des maladies hydriques, inondations, Toutes ces différentes lacunes sont des symptômes d'une mauvaise gestion des ressources en eau qui plonge ses racines dans une combinaison de facteurs endogènes et exogènes, actuels et anciens. La gestion approximative ou la mauvaise gestion des ressources en eau contribue à la paupérisation des ménages et représente un important frein au développement du bassin versant de l'Abiergué en particulier et de Yaoundé en général. La mauvaise gestion de l'eau constitue par ailleurs le reflet d'une crise de la gouvernance urbaine. L'eau est, selon le mot de

Claudel, notre "appareil à regarder le temps" et les temps qui courent la soumettent à rude épreuve (surexploitation, pollutions...) dans le bassin versant de l'Abiergué. La situation est critique et pousse à une démarche prospective pour changer de cap. Il est important de noter à ce propos que l'avenir d'une zone urbaine réside dans sa capacité à gérer ses ressources en eau.

C'est dans cette optique, que des scénarios de gestion ont été développés suivant trois pôles : "statut quo", "destruction du bâti" et scénarios basés sur la GIRE et ECOSANTE. La stratégie probable réside dans la combinaison des différents scénarios avec à la base la mobilisation des acteurs suivie des actions sur les ressources en eau et la santé (maladies hydriques) et enfin l'incorporation des autres aspects sur la base des pratiques de terrain. C'est un processus dynamique assez flexible pour tenir compte des incertitudes. Malgré les atouts que regorgent le bassin versant de l'Abiergué, de nombreuses contraintes existent et pourront saper le processus. Dans ce contexte, la volonté politique et l'implication des parties prenantes demeurent des conditions préalables indispensables à la mise en œuvre de ces stratégies. "Le temps des solutions", thème du forum mondial de l'eau (Marseille, 2012) invite à l'action au regard de l'urgence de la situation malgré le poids du foncier, des moyens financiers, de la gouvernance urbaine et de la corruption.

Au terme de cette étude, des perspectives s'ouvrent pour la suite du travail à réaliser :

- Etudier les interactions entre les différents acteurs dans le processus de mise sur pied de l'unité de gestion de l'eau et de la GIRE;
- Approfondir la démarche combinant les approches GIRE et ECOSANTE dans les questions de santé, environnement, réduction de la pauvreté et du développement durable dans les villes des PED;
- Estimer le poids économique de la mauvaise gestion des ressources en eau dans les villes des PED;
- Croiser la gouvernance locale ou la gouvernance nationale à la gestion de l'eau dans les PED;
- Réaliser le monitoring de la qualité de l'eau et préciser les processus hydrogéochimiques qui se déroulent concrètement dans les aquifères;
- Approfondir la dualité comprenant la gouvernance politique et la gestion urbaine de l'eau dans les PED;
- Développer des indicateurs pertinents pouvant permettre de suivre et d'évaluer les progrès réalisés dans la gestion des ressources en eau dans les villes des PED;

- ➡ Mener une étude pilote dans le bassin versant de l'Abiergué afin d'apprendre par l'action (GWP, 2000).

Les hypothèses posées en entrée dans le cadre de cette étude ont été vérifiées et l'objectif assigné à ce travail a été atteint. La présente étude constitue une contribution à la problématique de la gestion urbaine des ressources en eau dans les PED. Bien que développé dans le bassin versant de l'Abiergué (Yaoundé), les résultats revêtent un caractère universel étant donné la généralisation de la problématique étudiée à la plupart des villes des PED. Les scénarios développés ici pourraient donc à cet effet être implantés moyennant une adaptation au contexte environnemental, socio-économique et culturel propre à la région, à des bassins versants urbains dans d'autres PED.

Cette étude a aussi le mérite d'avoir couvert aussi bien les zones urbaines que périurbaines. Elle a à ce propos posé toute la problématique de la gestion des ressources en eau dans le cadre d'une périurbanisation non planifiée. Ce mouvement de périurbanisation constitue d'ailleurs à l'échelle de la planète un des défis majeurs à relever dans les années à venir au sein de nouveaux espaces de développement entre les villes et les campagnes.

BIBLIOGRAPHIE

ABDELAZIZ S., FREDJ C., FOUED S. et SÂADI A. (2007). Hydrologie et qualité des eaux de la nappe de Grombalia (Tunisie Nord-Orientale). *Sciences et changements planétaires. Sécheresse.* Vol 15, N°2, 159-166.

ABDERAMANE H. et Razack M. (2013). Le système aquifère de Chari Baguirmi (République du Tchad). Caractérisation hydrodynamique du système en vue de sa gestion durable. *Actes du 5^{ème} colloque international « Ressources en eau et développement durable ».* 24-25 Février 2013, Alger (Algérie). PP. 98-127.

ABOULKACEM A., CHAHLOUI A., SOULAYMANI A., RHAZI-FILALI F. et BENALI D. (2007). Etude comparative de la qualité bactériologique des eaux des Oueds Boufekrane et Ouislane à la traversée de la ville de Meknès (Maroc). *Remise, Vol. 1, N° 1.* PP. 10-22.

AFFELTRANGER B. et LASSERRE F. (2003). La gestion par bassin versant : du principe écologique à la contrainte politique - le cas du Mékong. *VertigO, la Revue électronique en sciences de l'environnement,* Vol 4, No 3, 12P.

AGENCE FRANÇAISE DE SECURITE SANITAIRE ENVIRONNEMENTALE- AFSSE (2004). Rapport de la commission d'orientation du plan national Santé-Environnement. *Rapport du 12 février 2004,* Co-Présidents : Moras I., Caillard JF., Lesaffre B., 246 p.

AGHAINDUM AJEAGAH G., NJINE T., NOLA M., FOTO MENBOHAN S. ET WOUAFO NDAYO M. (2007). Evaluation de l'abondance des formes de résistance de deux protozoaires pathogènes (*Giardia sp* et *cryptosporidium sp*) dans deux biotopes aquatiques de Yaoundé (Cameroun). *Cahiers Santé.* Vol 17, N°3. PP. 167-172.

AGHZAR N., BERDAI H., BELLOUTI A. et SOUDI B. (2002). Pollution nitrique des eaux souterraines de Tadla (Maroc). *Revue des Sciences de l'Eau / Journal of Water Science.* Vol. 15, N°2. PP. 459-492.

AKE G. E., DONGO K., KOUADIO BOYOROSSO H., DIBI B., SALEY M. B. et BIEMI J. (2009). Contribution des méthodes de vulnérabilité intrinsèque DRASTIC et GOD à l'étude de la pollution par les nitrates dans la région de Bonoua (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). *European Journal of Scientific Research,* Vol. 31, N°1. PP. 157-171.

ALLASSAN B.-M. (1994). Etude de la pollution bactériologique de la nappe phréatique à partir d'une latrine en Afrique Subtropicale. *Thèse de Doctorat, N°1276. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Suisse).* 251P.

ALI F. (2010). Development of water stress index as a tool for the assessment of water stress areas in the metropolitan Jakarta. *In: 16th Annual International Sustainable Development Research Conference, Hong Kong.* www.kadinst.hku.hk/sdconf10/Papers PDF/p551.pdf.

AOUIJ M. (2000). Le droit de l'eau potable en Tunisie. Points Pays.
http://www.waternunc.com/fr/Point_pays_Tunisie01.php#droitQ Consulté le 12 Mars 2012.

ASSAKO ASSAKO R. J. (2012). A propos de l'opération de l'embellissement de Yaoundé, Capitale d'Afrique Centrale. *Les Cahiers d'Outre-Mer. [En ligne], 259 / Juillet-Septembre 2012, mis en ligne le 01 juillet 2015, consulté le 13 février 2013. URL : http://com.revues.org/6652 ; DOI : 10.4000/com.6652.*

BAHIR M., MENNANI A., JALAL M. et FAKIR Y. (2003). Impact de la sécheresse sur les potentialités hydriques de la nappe alimentant en eau potable la ville d'Essaouira (Mogador, Maroc). *Sciences et Changements Planétaires / Sécheresse. Vol. 13, N°1. Notes méthodologiques.*

BAKARI M. S. (2006) Assainissement à Nouakchott. *Article publié au quotidien Horizons.* Nouakchott, Mauritanie. 6P.

BANQUE INTERAMÉRICAINE DE DÉVELOPPEMENT (2012). Eau : une ressource menacée en Amérique latine et dans les Caraïbes. Fiche d'information Eau. (www.iadb.org) / Banque Interaméricaine de Développement.

BARBIER C., GIRAUD P.N., RUET J. et ZERAH M.H. (2007). L'accès aux services essentiels dans les pays en développement au cœur des politiques urbaines. *Analyses N°04/2007/ Entreprises et Biens Publics. Institut du Développement Durable et des Relations (IDDRI). Paris (France).* 22P.

BARRAQUE B. (2001). Les enjeux de la Directive Cadre sur l'eau de l'Union Européenne. *Metropolis / Flux. Vol. 4, N°6.* PP. 70-75.

BARRAQUE B. (2008a). L'eau doit rester une ressource partagée. *La recherche, n°421, juillet-août.*

BARRAQUE B., FORMIGA-JOHNSSON R.M., BRITO A.L.N.P. (2008). The development of water services and their interaction with water resources in European and Brazilian cities. *Hydrology and Earth System Sciences. Vol. 12.* PP. 1153-1164.

BARRAQUE B. (2008b). Gestion intégrée et participative des ressources en eau: une perspective de sciences sociales. *Résumé.* 1P.

BARRIE S. (2006). Evaluer les risques. *L'Observateur de l'OCDE. N°254.* 2P.

BEMMO N., NJINE T., NOLA M. et NGAMGA D. (1998). Techniques utilisées au niveau des quartiers périurbains pour l'évacuation des eaux usées et excréta humains. Proposition des systèmes appropriés (Yaoundé, Cameroun). *Rapport final. Action de recherche N°4. Programme Alimentation en eau potable dans les quartiers périurbains et les petits centres.* 121 P.

BEN KABOUR B. et ZOUHRI L. (2005). Caractérisation hydrochimique et bactériologique des eaux souterraines : bordure méridionale du bassin du Rharb (Maroc). *Hydrological sciences journal.* Vol 50, N°6, PP. 1137-1149.

BIED-CHARRETON M., MAKKAOUI R., PETIT O. et REQUIER-DESJARDINS M. (2004). La gouvernance des ressources en eau dans les pays en développement. *Cahiers du Centre d'Economie et d'Ethique pour l'Environnement et le Développement (France).* N° 1. 43 P.

BOCQUIER P. (2005). World Urbanization Prospects : an alternative to the UN model of projection compatible with the mobility transition theory. *Demographic Research* 12(9), en ligne sur www.demographic-research.org

BOUHOUM K., AMAHMID O., HABBARI KH. ET SCHWARTZBROD J. (1997). Devenir des oeufs d'helminthes et des kystes de protozoaires dans un canal a ciel ouvert alimenté par les eaux usées de Marrakech. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, Volume 10, numéro 2.* PP. 217-232.

BOPDA A. (2003). Yaoundé et le défi camerounais de l'intégration. À quoi sert une capitale d'Afrique tropicale ? *Paris, CNRS Editions*, 422 p.

BORREGO A.F. et P. ROMERO (1982). Study of the microbiological pollution of a Malaga littoral area II. Relationship between fecal coliforms and fecal streptococci. *VIe journée Etudes Pollutions, Cannes (France).* PP. 561-569.

BOTTON S. (2005). Privatisation des services urbains et desserte des quartiers défavorisés : Une responsabilité sociale en partage. Le cas des services d'eau et d'assainissement, d'électricité et de télécommunications dans les quartiers 'carenciados' de l'agglomération de Buenos Aires (Argentine) de 1991 à 2004. *Thèse de Doctorat. UFR Sociologie. Université Marne-La-Vallée.* 529P.

BOUDOUKHA A., BENCER S., LAHBARI N., TIRI A. et BOUGUERNE A. (2006). Impact de l'agriculture et des formations salifères sur la qualité des eaux souterraines : cas de l'aquifère superficiel de Ain Djacer (Est Algérien). *LARHYA, Univ. de Batna, Algérie.* 11P.

BOU SAAB H., NASSIF N., EL SAMRANI A. G., DAOUD R., MEDAWAR S. et OUAÏNI N. (2007). Suivi de la qualité bactériologique des eaux de surface (rivière Nahr Ibrahim, Liban). *Revue des Sciences de l'Eau.* Vol. 20, N°4. PP. 341-352.

BRIAND A. et LEMAÎTRE A. (2004). Privatisation de la distribution de l'eau potable en Afrique : une aubaine ? *Journée d'études : Les Territoires de l'Eau. Vendredi 26 mars 2004.* 22P.

BRUEIL L. (2004). Renouveler le Partenariat Public-Privé pour les services d'eau dans les pays en développement. Comment conjuguer les dimensions contractuelles, institutionnelles et participatives de gouvernance. Thèse de Doctorat. Ecole Nationale de Génie Rurale, des Eaux et Forêts, Centre de Paris (France). 321 P.

BURTON J. (2003). La Gestion intégrée des ressources en eau par bassin – Manuel de formation. Institut de l'Energie et de l'Environnement de la Francophonie. 260 P.

BUTTERWORTH J. and SOUSSAN J. (2001). Water Supply and Sanitation and Integrated Water Resources Management: why seek better integration? Prepared for WHIRL project workshop on 'Water Supply & Sanitation and Watershed Development: positive and negative interactions', Andhra Pradesh, India, 5-14 May 2001. 17P.

http://www.nri.org/WSSIWRM/Reports/Working_papers/WHIRL%20working%20paper%202_final.pdf

CAP-NET/PARTENARIAT MONDIAL POUR L'EAU (2005). Plans de gestion intégrée des ressources en eau. Manuel de formation et guide opérationnel. *Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD).*

CENTRE COMMUN DE RECHERCHE (2003). Végétation du Sud Cameroun. *Commission Européenne.* 1 Carte.

CENTRE DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT INTERNATIONAL-CRDI (2012). L'écosanté porte fruit. La santé en milieu urbain. *Programme Ecosystème et santé humaine.* 4p.

http://www.idrc.ca/FR/Programs/Agriculture_and_the_Environment/Ecosystem_Approaches_to_Human_Health/Documents/l-ecosante-porte-fruit.pdf consulté le 4 Juin 2013.

CHALBAOUI M. (2000). Vulnérabilité des nappes superficielles et sub-affleurantes du Sud-Ouest tunisien. *Science et changements planétaires / Sécheresse.* Vol. 11, N° 2. PP. 85-91.

CHALINE C. (2001). L'urbanisation et la gestion des villes dans les pays méditerranéens. Evaluation et perspectives d'un développement urbain durable. Document préparé pour la réunion méditerranéenne sur "Gestion des villes et développement durable", Barcelone, 3-5 Septembre 2001. 46P.

CHIPPAUX J.P., HOUSSIER S., GROSS P., BOUVIER C. et BRISSAUD F. (2002). Etude de la pollution de l'eau souterraine de la ville de Niamey, Niger. *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, 94, 2, PP. 119-123.

CISSE I., FALL S. T., BADIANE M., DIOP Y, DIOUF A. (2006). Horticulture et usage des pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal. *ISRA/LNERV, EISMV, LACT / Faculté de Médecine Pharmacie/UCAD, document de travail Ecocité n°8, www.ecocite.org*, 14 p.

CLAUDE BERNARD (1865). Introduction à l'étude de la médecine expérimentale. *Reéd. Flammarion*. 412p.

COLLIGNON B., TAISNE R. et SIE KOUADIO J.M. (2000). Water and sanitation for the urban poor in Ivoiry Coast. Water and SanitationProgram (WSP) - Hydroconseil. 32 P.

COMMISSION EUROPEENNE (1999). Vers une gestion durable des ressources en eau, une approche stratégique. *Communautés européennes (Office de publication officielle)*. Luxembourg. 352p.

COMMISSION EUROPEENNE (2009). Biens et services écosystémiques. Office des publications. Union Européenne. 4 P.

COMMISSION MIXTE INTERNATIONALE DES GRANDS LACS (1988). Accord de 1978 relatif à la qualité de l'eau dans les grands lacs, tel que modifié par le protocole signé le 18 Novembre 1987. *Commission Mixte Internationale des Etats Unis et du Canada*. 1988.

COMPAORE G. (1993). Dynamique urbaine et problèmes environnementaux à Ouagadougou, Burkina Faso. *Berichte des Sonderforschungsbereichs 268, Bd. 1, Frankfurt a. M. PP. 33-45*

CONSEIL MONDIAL DE L'EAU (2000). Commission mondiale sur l'eau pour le XXI^e siècle. Rapport au forum de la Haye, Marseille.

CORCORAN, E., NELLEMANN, C., BAKER, E., BOS, R., OSBORN, D. and SAVELLI, H. (Eds). (2010). Sick Water? The Central Role of Wastewater Management in Sustainable Development. A Rapid Response Assessment. The Hague, UN-Habitat/UNEP/GRID-Arendal.

COSGROVE W. J. and RIJSBERMAN F. R. (2000). World Water Vision – Making Water Everybody's Business. *World Water Council*, Earthscan publication. 108 p.

DARMANE K. et POTTER R. B. (2009). Gestion de la rareté de l'eau à Amman : rationnement de l'offre et pratiques des usagers. *ERES / Espaces et Sociétés*. N°139. PP.71-89.

DASYLVA S., COSANDEY C., SAMBOU S. (2004). Acuité des problèmes liés à l'eau et nécessité d'une gestion "intégrée" des eaux pluviales dans le domaine des sables dunaires de la région de Dakar. *Actes du colloque "Développement durable : leçons et perspectives". 1-4 Juin 2004, Ouagadougou (Burkina Faso)*. PP. 57-65.

DELOLME H., BOUTIN J. P. et ANDRE L. J. (1992). Eau douce et pathologie. *Médecine d'Afrique Noire*, 39 (3). PP. 165-170.

DERRADJI F., BOUSNOUBRA H., KHERICI N., ROMEO M. et CARUBA R. (2007). Impact de la pollution organique sur la qualité des eaux superficielles dans le Nord-Est Algérien. *Sécheresse*, Vol. 18, N°1. PP. 23-27.

DERRON (2004). Géochimie des eaux de sources et interaction eau- roche dans les alpes. *Résumé du cours donné dans le cadre du module "Altération et minéralogie industrielle" du Dr. Ph. Thélin, avril 2000, pour les étudiants de géologie des universités de Lausanne et Genève. Quanterra. International Independent Center of Climate Change Impact on Natural Risk Analysis in Mountainous Area..* 18 p.

DE VILLIERS M. (2000) L'Eau. *Ed. Actes Sud*, 442 p.

DIAZ PEDREGAL V. et VU T. B. (2007). Vers une gestion durable de l'eau potable dans le Nord du Vietnam. *Actes des JSIRAU*, 6-9 Nov. 2007. 10P.

DIRECTION DE LA PROTECTION CIVILE (2009). Rapport sur l'étude de la protection civile au Cameroun, 2008/2009. La protection civile par les gestes qui sauvent. *DPC/MINATD*. 186 P.

DJEUDA TCHAPNGA H.B., TANAWA E., SIAKEU J. et NGNIKAM E. (1998). Contraintes sociales liées à la mise en place des périmètres de protection des ressources en eau dans les zones périurbaines et les petits centres des pays en développement. *Communication présentée au II^{ème} Symposium International en gestion et technologies appropriées pour l'eau aux petits ensembles habités. Barcelone (Espagne). Du 13 au 15 octobre 1998.* 11 p.

DJEUDA TCHAPNGA H. B., TANAWA E., TEMGOUA E., SIAKEU J. et NGO MASSANA B. (1999). Modèle de circulation, mécanisme de recharge et temps relatif de séjour des eaux des nappes souterraines des altérites en milieu cristallin : cas du bassin versant de l'Anga'a, Yaoundé-Cameroun. *Collect. Géocam, 2/1999, Ed. Sci. : VICAT J. P. et BILONG P., Ed. Press. Univ. de Yaoundé*, PP. 117-126.

DJORET D. (2000). Etude de la recharge de la nappe du Chari Baguirmi (Tchad) par les méthodes chimiques et isotopiques. *Thèse de Doctorat (nouveau régime). Université d'Avignon (France)*. 181p.

DORIER-APPRILL E. (2002). Gestion de l'environnement urbain et municipalisation en Afrique de l'Ouest : le cas de Mopti (Mali). *Autrepart. 1, N°21*. PP 119-134.

DORIER-APPRILL E. et BERTON-OFOUEME Y. (2009). L'eau à Brazzaville, pénurie pour tous et risques partagés ? Résumé. *Communication pour le colloque « L'interface*

environnement-santé dans la ville africaine à l'aube du 21^e siècle : enjeux et perspectives » 2-5 Décembre 2009. P. 33.

DUGOT P. (2001). L'eau autour de la Méditerranée. *L'Harmattan, Paris (France).* 190 P.

EAU SEINE NORMANDIE (2008). Les enjeux de la gestion de l'eau. PP. 83-87.

EKODECK G. E. et KAMGANG KABEYENE B. V. (2002). Altérologie normative et ses applications. Une expression particulière de la pétrologie des roches alluminosilicates du point de vue de leur évolution supergène. *Press. Univ. de Yaoundé, Collections Connaissances.* 231 P.

EL ASSLOUJ J., KHOLTEI S., EL AMRANI-PAAZA N. et HILALI A. (2007). Impact des activités anthropiques sur la qualité des eaux souterraines de la communauté Mzamza (Chaouia, Maroc). *Revue des Sciences de l'Eau, Vol. 20, N°3.* PP. 309-321.

EL BAKOURI H. et OUASSINI A. (2004). Etude de la biodégradabilité des eaux de la nappe de R'mel (Région de Larache). Actes du Colloque International sur la Gestion et la Préservation des Ressources en Eau, Mekhnès (Maroc). 24 et 25 Septembre 2004. P.101.

EL GUAMRI Y. et BELGHYTI D. (2007). Charge parasitaire des eaux usées brutes de la ville de Kenitra (Maroc). *Afrique Science, 03 (1).* PP. 123-145.

EL JIHAD M. D. (2005). Croissance urbaine et problèmes d'assainissement liquide et pluvial dans le bassin du Srou (Maroc-Central). *Sécheresse, N°1, Vol. 16.* PP. 41-52.

EMMANUEL E. et LINDSKOG P. (2000). Regards sur la situation des ressources en eau de la République d'Haïti. *Notes pour l'UNESCO.* 25 P.

ERA-CAMEROUN (2001) : Projet d'assainissement autonome du quartier Melen 4 Yaoundé. *Rapport d'enquête d'identification des latrines et des points d'eau.* 52p

ESSI NTOUMBA G. (2009). Présentation du service de gestion des déchets ménagers dans la ville de Yaoundé. *Communication à la session internationale de formation sur le thème "La gestion des déchets dans les villes africaines : organisation et financement" Ouagadougou, Burkina Faso, 26-30 Octobre 2009.*

ETIENNE J. (2003). Eau et assainissement en Afrique : croyances, modes et modèles. *Afrique Contemporaine, n°205, printemps.* pp. 103-117.

FALKENMARK M. (1998). Dilemma when entering the 21st century : rapid change but lack of a sense of urgency". *Water Policy 1 (4).* PP. 421-436.

FAMBON S., AJAB A. A., MENJO BAYE F., NOUMBA I., TAMBA I., TAWAH R. (2001). Pauvreté et répartition des revenus au Cameroun durant les années 1990. Cahier de Recherche No 01-06 du CRÉFA. Département d'économique, Université Laval, Canada./ Université de Yaoundé II. 162 P.

<http://www.infotheque.info/cache/9453/www.crefa.ecn.ulaval.ca/cahier/0106.pdf>

FITZWATER S., CHANDRAN A., KOSEK M., and SANTOSHAM M. (2011). Infectious diarrhea. *In* SELENDY, Janine M. H.(sous la direction de), Water and sanitation-related diseases and the environment, *Singapour, Éditions Wiley-Blackwell*, 497 pages.

FNUAP (2007). State of word population 2007. Unleashing the potential of urban growth. *UNFPA*. 108p.

FORGET G. and LEBEL J. (2001). An ecosystem approach to human health. *International Journal of Occupational and Environmental Health* 7(2): S3-S36.

FORGET G. ET LEBEL J. (2003). Approche écosystémique à la santé humaine. *In* Environnement et santé publiques. Fondements et pratiques. Gerin M., Gosselin P., Cordier S., Viau C., Quénel P., Dewailly É. (Rédacteurs). Edisem/TEC & Doc, Acton Vale. Paris. PP. 593-638.

FRANQUEVILLE (1984). Yaoundé. Construire une capitale. Etudes Urbaines. Editions de l'ORSTOM. Collections Mémoires, N° 104. 192P.

FRISCH J. M. (2004). La gestion intégrée des ressources en eau : velléités ou réelles pratiques? *Actes de l'atelier du PCSI*, 2-3 décembre 2003, Montpellier, France. 3P.

FROGER G., MAINGUY O., BROT J., et GERARDIN H. (2005). Quels acteurs pour quel développement ? Paris (France) GEMDEV – Karthala. 288P.

GANGBAZO G. (2004). Gestion intégrée par bassin versant : concepts et application. Environnement Quebec. Direction des politiques de l'eau. Québec (Canada). 58 P.

GARRIDO R. (1998). Gestion des ressources en eau au Brésil. 25P.

GHISLAIN de MASILY et BERTRAND J. (2011). La situation dans les pays en développement. 11P.

http://cluster010.ovh.net/~aquaorbi/IMG/pdf/Situation_Eau_dans_lesPED.pdf Consulté le 13 Mai 2013.

GIRAUD P.-N., LEFEVRE B., MARIA A. et RUET J. (2006). Le financement des services essentiels dans les villes pauvres. *Revue d'économie financière, Paris (France)*. 26p.

GISHINGE KASAVUBU M. (2006). Analyse contextuelle en matière de gestion intégrée des ressources en eau (gire) au Burundi. *rapport final. Protos.* 87P.

GRAHAM J. (2011). Tackling the water crisis : a continuing need to address spatial and social equity. In Water and sanitation-related diseases and the environment : challenges, interventions and preventive measures. First edition. Edited by Janine M. H. Selendy. Wiley-Blackwelle. Published by John Wiley&Sons, INC. 16 p.

GUESNIER B. (2010). L'eau et le développement durable : un couple en rupture sans gouvernance sociétale et coopération décentralisée. Développement durable et territoires [En ligne], Vol. 1, n° 1 | Mai 2010, mis en ligne le 07 mai 2010, consulté le 04 septembre 2012. URL : <http://developpementdurable.revues.org/8376>. 15P.

GUEVART E., NOESKE J., SOLE J., ESSOMBA J.-M., MBONDJI EDJENGUELE, BITA A., MOUANGUE A. et MANGA B. (2006). Déterminants du choléra à Douala. *Med. Trop.*, 66, N° 3. PP. 283-291.

GWP (2000). Integrated water resources management. (*TAC background paper; no. 4*). Stockholm, Sweden, Global Water Partnership. Disponible à <http://www.gwpforum.org/gwp/library/Tacno4.pdf> (Consulté le 30 mai 2007)

GWP-TAC (2000). La gestion intégrée des ressources en eau. *TAC Background Papers No. 4*, 76p.

GWP-TEC (2005). Catalyser le changement : manuel de développement de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) et des stratégies d'efficience de l'eau. *Global Water Partnership*. Stockholm, Suède. 48 P.

HABAIEB H. et ALBERGEL J. (2000). Vers une gestion optimale des ressources en eau. Exemple de la Tunisie. Institut National Agronomique de Tunisie / Institut de Recherche pour le Développement. 8 P. www.medhycos.mpl.ird.fr/doc/haba.pdf (consulté le 2 Octobre 2012).

HAKEM A. (2006). Les systèmes d'assainissement économes de l'eau. Synthèse technique. Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts. Montpellier (France). 19 P.

HANCOCK T. (1990). Towards healthy and sustainable communities : Health, environment and economy at the local level. A presentation at the 3rd colloquium on Environmental Health, Québec. 22 November 1990.

HARTEMANN P. (2001). Approvisionnement en eau et assainissement en milieu tropical. *Med. Trop.*, 61, PP. 210-213.

HASSANI M. I. et MEBROUK N. (1999). Limits of rules concerning the protection of water catchments designed for the human consumption : Maghreb case. *Acts XXIX congress of IAH, Hydrogeology and land use management. September-Bratislava.*

HASSOUNE E. M., BOUZIDI A., KOULALI Y. et HADARBACH D. (2006). Effets des rejets liquides domestiques et industriels sur la qualité des eaux souterraines au nord de la ville de Settat (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, n°28, 61-71.

HENTATI I., ZAIRI M. et DHIA H. B. (2005). Utilisation des SIG pour l'évaluation de la vulnérabilité environnementale des aquifères phréatiques : cas de la nappe de Sfax-Agareb (Sud-Est tunisien). *Communication présentée à la conférence francophone ESRI*. Issy-les-Moulineaux, France. 12 pages.

HOFWEGEN, P.J.M. V. AND JASPER F. G.W.. (1999). Analytical Framework for Integrated Water Resources Management – Guidelines for Assessment of Institutional Frameworks, *IHE Monograph 2, Balkema Publishers Rotterdam/Brookfield. Francis and Taylor*. 110p.

HUTTON G., HALLER L. et BARTRAM (2007). Economic and health effects on increasing coverage of low cost household drinking-water supply and sanitation interventions to countries off-track to meet MDG target 10. *Geneva, Switzerland, World Health Organisation (Public health and the environment). XIII, Report N° WHO/SDE/WSH/07/05*. 53P.

INFORESOURCES (2003). Gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) – La voie du développement durable. *Focus n° 1/03. Suisse*. 16P.

JAGLIN S. (2001). L'eau potable dans les villes en développement : les modèles marchands face à la pauvreté. In *Tiers-Monde*, tome 42, N°. Les nouvelles politiques de l'eau. *Enjeux urbains, ruraux, régionaux. (Sous la direction de Guy MEUBLAT)*. PP. 275-303.

JASPER F.G.W. (2003). Institutional arrangements for integrated river basin management. In: *Water policy*, vol, 5, no. 1, p 77-90.

JEANCLOS Y. (2002). L'eau, arme stratégique du XXIe siècle ? *Actes du colloque de Strasbourg, Publication du CIRPES, 2002, tome II.*

JOLY R. et ASSAKO ASSAKO R. J. (2001). Formulation et validation d'une hypothèse de pollution de l'eau de surface : Le cas du lac municipal de Yaoundé. *Déchets Sciences & Techniques n°23, Société alpine de publications, Grenoble, France*. PP. 35-38.

KALLA MPACKO F. (2007). Caractérisation physique et hydrodynamique de l'aquifère à nappe libre du bassin versant de Ntem à Yaoundé-Cameroun. *Mem. DEA. Fac. Sci. Univ. Yaoundé I.* 99P.

KAMTO M. (1996). Droit de l'environnement en Afrique. *EDICEF/AUPELF. Vanves (France).* 413P.

KATHURIA V. (2006). Controlling water pollution in developing and transition countries : lesson from three successful cases. *Journal of environmental Management. Elsevier (United Kingdom).* Vol. 78, N°4. PP. 405-426.

KONE BRAMA, CISSE GUELADIO, HOUENOU P. V., OBRIST B., WYSS K., ODERMATT P. et TANNER M. (2006) : Vulnérabilité et résilience des populations riveraines liées à la pollution des eaux lagunaires de la métropole d'Abidjan, Côte d'Ivoire. *Vertig0, Revue électronique en Sciences de l'Environnement. Hors série*, 10p.

KOUADIO L.P., ABDOULAYE S., JOURDA P., LOBA M. et RAMBAUD A. (1998). Conséquences de la pollution urbaine de la distribution d'eau d'alimentation publique à Abidjan. *Cahiers de l'ASEES, Volume 3, N°1.* PP. 61-75.

KOUAM KENMOGNE G. R. (2004). Contribution à l'étude de la vulnérabilité des nappes superficielles en zone urbaine tropicale : cas du bassin versant de la Mingoa-Yaoundé. *Mém. DEA. Fac. Sci. Univ. Ydé I, 115P+ annexes.*

KOUAM KENMOGNE G.R., DJOMOU BOPDA S. L. et ROSILLON (2013). Mutations urbaines et problématique d'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans une zone urbaine d'un pays en développement : cas de la ville de Yaoundé (Centre-Cameroun). *Actes du 5^{ème} colloque international « Ressources en eau et développement durable ».* 24-25 Février 2013, Alger (Algérie). PP 764-769.

KOUAM KENMOGNE G. R., MPAKAM H. G., DJOMOU BOPDA S., AYONGHE NDONWI S. et EKODECK G. E. (2006). Gestion intégrée des ressources en eau et objectifs du millénaire pour le développement en Afrique : cas du Cameroun. *Vertig0, Revue électronique de Sciences de l'Environnement, Vol. 7, N° 2. 10P.*

KOUAM KENMOGNE G.R. ROSILLON F., NONO A. NZEUKOU NZEUGANG A. et MPAKAM H.G. (2011). Les maladies hydriques à l'épreuve de la gestion des ressources en eau dans une zone urbaine tropicale : cas de Yaoundé (Cameroun). *Eur. Journ. of Water Quality. Paris, France.* 15P. DOI 10.1051/water/2011004

KOUAM KENMOGNE G.R. ROSILLON F., NONO A. et MPAKAM H.G. (2010). Health-related aspects of wastewater reuse in urban truck farming : A case study of Yaoundé, Cameroon. *In Environmental and human health risk management en developing countries. E.N. Laboy-Nieves, M.F.A. GOOSEN and E. Emmanuel (Eds). CRC Press.* PP 217-234.

KOUAM KENMOGNE G.R., ROSILLON F., MPAKAM H. G. et NONO A. (2010). Enjeux sanitaires, socio-économiques et environnementaux liés à la réutilisation des eaux usées dans le maraîchage urbain : cas du bassin versant de l'Abiergué (Yaoundé-cameroun). *Vertigo. La revue électronique en Sciences de l'Environnement. Vol. 10, N°2. 16P.*

KOUAM KENMOGNE G.R., ROSILLON F. et DJOMOU BOPDA S. L. (sous presse). Propension à la pollution des ressources en eau et impacts socio-économiques, sanitaires et environnementaux dans une zone urbaine d'un pays en développement : cas de Yaoundé (Cameroun). In *Santé humaine et équilibre biologique des écosystèmes de Port-au-Prince: analyse et gestion des risques urbains et environnementaux. Evens Emmanuel, Bénédique Paul, Urbain Fifi, Joaneson Lacour (Éditeurs). Université de Quisqueya. 30 Pages.*

KUATE T. (2008). Hydrodynamique des nappes en zone de socle cristallin, fracturé et altéré : cas du bassin versant de la Biyeme au Sud-Ouest de la ville de Yaoundé-Cameroun. *Mem. DEA. Fac. Sci. Univ. de Yaoundé I. 79P.*

KUITCHA D., KAMGANG KABEYENE BEYALA V., SIGHA NKAMDJOU L., LIENOU G. et EKODECK G.E. (2008). Water supply, sanitation and health risk in Yaounde, Cameroon. *African Journal of Environmental Science and Technology, Vol. 2 (11).* PP. 379-386.

LEJOT J. et CALLOT Y. (2005). L'homme et l'eau à Aleg (Mauritanie) : de la pénurie à l'excès. *Sécheresse. 16 (3).* PP. 175-181.

LENTON R. (2007). L'eau et l'assainissement pour les pauvres desservis. *Coopération Sud.* PP. 42-53.

LETOUZEY R. (1986). Etude phytogéographique du Cameroun. *Ed.Lechatelier, Paris,* 511p.

LUTZ W., SANDERSON W. and SCHERBOV S. (2008). The coming acceleration of global population ageing. *Nature 451 (7179).* PP. 716–719. doi:10.1038/nature06516.

MADJADOUUMBAYE J. et WADENE FOUBA A. (2011). Conception d'un système d'épuration hybride sans apport d'énergie électrique et mécanique : cas de la station d'épuration des eaux usées de la Cité-Verte à Yaoundé. *International Journal of Advances in Science and Technology. Vol. 3, N°5.* PP. 122-134.

MAFODONZANG FOUEDJO C. F. (2008). Evaluation de l'état de salubrité du quartier Briqueterie – Yaoundé (Cameroun). *Association Camerounaise des Etudes d'Impacts Environnementaux.* 8 P.

MAGGIE A. M. and MENACHEM E. (2007). Water and sanitation in developing countries: including health in the equation. Millions suffer from preventable illnesses and die every year. *Environmental Science & Technology*. PP. 17-24.

MAHAMAN TIDJANI A. (2005). Le partenariat public-privé dans le secteur de l'eau au Niger : autopsie d'une réforme. *Vol. 24, N°2. PP. 161-177.*

MAKOUTODE M., ASSANI A.K., OUENDO E-M., AGUEH V. D. et DIALLO P. (1999) : Qualité et mode de gestion de l'eau de puits en milieu rural au Benin : cas de la sous-préfecture de Grand-Popo. *Médecine d'Afrique Noire*, 46 (11). PP 474-478.

MAKSIMOVIC C., TEJADA GUIBERT J. A. et ROCHE P. A. (2001). Les Nouvelles frontières de la gestion urbaine de l'eau : impasse ou espoir. *Presses universitaires des Ponts et Chaussées (Paris)*. 443P.

MALIKI S. B.E., BENHABIB A. and CHARMES J. (2009). Households poverty and water linkages: Evidence from Algeria. *Topics in Middle Eastern and North African Economies, electronic journal, Volume 11, Middle East Economic Association and Loyola University Chicago, September, 2009, <http://www.luc.edu/orgs/meea/>*

MARA D. D. (2004). Domestic wastewater treatment in developing countries. *Earthscan. UK and USA.* 293 P.

MARIA A. (2005). La crise de l'approvisionnement en eau à Delhi. Réponse des acteurs, et scénarios d'évolutions. *Communication séminaire de l'IDDRRI "Accès aux services essentiels dans les PED", 22 avril 2005, Paris (France).* 19 P.

MATEJKA G., BOUVET Y., EMMANUEL E., KOULIDIATI J., NGNIKAM E., TANAWA E et VERMANDE P. (2004). Gestion maîtrisée des déchets solides urbains et de l'assainissement dans les pays en voie de développement : les besoins en études scientifiques et techniques spécifiques, et en outils méthodologiques adaptés. *Actes du colloque "Développement durable : leçons et perspectives" 1 - 4 Juin 2004, Ouagadougou (Burkina Faso).* PP. 141-151. <http://www.francophonie-durable.org/documents/colloque-ouaga-a3-matejka.pdf>

Mc MICHAEL A. J. (2000). The urban environment and health in a world of increasing globalization: issues for developing countries. *Bulletin of the World Health Organization*, 78 (9). PP. 1117-1126.

MENARD C. (2001). Enjeux d'eau : la dimension institutionnelle. *In Tiers-monde. Tome 42, N°166.* PP. 259-274.

MERINO M. (2008). L'eau : quels enjeux pour l'Afrique Subsaharienne. *Note de la Fondation pour la Recherche Stratégique, N° 20.* 13 P.

MEUBLAT G. (2001). La rénovation des politiques de l'eau dans les pays du Sud. *In Tiers-Monde, tome 42, N°166.* PP. 249-257.

MEVA'A ABOMO D. (2006). De l'abondance des ressources en eau à la rareté de l'eau potable dans les villes littorales du Sud ; un indicateur pertinent de la crise managériale de ces espaces urbains : L'exemple de Douala au Cameroun. *Communication in the 7th International Conference on : "Gestion démocratique des bien collectifs".* 17P.

MEZIANI A., DRIDI H. et KALLA M. (2012). La réutilisation des eaux usées dans la région du Souf-Sahara Algérien. *Canadian Journal of Technology and Scientific Management* . Vol. 1, Issue 1. PP. 1-6.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DE L'EAU-GLOBAL WATER PARTNERSHIP (2009a). Etat des lieux du secteur. Cadre financier, économique et social. *Rapport provisoire. Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE).* Yaoundé, Cameroun. 236 P.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DE L'EAU-GLOBAL WATER PARTNERSHIP (2009b). Etat des lieux du secteur. Cadre législatif, réglementaire, institutionnel et ressources humaines. *Rapport provisoire. Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE).* Yaoundé, Cameroun. 79 P.

MOE C. L., SOBSEY M. D., SAMSA G. P. and MESOLO V. (1991). Bacterial indicators of risk of diarrhoeal disease from drinking-water in the Philippines. *Bulletin of the World Health Organization, 69(3).* PP.305-317.

MOKOFIO F., RENAUDET J., OPANDY C., BASTARD G., ABEYE J., YETE M.L., TOUABE J., GONDAO L. et VOHITO J.A. (1991). Qualité bactériologique de l'eau des puits, des sources et des forages dans la ville de Bangui : premiers résultats et perspectives. *Médecine d'Afrique Noire.* 38 (11). 775-777.

MONJOUR L. (1997). Les pathologies d'origine hydrique et la potabilité de l'eau. *Les Cahiers du MURS, n°33, Paris,* 11-26.

MORIARTY P., BUTTERWORTH J. et BATCHELOR C. (2007). La gestion intégrée des ressources en eau et le sous-secteur de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement domestique. *Thematic Overview Paper (TOP) 9-F. IRC, Centre International de l'Eau et de l'Assainissement.* 51P.

MOUKOLO N. et GAYE BECAYE C. (2001). Problèmes de contamination des nappes phréatiques par les rejets domestiques dans les métropoles d'Afrique Noire. Cas de la nappe de Brazzaville au Congo. *Sciences et changements planétaires, Sécheresse.* Volume 12, Numéro 3, 175-182.

MOUSSA MOUMOUNI D. H. (2005). Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries : caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impacts sur les eaux de surface et les eaux souterraines. *Thèse de Doctorat en pharmacie. Faculté de médecine, pharmacie et d'odontostomatologie. Université de Bamako (Mali).* 135 P.

MPAKAM H. G. (2009). Vulnérabilité à la pollution des ressources en eau à Bafoussam (Ouest-Cameroun) et incidences socio-économiques et sanitaires : modalités d'assainissement. *Thèse de Doctorat Ph.D. Université de Yaoundé I (Cameroun).* 319 P.

MPAKAM H.G., KAMGANG KABEYENE B.V., KOUAM KENMOGNE G.R., BEMMO N. ET EKODECK G.E. (2006). L'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans les villes des pays en développement (cas de Bafoussam au Cameroun). *VertigO, Revue en Sciences de l'Environnement, Vol 7 n°2, Septembre 2006, 10p.*

MPAKAM H. G., KOUAM KENMOGNE G.R., TAMO TATATIETSE T, MAIRE E., BOEGLIN J.L., EKODECK G.E. et DUPRE B. (2009). Etude des facteurs de pollution des ressources en eau en milieu urbain : cas de Bafoussam (Ouest-Cameroun). *Actes du colloque international sur le thème « changements climatiques et évaluation environnementale », Niamey (Niger) du 26 au 29 Mai 2009.* 27P.

MUTIN G. (2000). De l'eau pour tous. Documentation photographique. Bimestriel, N°8014 du 14 Avril 2000. *La documentation Française.* 22 P.

MVONDO H. (2003). Analyse structurale et pétrogéochimique des roches de la région de Yaoundé Nord : arguments contribuant à la connaissance géotectonique de la chaîne pan-africaine au Cameroun. *Thèse de Doctorat de l'Université de Yaoundé I,* 172P. + Annexes.

MVONDO H., DEN BROK S.W.J. et MVONDO ONDOA, J. (2003). Evidence for symmetric extension and exhumation of the Yaoundé Nappe (Pan-African Fold Belt, Cameroon). *Journal of African Earth Sciences 36.* PP. 215-231.

NETHERLANDS WATER PARTNERSHIP (2006). Des solutions adaptées pour l'assainissement. Exemple de technologies innovantes à faible coût pour la collecte, le transport, le traitement et la réutilisation des produits de l'assainissement. *IRC.* 70 P.

NGNIKAM E., MOUGOUE B. et TIETCHE F. (2007). Eau, assainissement et impact sur la santé : étude de cas d'un écosystème urbain à Yaoundé. *Actes des JSIRAU, Hanoi (Vietnam), 6-9 Novembre 2007.* 13 P.

NGNIKAM E. et TANAWA E. (2006). Les villes d'Afrique face à leurs déchets. *Université de Technologie de Belfort-Montbéliard.* 288 P.

NGNIKAM E., TANAWA E., NOUMBA I., MOUGOUE B., TABUE YOUMBI J. G., FEUMBA R. et MELI J. (2011). Eau et Santé : Réconcilier l'eau, l'assainissement et la

santé par l'approche ECOSANTE. *Edition de l'UTBM (Université de Technologie de Belfort-Montbéliard). Collection Chantier.* 329p.

NGNOTUÉ T., NZENTI J. P., BARBEY P., et TCHOUA F.M. (2000). The Ntui-Betamba high-grade gneisses: a northward extension of the Pan-African Yaoundé gneisses in Cameroon. *Journal of African Earth Sciences* 31. PP. 369-381.

NGUENDO YONGSI H. B. (2008). Le tissu spontané des villes d'Afrique Subsaharienne : logique de formation et diversité des situations. *Revues des Etudes Afro-européennes.* 23 P.

NIEMCZYNOWICZ J. (1999). Urban hydrology and water management - present and future challenges. *Urban Water* 1. PP. 1-14.

NJINE T., KEMKA N., ZEBAZE TOGOUET S.H., NIYITEGEKA D., NOLA M., AYISSI T., MONKIEDJE A. and FOTO MENBOHAN S. (2002). Yaounde Municipal Lake supply by untreated domestic waste water, and effect on assimilation capacity of the ecosystem. *Proceedings of International Symposium and Workshop on Environmental Pollution Control and Waste Management 7-10 Jan. 2002, Tunis (EPCOWM'2002)*, P.15-17.

NJINE T., MONKIEDJE A., NOLA N. et SIKATI FOKO V. (2001). Evaluation de la charge polluante et de la charge bactérienne des rejets des stations d'épuration à boues activées à Yaoundé (Cameroun). *Cahiers d'études et de recherches francophones/Santé.* Vol.11, n° 2, 79-84.

NOLA M., NJINE T., MONKIEDJE A., SIKATI F. V., DJUIKOM E. et TAILLIEZ R. (1998). Qualité bactériologique des eaux des sources et des puits de Yaoundé (Cameroun). *Cahiers santé 1998* ; 8 : PP. 330-336.

NOUETAGNI S. (2004). Crise économique, pauvreté et modification de la fécondité dans deux métropoles camerounaises (Douala et Yaoundé). Thèse de Doctorat en démographie. Université Paris I-Panthéon Sorbonne (France). 368 + Annexes.

NZENTI J. P. (1987). Pétrogenèse des migmatites de Yaoundé (Cameroun). Eléments pour un modèle géodynamique de la chaîne Panafricaine Nord-Equatoriale. *Thèse de Doctorat, Univ. Nancy I, France*, 147p.

NZENTI J. P., BARBEY P., MACAUDIERE J. et SOBA D. (1988). Origin and evolution of late Precambrian high-grade Yaoundé gneisses. *Precambrian Research* 38: 91-109.

OECD (2012). Water governance in Latin America and the Caribbean : A multi-level approach.

OELKERS Eric H., HERING Janet G. and ZHU Chen (2011). Water : Is there a global crisis? *ELEMENTS, VOL. 7.* PP. 157-162.

OKOMO EBANGA G. V. (2011). Caractérisation physico-chimique et aptitudes culturelles des sols hydromorphes de Nkolbisson. *Mémoire du Diplôme de Professeur de l'Enseignement Secondaire Générale de Second Grade (DIPES II). Ecole Nationale Supérieure de Yaoundé.* 70 P. + 2 annexes.

OLIVRY J.C. (1986). Fleuves et rivières du Cameroun. Monographies hydrologiques, *MESRES/ORSTOM*, n° 9, 733 p + 2 cartes.

OMS (2008a). La santé et les services d'approvisionnement en eau de boisson salubre et d'assainissement de base. http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/fr/index.html (consulté le 6/05/2012)

OMS (2008b). Guidelines for drinking-water quality. Third edition. Incorporating the first and second addenda. Volume 1. Recommendations. *Geneva (Switzerland).* 515 P.

OMS (2011). Guidelines for drinking-water quality. *Fourth edition. Geneva (Switzerland).* 564 P.

OMS (2012). Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. *Volume II. Utilisation des eaux usées en agriculture. OMS, Genève (Suisse).*

OMS / UNICEF (2010). Joint Monitoring, Programme. Progress on Sanitation and Drinking-Water 2010 Update. Available at http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241563956_eng_full_text.pdf

OMS / UNICEF (2007). Atteindre l'OMD relatif à l'eau potable et à l'assainissement. Le défi urbain et rural de la décennie.

ONGLEY E. D. (1996). Adapter les programmes de qualité de l'eau aux besoins en gestion dans les pays en développement : le défi de la modernisation des programmes. *Article présenté à la Conférence "Monitoring Tailor-Made II", tenue à Nunspeet, Pays-Bas, Elsevier Science,* 12P.

ONGUENE MALLA (1993). Différenciations pédologiques dans la région de Yaoundé (Cameroun) : transformation d'un sol rouge ferrallitique en sol à horizon jaune en relation avec l'évolution du modelé. *Thèse Doct. Univ. Paris VI, spécialité pédologie*, France, 254 P.

ONU (2003). World population prospects. The 2002 Revision. Vol III. Analytical report. New York. 261 P.

ONU-HABITAT (2007a). Etat de la population mondiale 2007 : libérer le potentiel de la croissance urbaine. *New York : Media Services*, 2007.

ONU-HABITAT (2007b). Profil urbain national du Cameroun. Programme des Nations Unies pour les établissements urbains. *UNON*. 28 P.

ONU-HABITAT (2013). Time to think urban. Naïrobi (Kenya). 32 P.

PARKES M. W., MORRISON K. E., BUNCH M. J. and VENEMA H. D. (2008). Ecohealth and watersheds. Ecosystem approaches to re-integrate water resources management with health and well-being. *Network for Ecosystem Sustainability and Health (Publications Series N°2) and the International Institute for Sustainable Development*. Winnipeg (Canada). 62P.

PARTENARIAT MONDIAL DE L'EAU (1999). Toward water security : a framework for action, Stockholm, *Global water Partnership*.

PODA J.N., GAGLIARDI R., KAM F.O. et NIAMEOGO A.T. (2002). L'état des connaissances des populations sur l'eau et la santé : cas des maladies diarrhéiques au Burkina Faso. *BIOTERRE, Rev. Inter. Sci. de la Vie et de la Terre*, N° spécial, *Actes du colloque international, Centre Suisse (Côte d'Ivoire)*. 378-389.

PRICE WATERHOUSE COOPERS (2001). L'eau : une problématique financière mondiale. Les cahiers du développement durable. Price Waterhouse Coopers. Paris (France). http://www.pwc.fr/leau_une_problematique_financiere_mondiale.html

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR LE DÉVELOPPEMENT (2006). Au-delà de la pénurie : pouvoir, pauvreté et crise mondiale de l'eau : rapport mondial sur le développement humain 2006. Programme des Nations Unies pour le Développement, New-York (Etats-Unis) / Economica, Paris (France). 422P.

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR LE DÉVELOPPEMENT (2008). L'assainissement protège l'environnement. *Fiche factuelle*. ONU/PNUD/WSP/BM. 2 P.

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR LE DÉVELOPPEMENT (2010). Rapport national de progrès des objectifs du millénaire pour le développement. Année 2010. *Réalisé sous la coordination de l'Institut National de la Statistique*. 60 P.

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT (2011). Ecosystems for water and food security. <http://www.unep.org/pdf/dep-i-ecosystems-foodsecur.pdf> (consulté le 20 Septembre 2012).

PROGRAMME MONDIAL POUR L'EVALUATION DES RESSOURCES EN EAU (2003). L'eau pour les hommes, l'eau pour la vie. *Rapport mondial sur la mise en valeur de l'eau dans le monde*, UNESCO, 580p.

PRÜSS-ÜSTÜN A. and CORVALÁN C. (2006). Preventing disease through healthy environments towards an estimate of the environmental burden of disease. WHO, Geneva (Suisse). 16 P.

RENOU Y. (2009). La gouvernance des services de l'eau à l'aune du XXIe siècle : une analyse en termes de stratification de l'action. Cahiers de Recherche, N°31. Grenoble (France). 25P.

REPUBLIQUE DU CAMEROUN (2010). La population du Cameroun. 3^{ème} Recensement Général de la Population. 10 P.

REROLLE A. (2010). Quelle gestion de l'eau pour les pays du Sud. Notes à l'attention du groupe de pilotage de campus plein sud. 78 P.

REVUE TIERS MONDE (2005). Décentralisation et développement local : un lien à repenser. PUF, N°181, janvier-mars.

RIOU S. (2007). Combattre les maladies hydriques. La quête de l'eau pure en ville sous la IIIe république (Techniques, expertises et politiques édilitaires). Environnement et Sociétés – Programme « Au fil de l'eau ». Maison des Sciences de l'Homme- Clermont Ferrand (France). 7 P.

RIST S. (2001). « If this drinking water system fails, then the whole community is a failure». *Social Processes and Drinking Water Systems – Insights from a Learning Society. Helvetas – CDE*, 64p.

ROCHE P.A. (2003). *L'eau, enjeu vital pour l'Afrique.* Afrique contemporaine, Dossier spéciale, 1, N° 205. PP. 39-75. DOI : 10.3917/afco.205.0039.

ROSILLON F., SAVADOGO B., KABORE A., BADO-SAMA H. et DIANOU D. (2012). Attempts to answer of the origin of the high nitrates concentrations in groundwater of the Sourou Valley in Burkina Faso. *Journal of Water Resource and Protection*, 2012, 4. PP. 663-673. DOI :10.4236/Jwarp.2012.48077.

ROSILLON F. (sous presse). La gestion intégrée de l'eau en Haïti, levier de santé environnementale et humaine. *In Santé humaine et équilibre biologique des écosystèmes de Port-au-Prince: analyse et gestion des risques urbains et environnementaux. Evens Emmanuel, Bénédique Paul, Urbain Fifi, Joaneson Lacour (Éditeurs). Université de Quisqueya. 38 Pages.*

ROTHENBERGER D. and TRUFFER B. (2002). Water Prizing – An Instrument for Sustainability. *GAIA No. 4: 281–284.*

ROTICH K. H., ZHAO Y., and DONG J. (2006). Municipal solid waste management challenges in developing countries – Kenyan case study. *Waste Management*, 26. PP. 92–100.

ROUABHIA A., BAALI F., KHERICI N., DJABRI L. (2004). Vulnérabilité et risque de pollution des eaux souterraines de la nappe des sables miocènes de la plaine d'El Ma El Abiod (Algérie). *Sciences et changements planétaires / Sécheresse*. Volume 15, Numéro 4, PP. 347-352.

SACKOU KOUAKOU J. G., OGA S., CLAON S., BAMA M., MBRAH KOUA D., HOUENOU Y et KOUAKOU KOUADIO L. (2012). Conditions d'accès et de stockage de l'eau : enquête dans les ménages en zone périurbaine à Abidjan en 2010. *Santé Publique*, 2012/2, Vol. 24. PP. 133-142.

SAMIR K. LASSAAD D. et KAMEL Z. (2006) Approche hydrogéologique et hydrochimique des échanges hydrodynamiques entre aquifères profond et superficiel du bassin du Djérid, Tunisie. *Hydrological Sciences Journal*, Vol. 51, N°4. PP. 713-730, DOI: 10.1623/hysj.51.4.713.

SANTOIR C. et BOPDA A. (1995) Atlas régional Sud-Cameroun. *Ed. ORSTOM, Paris*, 53 p. + 21 planches.

SCHWARZENBACH R. P., EGLI T., HOFSTETTER T. B., VON GUNTEN U. and WEHRLI B. (2010). Global water pollution and human health. *Annual Review of Environment and Resources* 35: 109-136.

SCIANDRA L. (2005). Une évaluation des effets de la privatisation sur l'accès aux ressources en eau dans les pays en développement. *Annals of Public and Cooperative Economics* 76:2. PP. 233-255.

SIETCHIPING R. (2003). Evolution de l'espace urbain de Yaoundé, au Cameroun, entre 1973 et 1988 par télédétection. *Télédétection*. Vol. 3, N°2-3-4. PP. 229-236.

SIGHA NKAMDJOU L., ORANGE D., SIGHOMNOU D., SEYLER P., NIA P. et NAAH E. (1998). Physico-chimie des précipitations en milieu forestier sud camerounais. *In Géosciences au Cameroun – Col. GEOCAM – 1/1998*. Presse Universitaire du Cameroun. PP. 41-50.

SMETS H. (2002). Le droit à l'eau. Académie de l'eau. Paris.

SMITH G.D., WETSELAAR R., FOX JAMES J., VAN DE GRAAFF ROBERT H.M., MOELJOHARDJO D., SARWONO J., JAMES A., ASJARI S.R., TJOJUDO S., and BASUKI H. (1999): The origin and distribution of nitrate in groundwater from village wells in Kotagede, Yogyakarta, Indonesia. *Hydrogeology Journal*, Volume 7, Issue 6. PP 576-589.

SOMASUNDARAM M. V., RAVINDRAN G. et TELLAM J. H. (1993). Groundwater pollution of the Madras urban aquifer, India. *Groundwater*, Vol. 31, N° 1. PP. 4-11.

SUCHEL, J.B. (1987). Les climats du Cameroun. *Thèse Doct. d'Etat, Univ. Saint-Etienne Bordeaux*, France, 4 tomes, 1188 pages.

SUSAN (2008). Vers plus de solutions d'assainissement durable. Version 1.2 (Février 2008). 4P.

SY I., KOITA M., TRAORE D., KEITA M., LO BAIDY, TANNER M. et CISSE GUELADIO (2011). Vulnérabilité sanitaire et environnementale dans les quartiers défavorisés de Nouakchott (Mauritanie) : analyse des conditions d'émergence et de développement de maladies en milieu urbain sahélien. *Vertig0 - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Vol. 11, N°2, mis en ligne le 18 Septembre 2011. Consulté le 22 Octobre 2012. <http://vertigo.revues.org/11174>.

TABUE YOUMBI J.G., NTAMACK D., FEUMBA R., NGNIKAM E., WETHE J. et TANAWA E. (2009). Vulnérabilité des eaux souterraines et périmètres de protection dans le bassin versant de Mingoa (Yaoundé-Cameroun). *Revue de l'Université de Moncton*. Volume 40, N°2, PP. 71-96.

TANAWA E., DJEUDA TCHAPNGA H. B., NGNIKAM E., TEMGOUA E., et SIAKEU J. (2000). Habitat and protection of water resources in suburban areas in Africa cities. *Building and Environment*. 37, Pergamon, Elsevier. 269-275.

TAYLOR R.G. and HOWARD K.W.F. (1994). Groundwater quality in rural Uganda: hydrochemical considerations for the development of aquifers within the basement complex of Africa. PP. 31-44. *In Groundwater Quality*. eds: Nash, H. and McCall, G.J.H. Chapman & Hall, London.

TAZI O., FAHDE A. et EL YOUNOUSSI S. (2001). Impact de la pollution sur l'unique réseau hydrographique de Casablanca (Maroc). *Sciences et Changements Planétaires / Sécheresse*. Vol. 12, N° 2. PP. 129-134.

TEMGOUA E., BITOM D., DJEUDA TCHAPNGA H.B., TANAWA E. et YONGUE FOUATEU R. (2000). Habitation, agricultural practices and degradation of soils in urban area : The case of Ngoa Ekelle and Oyomanbag hamlets in Yaounde – Cameroon. *Suitma Conference in University of Essen (Germany)*, 11 – 19 July 2000. 14 p.

THORNWAITHE C.W. and MATHER J.R. (1995). The water balance. *Publ. Climatol. Lab. Climatol. Drexel Inst. Technol.* 8 (1), 1-104.

TOTEU S.F., VAN SCHMUS W.R., PENAYE J. et MICHARD A. (2001). New U-Pb and Sm-Nd data from north-central Cameroon and its bearing on the pre-Pan African history of central Africa. *Precambrian Research* 108: 45-73.

TOUNA MAMA (2008). L'économie camerounaise pour un nouveau départ. Afrédit. 472 P.

TOURE N. M., KANE A., NOEL J. F., TURMINE V., NEDEFF V. and LAZAR G. (2011). Water-poverty relationships in the coastal town of Mbour (Senegal): Relevance of GIS for decision support. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 14. PP. 33–39. doi:10.1016/j.jag.2011.08.001

TREMOLET S. (2004). Un point sur les privatisations de l'eau en Afrique. *Annales des Mines*. PP. 59-68.

TSAMA V., PIAL A. C., TABUE YOUMBI G. et AKOA A. (2010). Incidence de la charge en œufs d'helminthes contenus dans les boues de vidange sur la qualité parasitaire de quelques cultures maraîchères à Nomayos (Yaoundé - Cameroun). *Afrique SCIENCE* 06(1). PP. 106 – 115.

UNESCO (1997). Qualité de l'eau de la nappe phréatique à Yeumbeul, Sénégal. Etude sur le terrain. *CSI info n°3, UNESCO, Paris*, 27 P.

UN-HABITAT (UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME). (2006). Meeting Development Goals in Small Urban Centres : Water and Sanitation in the World's Cities. Nairobi/London,UNHabitat/Earthscan.

<http://www.unhabitat.org/content.asp?typeid=19&catid=555&cid=5369>

UNION MONDIALE POUR LA NATURE (2000). Vision de l'eau et de la nature. *Stratégie mondiale de conservation et de gestion durable des ressources en eau au 21ème siècle*. 66p.

UN-WATER (2009). Water in a changing world. The United Nations World Water Development Report 3. UNESCO Publishing. Earthscan. 349 P.

UN-WATER/WWAP (2006a). Water: A Shared Responsibility. The United Nations World Water Development. Report 2. Paris: UNESCO; New York: *Berghahn Books*, 584 p.

UN-WATER/WWAP (2006b). L'eau, une responsabilité partagée. Résumé du 2^{ème} Rapport Mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau. UN WATER. 52 P.

VAN HOFWEGEN P. J.M., FRANK G.W. et JASPERS G.W.F. (1999). Analytical Framework for IWRM, Guidelines for Assessment of Institutional Frameworks. *International Institute for Infrastructural Hydraulic and Environmental Engineering, IHE*, Delft, A.A Balkema. Rotterdam (Netherlands). 96 p.

VAN ITTERSUM M. et VAN STEENBERGEN F. (2003). Ideas for local actions in water management. *Global Water Partnership*, 103p.

VARGAS M. C. (1996). Gestion municipale VS gestion Etatique des services d'eau et d'assainissement dans la région métropolitaine de Sao Paulo : acteurs, territoires et régulation. Thèse de Doctorat. Laboratoire Techniques, Territoires et Sociétés. Institut d'Urbanisme de Paris. Université de Paris XII-Val de Marne. 688 P.

WATER-AID (2008). Penser local, agir local. Rapport. 39 P.

WETHE J., RADOUX M. et TANAWA E. (2003). Assainissement des eaux usées et risques socio-sanitaires et environnementaux en zone d'habitat planifié de Yaoundé (Cameroun). *VertigO. La revue électronique en Sciences de l'Environnement*, Vol. 4, N°1. 18P.

YONGUE FOUATEU R., (1986). Contribution à l'étude pétrologique de l'altération des faciès de cuirassement ferrugineux des gneiss migmatitiques de la région de Yaoundé. *Thèse Doct. 3^e cycle Univ. Ydé*, 214 P.

ZHU C. and SCHWARTZ F. W. (2011). Hydrogeochemical processes and controls on water quality and water management. *Elements* 7: 169-174.

ZOHOUN T., FAYOMI E.B., et TCHOKKI F. (1993): Poussière de ciment et pollution d'eau de puits. *Médecine d'Afrique Noire*, 40 (3). 4p.

SITES CONSULTÉS

www.ceh-wallingford.ac.uk/research/WPI
<http://www.who.int/globalchange/ecosystems/fr/>
<http://www.greenfacts.org/fr/glossaire/pqrs/services-ecosystemes.htm>
www.gwpforum.org/
www.iwmi.cgiar.org/textonly/tools/accounting.htm
www.inforesources.ch
www.iucn.org/webfiles/doc/WWRP/Publications/Vision/VisionforWaterandNatureFR.doc
www.umweltschweiz.ch/buwal/fr/publikationen/
www.unesco.org/water/wwap/
www.unesco.org/water/index_fr.shtml
<http://www.waternunc.com/index.php> : Site d'information sur l'économie et l'eau :
<http://www.cieau.com/accueil.htm> site du Centre d'information sur l'eau (CIEAU)
<http://www.oieau.fr/index.htm>: site de l'Office international de l'eau (OIE)
http://www.nssd.net/res_book.html#contents Stratégies Nationales pour le Développement durable : Un Livre de Base. Consulté le 12/10/2011.
<http://www.unescap.org/esd/water/spm/> UNESCAP – Planification Stratégique et gestion des ressources en eau. Consulté le 21/11/2010.
<http://www.epa.gov/owow/watershed/outreach/documents/stakeholderguide.pdf> Prendre le Pied: Engager et Impliquer les Parties prenantes dans Votre Bassin. Consulté le 02/02/2012.
<http://www.genderandwateralliance.org/reports/GWA%20Advocacy%20manual.pdf> Manuel de Plaidoyer pour le Genre et les Ambassadeurs de l'Eau. Alliance Genre et Eau. Consulté le 20/06/2011.
http://www.hrsdc.gc.ca/en/epb/sid/cia/partnership/partnerhb_e.pdf Le manuel du partenariat. Gouvernement du Canada. Consulté le 22/12/2009.
<http://www.msf.ch/news/articles/detail/cameroun-msf-prend-en-charge-des-malades-du-cholera-a-yaounde/> consulté le 10 Septembre 2012.
www.minsante.cm
<http://www.who.int/countries/cmr/fr/>
<http://www.news.mboa.info/sante/fr/sante/rubrique/62072,epidemie-de-cholera-a-yaounde-la-represente-de-loms-au-cameroun-nous-alerte.html>
<http://www.who.int/globalchange/ecosystems/biodiversity/fr/>

ARTICLES DE PRESSE

Cameroon Tribune N°9073/5272 du 07 Avril 2008

Cameroon Tribune N°9088/5278 du Avril 2008

LISTE DES FIGURES

Fig. 1 : Contexte, problématique, objectifs, hypothèses et résultats attendus de la présente recherche	4
Fig. 2 : Schéma de l'organisation scientifique du travail.....	5
Fig. 3 : Carte de localisation du bassin versant de l'Abiergué	32
Fig. 4 : Urbanisme ségrégatif de Yaoundé pendant la période coloniale (Nguendo Yongsi, 2008).....	33
Fig. 5 : Evolution de l'espace urbain de Yaoundé de 1980 à 2002 (Essi Ntoumba, 2009)	34
Fig. 6 : Modèle Numérique de Terrain du bassin versant de l'Abiergué	35
Fig. 7 : Courbe hypsométrique du bassin versant de l'Abiergué	36
Fig. 8 : Carte géologique simplifiée de la zone de Yaoundé (Nzenti <i>et al.</i> , 1988)	37
Fig. 9a et 9b : Gneiss affleurant en blocs et en dalles dans le bassin versant de l'Abiergué ...	37
Fig. 10 : Exemple type de profil d'altération différencié de la région de Yaoundé (Ekodeck et Kamgang Beyala, 2002).....	38
Fig. 11 : Arbres fruitiers et reliques de forêt en arrière plan	39
Fig. 12 : Plants d'Eucalyptus grandis dans un bas-fond en contrebas de la Cité-Verte.....	39
Fig. 13 : Localisation du bassin versant de l'Abiergué dans le réseau hydrographique de Yaoundé	40
Fig. 14 : Réseau hydrographique du bassin versant de l'Abiergué	40
Fig. 15 : Courbe ombrothermique de Yaoundé de la période de 1984 à 2012 (Source : Par nos soins à partir des données issues de la Station Météorologique de Yaoundé)	42
Fig. 16 : Différence entre l'approche classique et l'approche ECOSANTE (Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement, 1996 adapté de Hancock 1990).....	48
Fig. 17 : Approches GIRE et ECOSANTE combinées	50
Fig. 18 : Répartition des ménages enquêtés suivant les quartiers de résidence	60
Fig. 19 : Niveaux d'instruction des chefs de ménages	61
Fig. 20 : Modalités d'approvisionnement en eau	62
Fig. 21 : Répartition en classes d'âges des personnes qui assurent l'approvisionnement en eau des ménages.....	64
Fig. 22 : Dispositifs utilisés par les ménages pour l'évacuation des excréta.....	65
Fig. 23 : Modalités d'évacuation des eaux usées des ménages	65
Fig. 24 : Modalités d'évacuation des déchets solides par les ménages.....	66

Fig. 25 : Proportion de personnes ayant souffert de l'amibiase intestinale, de la typhoïde et de la bilharziose au cours des années 2008, 2009 et 2010 dans les différents quartiers du bassin versant de l'Abiergué.....	68
Fig. 26 : ACM portant sur le quartier de résidence, l'accès à l'eau potable et les maladies hydriques	71
Fig. 27 : Vue 3D du tableau de contingence entre la modalité première d'accès à l'eau potable et le quartier de résidence.....	73
Fig. 28 : ACM portant sur le quartier de résidence, la gestion des excréta et les maladies hydriques	75
Fig. 29 : ACM intégrant le quartier de résidence, le statut professionnel du chef de ménage, l'accès à l'eau potable, la gestion des excréta, des déchets solides, des eaux usées et les maladies hydriques	78
Fig. 30 : ACM portant sur le quartier de résidence, le traitement de l'eau et les maladies hydriques	82
Fig. 31 : Carte d'échantillonnage des eaux du bassin versant de l'Abiergué.....	87
Fig. 32 : Résultats du pH pour les eaux de forage et de puits	89
Fig. 33 : Résultats des MES pour les eaux de forage et de puits	89
Fig. 34 : Résultats des Cl^- pour les eaux de forage et de puits	89
Fig. 35 : Résultats des HCO_3^- pour les eaux de forage et de puits	89
Fig. 36 : Résultats de NH_4^+ pour les eaux de forage et de puits.....	89
Fig. 37 : Résultats de NO_3^- pour les eaux de forage et de puits	89
Fig. 38 : Résultats des SO_4^{2-} pour les eaux de forage et de puits	90
Fig. 39 : Résultats des PO_4^{3-} pour les eaux de forage et de puits	90
Fig. 40 : Résultats de Ca^{2+} pour les eaux de forage et de puits.....	90
Fig. 41 : Résultats de Mg^{2+} pour les eaux de forage et de puits.....	90
Fig. 42 : Résultats du K^+ pour les eaux de forage et de puits.....	90
Fig. 43 : Résultats du Na^+ pour les eaux de forage et de puits.....	90
Fig. 44 : Résultats du pH pour les eaux de source	92
Fig. 45 : Résultats des MES pour les eaux de source.....	92
Fig. 46 : Résultats des Cl^- pour les eaux de source	92
Fig. 47 : Résultats des HCO_3^- pour les eaux de source	92
Fig. 48 : Résultats de NH_4^+ pour les eaux de source	92
Fig. 49 : Résultats des NO_3^- pour les eaux de source	92
Fig. 50 : Résultats des SO_4^{2-} pour les eaux de source	93

Fig. 51 : Résultats des PO_4^{3-} pour les eaux de source.....	93
Fig. 52 : Résultats de Ca^{2+} pour les eaux de source	93
Fig. 53 : Résultats de Mg^{2+} pour les eaux de source	93
Fig. 54 : Résultats de K^+ pour les eaux de source	93
Fig. 55 : Résultats de Na^+ pour les eaux de source	93
Fig. 56 : Classification des eaux souterraines dans le diagramme de Piper (Saison sèche).....	95
Fig. 57 : Classification des eaux souterraines dans le diagramme de Piper (Saison humide) .	95
Fig. 58 : Résultats du pH pour les eaux de surface	99
Fig. 59 : Résultats des MES pour les eaux de surface.....	99
Fig. 60 : Résultats des Cl^- pour les eaux de surface	99
Fig. 61 : Résultats des HCO_3^- pour les eaux de surface	99
Fig. 62 : Résultats des SO_4^{2-} pour les eaux de surface	100
Fig. 63 : Résultats des PO_4^{3-} pour les eaux de surface	100
Fig. 64 : Résultats de NH_4^+ pour les eaux de surface.....	100
Fig. 65 : Résultats des NO_3^- pour les eaux de surface	100
Fig. 66 : Résultats de Ca^{2+} pour les eaux de surface	100
Fig. 67 : Résultats de Mg^{2+} pour les eaux de surface	100
Fig. 68 : Résultats du K^+ pour les eaux de surface.....	101
Fig. 69 : Résultats du Na^+ pour les eaux de surface.....	101
Fig. 70 : Résultats du Fe^{2+} pour les eaux de surface	101
Fig. 71 : Résultats de la DCO.....	103
Fig. 72 : Variation de la DCO suivant les différents points de prélèvement (De l'amont vers l'aval)	103
Fig. 73 : Résultats de la DBO_5	103
Fig. 74 : Variation de la DBO_5 suivant les différents points de prélèvement (De l'amont vers l'aval)	103
Fig. 75 : Variation de CF de l'amont vers l'aval	108
Fig. 76 : Variation de SF de l'amont vers l'aval	108
Fig. 77 : Carte de répartition de CF et de SF dans les eaux de surface	109
Fig. 78 : Synthèse de l'évolution du bassin versant de l'Abiergué en lien avec la gestion de l'eau	114
Fig. 79 : Impacts des mutations socio-économiques sur la gestion de l'eau	115

Fig. 80 : Forage d'eau de la Cité-Verte Nord cofinancé par le député de Yaoundé II et les populations	120
Fig. 81 : Habitant en train de dégager des déchets dans le lit d'un affluent de l'Abiergué....	120
Fig. 82 : Acteurs de la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué et actions	122
Fig. 83 : Abiergué en saison humide.....	123
Fig. 84 : Abiergué en saison sèche.....	123
Fig. 85 : Bains et lessive avec les eaux de l'Abiergué au quartier Carrière	125
Fig. 86 : Maraîcher puisant de l'eau de l'Abiergué pour arroser les cultures maraîchères à Nkolbisson.....	125
Fig. 87 : Extraction du sable dans l'un des affluents de l'Abiergué à Etetack	125
Fig. 88 : Activité de pêche sur l'Abiergué à Nkolbisson.....	125
Fig. 89 : Habitant recueillant de l'eau de puits pour la boisson et à des fins domestiques à la Carrière.....	125
Fig. 90 : Adolescent buvant de l'eau de source à Etetack	125
Fig. 91 : Adolescents s'approvisionnant en eau à partir d'un tuyau cassé	127
Fig. 92 : Borne fontaine public non fonctionnel	127
Fig. 93 : Tuyaux d'eau immergés dans des eaux usées à la Carrière.....	127
Fig. 94 : Distribution d'eau par les sapeurs pompiers à Yaoundé (<i>Source : © Mutations</i>)....	127
Fig. 95 : Puits aménagé à Madagascar	128
Fig. 96 : Puits sommairement aménagé à Etetack.....	128
Fig. 97 : Puits non aménagé à Etetack	128
Fig. 98 : Puits non aménagé à Mokolo	128
Fig. 99 : Source non aménagée à Mokolo	129
Fig. 100 : Source aménagée mal entretenue à Oyomabang	129
Fig. 101 : Forage implanté à la Carrière.....	129
Fig. 102 : Forage hors service à Etetack	129
Fig. 103 a et b : Déversements des eaux usées brutes dans l'Abiergué.....	131
Fig. 104 : Latrine munie de tuyau de "trop plein" permettant de déverser les excréta dans le cours d'eau à la Carrière	132
Fig. 105 : Latrine à fond perdu jouxtant un puits à Nkolbikok.....	132
Fig. 106 : Débordement des fosses sceptiques à la Cité-verte	132
Fig. 107 : Déchets déversés dans une rigole à la Carrière.....	133
Fig. 108 : Comblement du lit de l'Abiergué par des déchets à Etetack.....	133

Fig. 109 : Carte de localisation des principales sources potentielles de pollution des eaux ..	135
Fig. 110 : Carte piézométrique du bassin versant de l'Abiergué	136
Fig. 111 : Réalisation du test de traçage entre une latrine et un puits	137
Fig. 112 : Courbe d'élution du test de traçage	137
Fig. 113 : Dynamique de pollution des ressources en eau	138
Fig. 114 : Schéma synthétique de la dynamique de pollution des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué (Kouam kenmogne <i>et al.</i> , sous presse)	139
Fig. 115 : Lac de Nkolbisson en pleine phase d'eutrophisation	140
Fig. 116 a et b : Stagnation des eaux usées à Nkolbikok	141
Fig. 117 : Latrine noyée après une inondation à Nkolbisson	141
Fig. 118 : Puits en saison sèche à Nkolbisson	142
Fig. 119 : Puits noyé après une inondation à Nkolbisson	142
Fig. 120 : Maison "enterrée" à Oyomabang	143
Fig. 121 : Maison "enterrée" à Nkolbikok	143
Fig. 122 : Résultats des analyses de selles par rapport à la tranche d'âge	143
Fig. 123 : Pourcentage de personnes présentant des selles diarrhéiques en fonction du quartier de résidence	144
Fig. 124 : Pourcentage mensuel pour les années 2009, 2010 et 2011 de personnes présentant des signes de maladies hydriques (élaborée par nos soins à partir des données recueillies à l'hôpital de District de la Cité-Verte)	144
Fig. 125 : Impacts socio-économiques, environnementaux et sanitaires liés à la gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué	149
Fig. 126 : Mapping de la gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué	151
Fig. 127 : Combinaison des facteurs ayant conduit à la gestion approximative des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué	153
Fig. 128 : Défis liés à la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué	154
Fig. 129 : Canevas du développement des stratégies de gestion rationnelle des ressources en eau (<i>Réalisé par nos soins à partir des informations tirées de GWP-TAC, 2000</i>)	156
Fig. 130 : Situation de départ et situation d'arrivée de la gestion de l'eau	157
Fig. 131 : Représentation schématique des différentes modalités d'implémentation des actions sur le terrain	161
Fig. 132 : Composition des comités de gestion de bassin versant à l'échelle régionale, départementale et de l'arrondissement	163
Fig. 133 : Influence des orientations internationales sur la gestion des ressources en eau	164

Fig. 134 : Nouveau front d'urbanisation à Oyomabang	165
Fig. 135 : Scénario 1 caractérisé par le maintien du statut quo de la gestion actuelle des ressources en eau	166
Fig. 136 : Scénario 2 caractérisé par la mise en œuvre d'une nouvelle gestion avec au préalable la destruction des bâtis.....	166
Fig. 137 : Avantages et inconvénients de la destruction du bâti dans le bassin versant de l'Abiergué	167
Fig. 138 : Occupation spatiale du bassin versant de l'Abiergué de 2002 à 2010	169
Fig. 139 : Scénarios issus de la prise en compte de l'approche GIRE et de l'approche ECOSANTE	170
Fig. 140 : Scénario 3.1 basé sur les réformes législatives, réglementaires et institutionnelles	173
Fig. 141 : Scénario 3.2 basé sur l'économie et l'amélioration du niveau de vie des ménages	174
Fig. 142 : Scénario 3.3 avec à la base des actions tournées vers les ressources en eau	176
Fig. 143 : Scénario 3.4 basé sur les acteurs.....	177
Fig. 144 : Analyse selon le modèle SEPO de la gestion rationnelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué	181
Fig. 145 : Scénario optimal de gestion rationnelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué	182
Fig. 146 : Intégration de cette étude dans la stratégie nationale de GIRE au Cameroun.....	183
Fig. 147 : DPSIR de la gestion des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué .	185

Crédits photographiques ©KOUAM KENMOGNE Guy-Romain sauf les figures 4, 5, 8, 10, 16 et 94 (Références précisées dans les titres des figures).

LISTE DES TABLEAUX

Tabl. 1 : Synthèse des travaux consultés traitant des questions relatives à la gestion urbaine des ressources en eau dans les PED	28
Tabl. 2 : Paramètres géométriques du bassin versant de l'Abiergué	36
Tabl. 3 : Treize domaines de changement de la GIRE (GWP-TEC, 2005)	47
Tabl. 4 : Méthodes d'analyse des eaux	55
Tabl. 5 : Activités et domaines d'application se référant aux disciplines convoquées dans le cadre du présent travail de recherche	58
Tabl. 6 : Usages des ressources en eau en fonction de leurs différentes origines	63
Tabl. 7 : Proportion des ménages pouvant citer quelques maladies hydriques	67
Tabl. 8 : Modalités utilisées par la population pour le traitement de l'amibiase intestinale, la fièvre typhoïde et la bilharziose intestinale	68
Tabl. 9 : Dépenses effectuées pour le traitement de l'amibiase intestinale, la fièvre typhoïde et la bilharziose	69
Tabl. 10 : Variables et modalités de réponse pour l'analyse portant sur le quartier de résidence, l'accès à l'eau potable et les maladies hydriques	70
Tabl. 11 : Variables et modalités de réponse pour l'analyse portant sur le quartier de résidence, la gestion des excréta et les maladies hydriques	74
Tabl. 12 : Variables et modalités de réponse pour l'analyse portant sur le quartier de résidence, le statut professionnel du chef de ménage, l'accès à l'eau potable, la gestion des excréta, déchets solides et des eaux usées et les maladies hydriques	77
Tabl. 13 : Variables et modalités de réponse pour l'analyse portant sur le quartier de résidence, le traitement de l'eau et les maladies hydriques	81
Tabl. 14 : Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de puits	88
Tabl. 15 : Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de source	91
Tabl. 16 : Valeurs moyennes utilisées pour la réalisation des diagrammes de Piper pour les saisons humide (SH) et sèche (SS)	94
Tabl. 17 : Valeurs maximales, moyennes et minimales des résultats des analyses physico-chimiques des eaux de surface	99
Tabl. 18 : Valeurs de la DCO et de la DBO5 suivant les différentes campagnes d'analyses ..	102
Tabl. 19 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de puits	105
Tabl. 20 : Origines de la pollution des eaux de puits en fonction du rapport CF/SF	105
Tabl. 21 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de source	106
Tabl. 22 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de forage	106

Tabl. 23 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de surface	107
Tabl. 24 : Résultats des analyses parasitologiques des eaux de surface	110
Tabl. 25 : Ouvrages réalisés par l'ONG ASSEJA dans le bassin versant de l'Abiergué	119
Tabl. 26 : Besoins actuels en eau dans le bassin versant de l'Abiergué	124
Tabl. 27 : Modes d'approvisionnement en eau potable dans le bassin versant de l'Abiergué	130
Tabl. 28 : Estimation des quantités de déchets produits dans le bassin versant de l'Abiergué	133
Tabl. 29 : Sources potentielles de pollution des eaux dans le bassin versant de l'Abiergué..	134
Tabl. 30 : Pertes dues aux inondations dans le bassin versant de l'Abiergué (<i>Source : Par nos soins sur la base des données de la Direction de la Protection Civile (2009) et des informations tirées du quotidien national Cameroon Tribune</i>)	142
Tabl. 31 : Cas de choléra enregistrés à Yaoundé en 2010 et 2011 (<i>Source : Elaboré par nos soins sur la base des données issues du MINSANTE et de l'OMS-Cameroun</i>).....	145
Tabl. 32 : Objectifs à atteindre dans le cadre de la gestion rationnelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué.....	157
Tabl. 33 : Domaines d'intervention et actions à mener dans le cadre de la gestion des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué.....	158
Tabl. 34 : Hiérarchisation des actions à mener pour une gestion rationnelle de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué.....	159
Tab. 35 : Techniques d'application de la gestion rationnelle de l'eau en rapport avec l'aménagement territorial.....	161
Tabl. 36 : Modalités d'actions des acteurs institutionnels et non institutionnels	162
Tabl. 37 : Avantage et inconvénients inhérents au maintien du statut quo de la gestion actuelle des ressources en eau.....	165
Tabl. 38 : Contraintes liées à la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué	178
Tabl. 39 : Atouts liés à la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Abiergué.....	179

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : DONNEES CLIMATIQUES DE LA VILLE DE YAOUNDE (1984-2012)	223
ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE UTILISE DANS LE CADRE DES ENQUÊTES AUPRES DES MENAGES	227
ANNEXE 3 : GUIDE D'ENTRETIEN A L'INTENTION DES ACTEURS INSTITUTIONNELS ET NON-INSTITUTIONNELS OEUVRANT DANS LA GESTION DE L'EAU A YAOUNDE	232
ANNEXE 4 : QUESTIONNAIRE UTILISE DANS LE CADRE DES FOCUS GROUP....	234
ANNEXE 5 : RESULTATS DES MESURES DE DEBITS DE L'ABIERGUE	235
ANNEXE 6 : DONNEES HYDROMETRIQUES DE QUELQUES PUITS ET SOURCES DU BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE	236
ANNEXE 7 : CODIFICATION ET DESCRIPTION DES OUVRAGES SELECTIONNES POUR L'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE, BACTERIOLOGIQUE ET PARASITOLOGIQUE DES EAUX.....	240
ANNEXE 8 : CONSENTEMENT ECLAIRE ET VOLONTAIRE.....	241
ANNEXE 9 : RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES, BACTERIOLOGIQUES ET PARASITOLOGIQUES DES EAUX.....	242
ANNEXE 10 : ANALYSE GEOCHIMIQUE DES GNEISS DE YAOUNDE.....	251
ANNEXE 11 : CADRE LEGISLATIF, REGLEMENTAIRE ET INSTITUTIONNEL DE LA GESTION URBAINE DES RESSOURCES EN EAU AU CAMEROUN	252
ANNEXE 12 : RESULTATS DE L'ANALYSE GRANULOMETRIQUE DES SOLS	255

ANNEXES

ANNEXE 1 : DONNEES CLIMATIQUES DE LA VILLE DE YAOUNDE (1984-2012)

Tableau : températures moyennes mensuelles (°C) de la ville de Yaoundé de 1984 à 2012
(Source : Station Météorologique de Yaoundé)

Années	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1984	24	25,6	24,6	24,6	24,1	23,3	22,9	23,2	23,1	23,5	23,6	23,7
1985	24,6	25,6	25,3	24,9	24,2	23,3	22,7	23,1	23,2	23,1	24	23,5
1986	24,6	25,4	24,1	24,8	24,6	23,8	22,4	23,1	23,2	23,3	23,8	24
1987	24,5	26,3	25,1	25,1	24,4	24,1	23,7	23,7	23,8	23,7	24,3	24,7
1988	25,1	26	25,7	24,9	24,6	23,4	22,7	22,9	23,3	23,5	24,2	23,9
1989	23,6	25,5	25,1	24,8	23,8	23,7	22,8	22,9	23,5	23,4	23,9	23,7
1990	24,6	25,8	26,6	26,1	24,3	24	22,8	22,9	23,1	23,9	24	24,8
1992	23	24,9	24,6	23,8	23,2	22,2	21,6	21,3	22	22,3	22,8	23,5
1993	23,6	24,5	23,7	24	23,7	24,5	23,4	23,1	24	23,7	24,5	24,5
1994	24,9	26,1	26	25,4	24,4	24,1	23	23,5	23,7	23,1	23,9	24,4
1995	25,3	25,4	25,6	25,4	24,5	24,4	24,1	23,8	23,5	23,7	24,5	24,7
1996	26	25	24,3	24,5	25,1	24,1	22,8	23,7	23,3	23,4	23,5	23,7
1997	25,8	24,6	24,2	24,6	24,5	24,5	23,4	22,9	23,6	24,5	24,2	24,2
1998	25,5	25,8	25,6	25,1	24,9	24	23,7	22,8	24	23,9	23,3	24,4
1999	25,1	25,4	25,9	24,7	24,5	24,2	23,4	23,6	23,8	23,7	24,2	24,8
2000	25,1	25,7	26,3	24,9	24,9	23,8	24,7	24,5	24,2	23,6	24,1	24,6
2001	25,2	26,2	25,7	25,3	25,5	24,4	23,3	23,6	23,9	24,1	24,4	25
2002	25	26,1	25,4	26,1	24,3	23,6	22,8	23	23,3	23,4	23,9	23,9
2003	25,5	27,2	26,7	25,5	25,6	24	23,7	23,3	23,6	23,1	23,6	24,7
2004	24,9	25,8	26	24,6	24,5	24,5	23,4	23	24	22,3	22,7	24,2
2005	26	26,2	26	25,1	24,9	24	23	23,8	23,1	24,5	23,3	24,8
2006	25,8	23,8	25,9	25,6	25,3	25,1	24,2	24,1	24,5	24,7	24,7	25,1
2007	25,3	27,3	27	25,7	25,3	23,3	23,7	23,7	23,9	23,9	24,1	25,2
2008	25,0	26	24,5	23,9	24,1	24	23,3	23,1	23,6	23,1	24,2	23,6
2009	24,8	25,3	25,2	24,7	23,9	23,1	23,5	23,4	23,8	22,6	23,1	24,3
2010	25,1	25,6	24,0	24,4	25,3	23,3	23,2	22,5	23,0	23,2	23,4	23,7
2011	25,3	25,4	25,5	25,1	23,9	23,1	22,9	22,3	22,3	23,0	24,4	25,6
2012	25,5	25,9	25,1	24,6	24,0	23,8	23,3	23,2	23,5	23,4	24,8	25,2
Moyennes mensuelles interannuelles	25,0	25,7	25,3	24,9	24,5	23,8	22,4	23,2	23,5	23,5	23,9	24,4

Tableau : précipitations mensuelles de la ville de Yaoundé de 1984 à 2012 (Station Météorologique de Yaoundé)

Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Totaux
1984	1,1	38,3	211,9	174,8	229,5	328,1	186	151,8	339,5	232,2	102,3	40	2035,9
1985	26,4	8,1	128,7	245,2	226,5	166,5	119	194,2	320,5	431,6	180,7	9,8	2056,7
1986	22,5	41,2	116,6	107,5	287,7	200,5	65,7	176,9	195,8	253,4	67,7	0	1535,5
1987	0	22,7	191,6	230,6	127,6	86,9	107	81,8	269,2	173,9	116,7	1,9	1409,5
1988	10,6	40,3	125,3	216,7	230,1	128,8	66,6	97,8	167,4	311,8	68,5	14,9	1478,8
1989	3,4	0	127,8	171,2	308,4	139,9	44,5	200,3	215,3	222,6	136,8	3,6	1573,8
1990	14,5	10,8	35,1	64,1	216,5	128,4	56,3	230,5	386,6	296,4	121,7	51,8	1612,7
1991	0	53,5	116	161,9	250,5	107	50,5	23,8	102,9	256,6	123,8	13,7	1260,2
1992	36,3	0,2	85,8	126,1	88,9	152,7	68,2	21,5	199,3	291	72,1	0	1142,1
1993	1,8	42,5	130,2	124,1	150,3	104,3	50,2	223,6	285,7	300,5	112	11	1536,2
1994	11,6	10,5	126,9	130,4	209,7	64,7	117	26,9	151,7	254	80,1	0	1183,7
1995	0,4	79	155,5	223,9	110,6	112,4	53,7	81,9	87	202,7	101,7	0,4	1209,2
1996	27	14,5	212,5	148,3	174,3	108,3	77,6	102,4	219,8	330,7	8,7	0,2	1424,3
1997	24,2	11,9	76,8	125,7	115,2	129	137	118,3	323,6	237,1	45	15,5	1359,7
1998	31,9	16,1	87,3	139	256,5	121,9	105	23,1	261,5	278,9	117,5	41,3	1480,1
1999	15,7	97,1	91,9	202,3	185,2	132,5	78,1	286,6	202,2	303	180,9	16,8	1792,3
2000	2,6	11,9	66,4	260,6	119,4	189,5	112	146,9	234,6	310,8	99,6	0	1554,4
2001	13,4	2,1	100,1	107,4	234,4	182	43,2	31,8	187,6	205,3	81,8	29,4	1218,5
2002	0	35,3	173,8	167,2	182,8	117,6	116	150	267,3	316,9	77,1	28,7	1632,5
2003	11,7	70	144,2	60,2	201,7	234,9	68	134,4	224,1	264,7	122,8	16,8	1553,5
2004	26,4	5,4	55,2	146,9	192,5	165,6	107	247,6	343,4	248,7	164,1	8,3	1711,2
2005	3,4	6,3	86,8	118,1	175,7	76,1	76,1	16,7	121,8	185,7	272,5	48,5	1187,7
2006	24,2	32,6	148	231	187,6	175,7	46,7	25,3	138,8	259	137	6,7	1412
2007	0,0	3,8	49,9	224,1	261,1	157,8	149,3	175,0	432,5	231,1	193,1	168,2	2045,9
2008	0,8	7,1	266,8	257,3	198,9	275,5	76,3	93,7	241,2	272,2	45,2	76,0	1811
2009	62,3	54,6	104,6	205,0	309,4	241,7	91,7	184,3	169,3	279,5	98,1	0,0	1800,5
2010	4,5	68,7	215,9	212,8	251,4	90,9	63,1	130,3	149,1	362,0	230,6	7,2	1786,5
2011	8,9	201,4	114,0	238,4	380,1	142,8	78,7	192,8	254,8	182,5	108,3	0,0	1902,7
2012	26,3	10,2	156,2	224,1	240,4	157,2	96,9	131,0	262,4	379,2	210,5	11,2	1905,6
Moyennes interannuelles	14,7	35,6	132,2	180,2	218	157,8	89,5	132,2	241,2	281,2	124,2	22,2	1626,03

Tableau : humidité relative de la ville de Yaoundé de 1984 à 2006 (moyenne) puis de 2007 à 2012 (Source : Station Météorologiques de Yaoundé)

Années	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	JUIL	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1984 -2006 (Moyenne)	75	73,4	76	80	81	82,7	82	83,8	82	82	80	79,3
2008	68	62	75	77	81	83	85	82	79	82	79	77
2009	74	67	80	79	79	80	78	80	78	81	80	76
2010	66	63	73	76	77	81	80	79	80	78	78	79
2011	70	71	70	79	79	80	84	78	81	82	81	77
2012	65	69	76	77	78	82	81	83	79	84	78	75
Moyennes mensuelles interannuelles (2008 - 2012)	68,6	66,4	74,8	77,6	78,8	81,2	81,6	80,4	79,4	81,4	79,2	76,8

Tableau : Evapotranspiration de la ville de Yaoundé de 2008 à 2012
(Source : Station Météorologique de Yaoundé)

Années	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	JUIL	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
2008	97,3	115,8	75,5	76,8	84,1	79,0	86,3	95,7	87,5	91,2	110,3	111,0
2009	99,7	124,0	90,2	87,4	73,8	91,7	75,1	98,4	75,1	100,5	90,2	107,6
2010	114,6	100,4	80,3	92,6	71,2	75,3	71,8	93,2	82,6	79,1	85,7	102,2
2011	109,4	119,1	93,2	102,3	86,5	91,2	88,6	82,9	97,0	93,8	80,0	100,9
2012	113,1	106,6	79,6	105,1	97,7	72,6	94,1	96,7	101,3	88,2	102,5	114,1
Moyennes mensuelles interannuelles	106,8	113,2	83,8	92,8	82,6	82	83,2	93,4	88,7	90,5	93,7	107,1

Tableau : Paramètres du bilan hydrologique de Yaoundé (pour la période 1984 à 2012) calculés d'après la méthode de Thornthwaite and Mather (1995)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
T(C°)	25,0	25,7	25,3	24,9	24,5	23,8	22,4	23,2	23,5	23,5	23,9	24,4	
P(mm)	14,7	35,6	132,2	180,2	218	157,8	89,5	132,2	241,2	281,2	124,2	22,2	1629,03
ETP(mm)	106,8	113,2	83,8	92,8	82,6	82	83,2	93,4	88,7	90,5	93,7	107,1	
ETR(mm)	14,7	35,6	83,8	92,8	82,6	82	83,2	93,4	88,7	90,5	93,7	107,1	948,1
RFU(mm)	0	0	36,2	100	100	100	100	100	100	100	100	15,1	
Δ RFU (mm)	0	0	84,6	187,4	235,4	175,8	106,3	138,8	252,5	290,7	130,5	-69,8	
WS (mm)	-84,9	-100	-51,6	-12,6	135,4	75,8	6,3	38,8	152,5	190,7	30,5	-84,9	
P-ETP (mm)	-92,1	-77,6	48,4	87,4	135,4	75,8	6,3	38,8	152,5	190,7	30,5	-84,9	
ETP - ETR	92,1	77,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Alpha (%)	-0,86	-0,69	0,58	0,94	1,64	0,92	0,08	0,42	1,72	2,11	0,33	-0,79	
Déficit (mm)	77	77,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	154,6
Excédent (mm)	0	0	48,4	87,4	135,4	75,8	6,3	38,8	152,5	190,7	30,5	0	765,8
Bilan hydrique (mm)	77	77,6	48,4	87,4	135,4	75,8	6,3	38,8	152,5	190,7	30,5	-84,9	611,2

RFU = Réserve facilement utilisable

ΔRFU = variation de la réserve facilement utilisable

ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE UTILISE DANS LE CADRE DES ENQUÊTES AUPRES DES MENAGES



Unité EAU-ENVIRONNEMENT-DEVELOPPEMENT

Projet de Thèse de Doctorat/Ph.D :

« VERS UNE GESTION RATIONNELLE DE L'EAU DANS UNE SITUATION COMPLEXE
D'URBANISATION ANARCHIQUE DANS UN PAYS EN DEVELOPPEMENT : CAS DU
BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE (YAOUNDE-CAMEROUN) »

Enquête ménage dans le bassin versant de l'Abiergué sur les aspects socio-économiques, sanitaires et environnementaux liés à la gestion des ressources en eau

Strictement confidentiel et à but non-fiscal

Les informations collectées au cours de cette enquête sont strictement confidentielles au terme de la loi N°91[023] du 16 Décembre 1991 sur les Recensements et Enquêtes Statistiques

SECTION 0 : EQUIPE DE COLLECTE ET DE SAISIE

SOQ01	Date de l'enquête	__ __ __ __ __ __
SOQ02	Nom de l'enquêteur _____	__ __
SOQ03	Nom du contrôleur _____	__
SOQ04	Nom de l'agent de saisie _____	_____
SOQ05	Numéro de fiche	__ __ __

SECTION 1 : RENSEIGNEMENTS GENERAUX

S1Q01	Nom de l'enquêté _____		__	
S1Q02	Quartier de résidence : _____		__	
S1Q03	Age (en année révolue) _____		__ __	
S1Q04	Nationalité du chef de ménage : 1-Camerounais 2-Autre à préciser _____		__	
S1Q05	Sexe du chef de ménage : 1- Masculin 2- Féminin		__	
S1Q06	Religion de l'enquêté 1 = Catholique 4 = Animiste	2 = Protestant(e) 5= Autres (à préciser)	3 = Musulman(e)	__

S1Q07	Statut matrimonial de l'enquêté <i>1 = Célibataire, 2 = Mariée 3= En union libre (pas maritalement) 4 = Divorcé 5 = Veuf</i>	__
S1Q08	Ethnie : <i>1- Douala 2-Bamiléké 3- Béti 4- Eton 5- Haoussa 6- Autres (à préciser)</i>	__
S1Q09	Niveau d'instruction <i>1= Sans niveau, 2 = Primaire, 3 = Secondaire général, 4 = Secondaire technique, 5 = Supérieur 6- Ne sait pas</i>	__
S1Q10	Activité exercée : <i>1- Fonctionnaire 2- Commerçant 3- agriculteur 4- Eleveur 5- Sans activité 6- petit commerce 8- Autres (à préciser)</i>	__
S1Q11	Exerce t-il une activité secondaire ? <i>1-Oui 2- Non (Sinon, passer à S1Q13)</i>	__
S1Q12	Si oui le/lesquelles ?	__
S1Q13	Quel est votre statut quant à ce qui concerne votre maison d'habitation ? <i>1- Propriétaire 2- Locataire 3-Maison familiale 4-Maison d'une connaissance ou d'un ami 5-Ne sait pas 6-Autres (à préciser)</i>	__
S1Q14	Combien de personnes vivent dans le ménage ?	__ __
S1Q15	Y'a-t-il d'autres ménages vivant dans la même concession que vous ? <i>1-Oui 2- Non (Si non aller à S2Q01) 3- Ne sait pas</i>	__
S1Q16	Si oui, combien sont-ils ? (nombre de ménages)	__
S1Q17	Combien de personnes vivent dans votre concession ?	__ __

SECTION 2 : APPROVISIONNEMENT EN EAU

S2Q01	Quels sont les principaux modes d'approvisionnement en eau ? <i>1- Puits 2- Source 3- Borne fontaine 4- Eau de la CDE à domicile 5- eau de la CDE chez le voisin 6- Forage 7- Rivière 8- Autres (à préciser)</i>	__ __ __ __
S2Q02	Est-ce que vous traitez l'eau du puits ou de la source avant de consommer ? <i>1-Oui 2-Non (Si non allez à la question S2Q04)</i>	__
S2Q03	Si oui, quels sont les produits que vous utilisez ?	__

SECTION 3 : HYGIENE ET ASSAINISSEMENT

S3Q01	<p>Quels sont les modes d'assainissement de votre ménage ?</p> <p><i>1- Latrine à fond perdu 2- Latrine à canon 3- Latrine améliorée</i> <i>4- WC moderne avec fosse 5- Autres (à préciser)</i></p>	__
S3Q02	<p>Quels sont les modes d'évacuation des ordures ménagers de votre ménage ?</p> <p><i>1- Fosse fumière 2- Abonné pré collecte 3- Bac public 4- Enlèvement direct par HYSACAM</i> <i>6- Rigoles 7- Autres (à préciser)</i></p>	__
S3Q03	<p>Où vont les ordures qui sont versées dans les rigoles ?</p> <hr/>	__
S3Q04	<p>Qui s'occupe de l'évacuation des déchets chez vous?</p> <p><i>1- Enfants de 0 à 5 ans 2- Enfants de 5 à 10 ans 3- Enfants de 10 à 15 ans</i></p>	__

	4- Jeunes de 15 à 20 ans 5- Jeunes ayant plus de 20 ans 6- Ne sait pas 7- Autres (à préciser) _____	
S3Q05	Quel est le mode d'évacuation des eaux usées ? 1- Rigole 2- Latrine 3- WC 4- Ne sait pas 5- Autres (à préciser) _____	__
S3Q06	Connaissez vous où vont les eaux usées que vous produisez ? 1- Oui 2- Non (Si non, allez S4Q01)	__
S3Q07	Si Oui, où ? _____	__

SECTION 4 : RISQUES SANITAIRES ET INCIDENCES		
S4Q01	Quels sont selon vous les maladies que l'on peut attraper en utilisant des eaux sales ? _____	__
S4Q02	Avez- vous déjà souffert de l'amibiase intestinale ? 1- Oui 2- Non (Si non, allez à S4Q05)	__
S4Q03	Quels ont été les moyens de traitement ? 1- Hôpital 2- Tradipraticien 3- Remède dans la rue 4- Utilisation des plantes 5- Ne sait pas 6- Autres (A préciser) _____	__
S4Q04	Dans quel intervalle se situent les coûts de traitement ? 1- [5 000 15 000] 2- [15 000 25 000] 3- [25 000 50 000] 4- [50 000 75 000] 5- Plus de 75 000 FCFA 6- Ne sait pas	__
S4Q05	Avez- vous déjà souffert de la typhoïde ? 1- Oui 2- Non (Si non allez à S4Q08)	__
S4Q06	Quels ont été les moyens de traitement ? 1- Hôpital 2- Tradipraticien 3- Remède dans la rue 4- Utilisation des plantes 5- Ne sait pas 6- Autres (A préciser) _____	__
S4Q07	Dans quel intervalle se situent les coûts de traitement ? 1- [5 000 15 000] 2- [15 000 25 000] 3- [25 000 50 000] 4- [50 000 75 000] 5- Plus de 75 000 FCFA 6- Ne sait pas	__
S4Q08	Avez- vous déjà souffert de la Bilharziose ? 1- Oui 2- Non (Si non, allez à S4Q11)	__
S4Q09	Quels ont été les moyens de traitement ? 1- Hôpital 2- Tradipraticien 3- Remède dans la rue 4- Utilisation des plantes 5- Ne sait pas 6- Autres (A préciser) _____	__
S4Q10	Dans quel intervalle se situent les coûts de traitement ? 1- [5 000 15 000] 2- [15 000 25 000] 3- [25 000 50 000] 4- [50 000 75 000] 5- Plus de 75 000 FCFA 6- Ne sait pas	__

S4Q11	Quelle maladie hydrique vous a également affecté durant ces trois dernières années? 1- <i>Choléra</i> 2- <i>Diarrhées graves</i> 3- <i>Autres (préciser)</i> _____	__
-------	---	----

SECTION 5 : GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU		
S5Q01	Avez-vous déjà entendu parler de gestion intégrée des ressources en eau ? 1- <i>Oui</i> 2- <i>Non</i>	__
S5Q02	Y-a-t-il des associations qui œuvrent dans la gestion des ressources en eau dans votre quartier ? 1- <i>Oui</i> 2- <i>Non (Si non, allez à S5Q04)</i>	__
S5Q03	Si oui, lesquelles_____ <i>La gestion intégrée des ressources en eau consiste à bien gérer l'eau pour nous-même et pour les générations futures</i>	__
S5Q04	Est-ce que cela peut être possible dans le bassin de l'Abiergué ? 1- <i>Oui</i> 2- <i>Non</i>	__
S5Q05	Qu'est ce qui peut empêcher la mise en œuvre de la gestion intégrée des eaux dans le bassin versant de l'Abiergué ? 1- <i>Mentalité des gens</i> 2- <i>La multiplicité des acteurs institutionnels et non institutionnels</i> 3- <i>Le manque de structure devant appliquer cette politique</i> 4- <i>Ne sait pas</i> 5- <i>Autres (A préciser)</i> _____	__ __
S5Q06	Qu'est ce que vous préconisez pour la mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué ?_____	__

Merci pour votre participation

**ANNEXE 3 : GUIDE D'ENTRETIEN A L'INTENTION DES ACTEURS
INSTITUTIONNELS ET NON-INSTITUTIONNELS OEUVRANT DANS LA
GESTION DE L'EAU A YAOUNDE**



Unité EAU-ENVIRONNEMENT-DEVELOPPEMENT

PROJET DE RECHERCHE :

**« VERS UNE GESTION RATIONNELLE DE L'EAU DANS UNE SITUATION COMPLEXE
D'URBANISATION ANARCHIQUE DANS UNE PAYS EN DEVELOPPEMENT : CAS DU
BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE (YAOUNDE-CAMEROUN) »**

**GUIDE D'ENTRETIEN A L'INTENTION DES ACTEURS INSTITUTIONNELS ET
NON-INSTITUTIONNELS OEUVRANT DANS LA GESTION DES RESSOURCES EN
EAU A YAOUNDE II et VII**

- 1- Nom du Ministère ou de l'organisme :

- 2- Noms, fonction et adresse du répondant :

- 3- Qu'entendez-vous par Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) ?

- 4- Quelles sont les missions assignées à votre organisme ou à votre ministère en ce qui concerne la gestion des ressources en eau à Yaoundé II et VII ?

- 5- Pensez-vous que la GIRE est une réalité sur le terrain aujourd'hui à dans le bassin versant de l'Abiergué ?

- 6- Quelles sont les contraintes que votre organisme ou ministère rencontre dans la mise en œuvre de ses actions en ce qui concerne la GIRE ?

7- Concrètement, quelles sont les activités que votre organisme mène actuellement pour promouvoir la GIRE dans le bassin versant de l'Abiergué ?-----

8- Quelles sont les actions inscrites dans votre programme d'action pour les 05 prochaines années et qui portent sur la mise en œuvre de la GIRE dans le bassin versant de l'Abiergué?-----

9- Quels sont les résultats significatifs que vous (organisme ou ministère) avez déjà obtenu depuis que vous œuvrez dans le domaine de la GIRE dans le bassin versant de l'Abiergué?-----

10- Etes-vous (organisme ou ministère) satisfait à ce jour de vos actions sur le terrain ?-----

11- Si oui, pourquoi ?-----

12- Si non, quels sont les points à revoir pour maximiser vos actions ?-----

13- Disposez-vous au sein de votre structure ou ministère, une base de données sur les ressources en eau dans le bassin versant de l'abiergué ?-----

14- Est-ce que vous (organisme ou ministere) développez des collaborations avec d'autres structures travaillant dans le domaine de la GIRE dans le bassin versant de l'Abiergué? ---

15- Si oui, pouvez-vous citer ces structures ? -----

16- De façon globale, que pensez-vous de la mise en œuvre de la GIRE dans le contexte des pays en développement ?-----

MERCI POUR VOTRE COLLABORATION

ANNEXE 4 : QUESTIONNAIRE UTILISE DANS LE CADRE DES FOCUS GROUP



Unité EAU-ENVIRONNEMENT-DEVELOPPEMENT

Projet de recherche :

« VERS UNE GESTION RATIONNELLE DE L'EAU DANS UNE SITUATION COMPLEXE D'URBANISATION ANARCHIQUE DANS UNE PAYS EN DEVELOPPEMENT : CAS DU BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE (YAOUNDE-CAMEROUN) »

➤ REPRESENTATIONS DE L'EAU

1. Que représente l'eau pour vous?
2. Quelle est la symbolique de l'eau dans votre culture? dans votre religion?

➤ ACCES A L'EAU POTABLE

3. Qui s'occupe de l'approvisionnement en eau dans votre ménage?
4. Quelles sont les modalités d'approvisionnement en eau potable?
5. Combien dépensez-vous par mois pour l'eau potable?
6. Quelle est la distance que vous parcourez pour aller puiser de l'eau potable?

➤ ASSAINISSEMENT ET EVACUATION DES DECHETS

7. Quelles sont les modalités d'évacuation des eaux usées?
8. Quelles sont les modalités d'évacuation des déchets solides?
9. Quelles sont les modalités d'évacuation des excréta?
10. Que préconisez-vous pour améliorer la gestion des déchets solides, des excréta et des eaux usées dans votre quartier?

➤ POLLUTION DES EAUX

11. Quelles sont les différentes sources de pollution des ressources en eau (eau de surface et eau souterraine) dans le bassin versant de l'Abiergué?
12. Quelles sont les mesures à prendre pour réduire la pollution des eaux dans votre quartier?

➤ IMPACTS LIES A LA DEGRADATION DES RESSOURCES EN EAU

13. Quels sont les impacts liés à la pollution des ressources en eau?
14. Quels sont les impacts liés à la mauvaise gestion des ressources en eau?
15. Citez les maladies hydriques qui sévissent au quotidien dans votre quartier?
16. Chiffrez les dépenses liées aux différentes maladies hydriques qui sévissent dans votre quartier?

➤ PERSPECTIVES POUR AMELIORER LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU DANS LE BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE

17. Que pensez-vous de la gestion actuelle des ressources en eau dans votre quartier?
18. Que faut-il faire pour améliorer la gestion des ressources en eau dans votre quartier?
19. Existe-t-il des associations qui œuvrent pour une meilleure gestion de l'eau dans votre quartier? Si oui, citez-les.

➤ GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU

20. Aviez-vous déjà entendu parler de la gestion intégrée des ressources en eau? Si oui, pouvez-vous donner une définition simple de la gestion intégrée des ressources en eau?
21. Quelles sont les entraves liées à sa mise en œuvre dans le bassin versant de l'Abiergué?
22. Quels sont les atouts liés à sa mise en œuvre dans le bassin versant de l'Abiergué?

MERCI POUR VOTRE COLLABORATION

ANNEXE 5 : RESULTATS DES MESURES DE DEBITS DE L'ABIERGUE

Tableau : Données saisonnières des débits de l'Abiergué à Nkolbisson

		Saison sèche (Mars 2011)	Saison humide (Juin 2011)	Saison sèche (Mars 2012)	Saison humide (Juin 2012)
Longueur (m)		4	4	4	4
Largeur (m)		3,4	4,1	3	4,8
Profondeur (m)	P1	0,5	0,85	0,75	0,8
	P2	0,45	0,6	0,6	0,6
	P3	0,35	0,55	0,55	0,55
	P4	0,3	0,4	0,4	0,4
	P5	0,2	0,2	0,55	0,2
	P6	0,15	0,1	0,2	0,1
	Profondeur moyenne $P_m = (P1+P2+P3+P4+P5+P6)/6$	0,89	1,13	1,01	1,24
Section moyenne	$S_m (m^2) : 1 \times P_m$	3,03	4,65	3,03	5,96
Temps	Temps moyen 1 (T1)	8	5	6	6
	Temps moyen 2 (T2)	10	7	9	8
	Temps moyen 3 (T3)	11	9	9	9
	Temps moyen 4 (T4)	13	12	11	10
	Temps moyen 5 (T5)	14	13	10	12
	Temps moyen 6 (T6)	18	19	15	20
Temps moyen général (s)	$T = (T1+T2+T3+T4+T5+T6)/6$	12,33	10,83	10,00	10,83
Vitesse (m/s)	$V=L/T$	0,32	0,37	0,40	0,37
Volume d'eau (m^3)	$V=L \times 1 \times P_m$	12,12	18,59	12,1	23,84
Débit (m^3/s)	$V/\text{Temps moyen général}$	1,0	1,7	1,2	2,2

ANNEXE 6 : DONNEES HYDROMETRIQUES DE QUELQUES PUITS ET SOURCES DU BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE

Tableau : Variations piézométriques enregistrées au niveau des puits dans le bassin versant de l'Abiergué (De fin avril 2011 à mi-mai 2011)

N°	Quartier	Altitude	Profondeur (m) (saison sèche) Fin Avril 2011	Profondeur (m) (Saison humide) Mi-Mai 2011	Latitude	Longitude	Fluctuation piézométrique (m)
1	Carrière	733	2,4	2,6	03°52,830	11°29,180	0,2
2	Carrière	745	1,2	1,35	03°52,851	11°29,213	0,15
3	Carrière	735	1,1	1,2	03°52,845	11°29,235	0,1
4	Carrière	739	7,5	7,5	03°52,917	11°29,152	0
5	Carrière	758	9,65	9,8	03°52,925	11°29,192	0,15
6	Carrière	764	2,55	2,6	03°52,974	11°29,192	0,05
7	Carrière	760	1,5	1,5	03°52,980	11°29,186	0
8	Carrière	750	2,5	2,55	03°52,982	11°29,176	0,05
9	Carrière	764	4,2	4,3	03°52,983	11°29,194	0,1
10	Carrière	747	2,1	2,25	03°52,906	11°29,109	0,15
11	Carrière	747	1	1	03°52,872	11°29,114	0
12	Carrière	750	1,8	1,95	03°52,891	11°29,125	0,15
13	Carrière	748	0,4	0,55	03°52,893	11°29,085	0,15
14	Carrière	757	6	6,2	03°52,899	11°29,065	0,2
15	Carrière	779	13,5	13,5	03°52,955	11°29,1046	0
16	Carrière	794	0,2	0,25	03°52,997	11°28,926	0,05
17	Etetack	774	1,2	1,2	03°52,991	11°28,918	0
18	Etetack	781	0,8	0,8	03°52,999	11°28,909	0
19	Etetack	771	3,2	3,25	03°52,974	11°28,917	0,05
20	Etetack	769	3,5	3,65	03°52,942	11°28,908	0,15
21	Etetack	776	0,9	0,95	03°52,939	11°28,918	0,05
22	Etetack	788	4,4	4,55	03°52,926	11°28,909	0,15
23	Etetack	788	2	2,05	03°52,929	11°28,909	0,05
24	Etetack	777	4,7	4,8	03°52,769	11°29,047	0,1
25	Etetack	784	4,9	5,1	03°52,755	11°29,046	0,2
26	Nkolbikok	695	3,4	3,45	03°51,908	11°29,372	0,05
27	Nkolbikok	701	3,2	3,3	03°51,919	11°29,359	0,1
28	Nkolbikok	726	0,85	1	03°51,964	11°29,405	0,15
29	Nkolbikok	749	0,5	0,65	03°51,984	11°29,410	0,15
30	Nkolbikok	729	0,3	0,35	03°52,074	11°29,401	0,05
31	Nkolbikok	744	1,3	1,4	03°52,078	11°29,407	0,1
32	Nkolbikok	732	2,5	2,6	03°52,075	11°29,351	0,1
33	Nkolbikok	727	0,9	1,1	03°51,997	11°29,237	0,2
34	Nkolbikok	720	1,4	1,5	03°52,020	11°29,217	0,1
35	Nkolbikok	726	0,1	0,2	03°52,045	11°29,192	0,1
36	Nkolbikok	711	0,6	0,65	03°52,094	11°29,188	0,05
37	Nkolbikok	773	10,2	10,35	03°52,493	11°29,135	0,15

38	Oyomabang	724	0,9	1,05	03°52,336	11°28,973	0,15
39	Oyomabang	715	1,1	1,15	03°52,283	11°28,902	0,05
40	Oyomabang	723	5,1	5,2	03°52,310	11°28,871	0,1
41	Oyomabang	716	4,4	4,55	03°52,293	11°28,888	0,15
42	Oyomabang	721	2,4	2,5	03°52,281	11°28,880	0,1
43	Oyomabang	730	2,2	2,25	03°52,275	11°28,857	0,05
44	Oyomabang	720	1,5	1,55	03°52,219	11°28,840	0,05
45	Oyomabang	728	1,1	1,2	03°52,247	11°28,817	0,1
46	Oyomabang	719	0	0,5	03°52,232	11°28,829	0,5
47	Oyomabang	725	2,1	2,2	03°52,229	11°28,795	0,1
48	Oyomabang	717	0,9	1,05	03°52,242	11°28,777	0,15
49	Oyomabang	717	0,5	0,55	03°52,240	11°28,757	0,05
50	Oyomabang	721	2,9	3,05	03°52,235	11°28,669	0,15
51	Oyomabang	707	7,8	7,95	03°52,246	11°28,619	0,15
52	Oyomabang	717	0,5	0,6	03°52,261	11°28,614	0,1
53	Oyomabang	717	0,2	0,25	03°52,267	11°28,545	0,05
54	Oyomabang	727	5,1	5,3	03°52,291	11°27,335	0,2
55	Nkolbisson	706	3,8	3,95	03°52,322	11°27,318	0,15
56	Nkolbisson	701	0	0,5	03°52,313	11°28,582	0,5
57	Nkolbisson	701	2,2	2,35	03°52,247	11°28,595	0,15
58	Nkolbisson	713	4,2	4,3	03°52,245	11°28,643	0,1
59	Nkolbisson	705	3,7	3,9	03°52,217	11°28,263	0,2
60	Nkolbisson	700	0,4	0,45	03°52,410	11°28,250	0,05
61	Nkolbisson	706	1,6	1,65	03°52,410	11°28,238	0,05
62	Nkolbisson	726	12,9	13,1	03°52,465	11°28,488	0,2
63	Nkolbisson	725	0,5	0,6	03°52,325	11°29,488	0,1
64	Nkolbisson	720	0,4	0,45	03°52,330	11°29,499	0,05
65	Nkolbisson	719	0,8	0,9	03°52,372	11°29,569	0,1
66	Nkolbisson	718	1,9	1,95	03°52,410	11°29,620	0,05
67	Nkolbisson	728	2,8	2,95	03°52,427	11°29,622	0,15
68	Nkolbisson	734	2,1	2,15	03°52,349	11°29,585	0,05
69	Nkolbisson	736	1,1	1,2	03°52,759	11°29,530	0,1
70	Nkolbisson	736	1,1	1,2	03°52,749	11°29,527	0,1
71	Nkolbisson	734	0,3	0,35	03°52,742	11°29,539	0,05
72	Nkolbisson	749	1	1,1	03°52,928	11°29,367	0,1
73	Nkolbisson	747	3,5	3,6	03°52,903	11°29,129	0,1
74	Nkolbisson	761	3,6	3,75	03°52,222	11°29,394	0,15
75	Nkolbisson	775	0,4	0,45	03°52,189	11°29,397	0,05
76	Nkolbisson	776	0,7	0,8	03°52,154	11°29,404	0,1
77	Nkolbisson	807	0,6	0,7	03°52,200	11°29,392	0,1

1. POINTS D'EAU SUIVIS

Parmi les ouvrages alternatifs d'approvisionnement en eau répertoriés, quelques uns ont fait l'objet d'un suivi mensuel en 2012. Les caractéristiques ainsi que les zones d'implantation de ces ouvrages sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau : Caractéristiques et zone d'implantation des ouvrages ayant fait l'objet d'un suivi hydrométrique mensuel

Codes de l'ouvrage	Quartier	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Localisation et caractéristiques
PUITS					
KPE₃	Etetack	752	3°52'54''N	11°29'06''E	Bas de pente, puits situé à 5m de l'affluent de l'Abiergué, puits sommairement aménagé
KPN₅	Nkolbisson	698	3°52'03''N	11°27'04''E	Milieu de pente, proche de la zone maraîchère, puits non aménagé
KPN₄	Nkolbisson	694	3°52'05''N	11°27'05''E	Bas de pente ; très proche des zones maraîchères, puits sommairement aménagé
KPM₆	Mokolo	727	3°52'06''N	11°29'09''E	Bas de pente, zone marécageuse, puits non aménagé
KPC₁	Carrière	720	3°53'01''N	11°29'12''E	Bas de pente ; puits très sollicité, puits sommairement aménagé
KPC₂	Carrière	744	3°52'55''N	11°29'21''E	Bas de pente, puits sommairement aménagé, rigole drainant les eaux usées à 2 m du puits
KPN₇	Nkolbikok	712	3°51'17''N	11°29'04'' E	Mi-pente, puits très sollicité dans le quartier, Puits aménagé,
KPCV₈	Cité-Verte	751	3°52'29''N	11°29'08''E	Mi-pente, puits sommairement aménagé
KPMB₁₁	Mbankolo	786	3°53'18''N	11°29'19''E	Sommet de pente, puits sommairement aménagé, puits très sollicité
KPM₁₂	Mokolo	732	3°52'35''N	11°29'35''E	Sommet de pente, puits sommairement aménagé
SOURCES					
KSE₂	Etetack	766	3°52'58''N	11°28'56''E	Source non aménagée, milieu de pente, nombreuses latrines aux abords immédiats, débit : 0,28l/s en saison humide (SH) et 0,12l/s en saison sèche (SS)
KSCV₃	Cité-Verte	746	3°52'07''N	11°29'02'' E	Source non aménagée, très sollicitée, latrines situées en amont de la source Débit : 0,70 l/s en SH et 0,40 l/s SS
KSE₄	Nkolbisson	703	3°52'45''N	11°27'06''E	Source sommairement aménagé, très sollicité par les populations, latrines situées en amont débit : 0,66 l/s en SH et 0,38 l/s en SS, source très sollicitée,
KSO₅	Oyomabang	720	3°52'18''N	11°29'05''E	Source non aménagée, très sollicitée par les populations, eau stagnante débit : 0,83 l/s en SH et 0,65 l/s en SS, source très sollicitée,
KSC₆	Carrière	773	3°52'58''N	11°29'19E	Source non aménagée, très sollicitée. Nombreuses latrines aux abords débit : 0,22 l/s en SH et 0,08 l/s en SS, source très sollicitée,

2. DONNEES HYDROMETRIQUES MENSUELLES DE QUELQUES PUITS ET SOURCES DU BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE

Tableau : Données des mesures des niveaux piézométriques des puits sélectionnés et calcul des fluctuations piézométriques

Codes du puits	Mars-12	Avr-12	Mai-12	Juin-12	Juil-12	Mars 2012 (Mois de référence)	Avr-12	Mai-12	Juin-12	Juil-12
KPE₃	3,5	3,1	2,6	2,9	3	0	0,4	0,9	0,6	0,5
KPN₅	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0	0	0,1	0,1	0
KPN₄	1,7	1,2	1,1	1,4	1,5	0	0,5	0,6	0,3	0,2
KPM₆	0,5	0,5	0,2	0,25	0,3	0	0	0,3	0,2	0,2
KPC₁	3,5	3,4	3	3,1	3,2	0	0,1	0,5	0,4	0,3
KPC₂	2,1	1,9	1,4	1,6	2	0	0,2	0,7	0,5	0,1
KPN₇	2,6	2,5	2	2,1	2,3	0	0,1	0,6	0,5	0,3
KPCV₈	14,8	14,8	14,6	14,5	14,5	0	0	0,2	0,3	0,3
KPMB₁₁	15	14,9	14,5	14,6	14,7	0	0,1	0,5	0,4	0,3
KPM₁₂	12,4	12,3	11,8	11,9	12,1	0	0,1	0,6	0,5	0,3

Tableau : Données des mesures de débits des sources (en l/s)

Mois Sources	Fév. 2011	Mars 2011	Avr. 2011	Mai 2011	Juin 2011	Juil. 2011
KSE₂	0,12	0,15	0,16	0,26	0,22	0,20
KSCV₃	0,40	0,44	0,55	0,70	0,62	0,46
KSE₄	0,38	0,42	0,54	0,66	0,58	0,48
KSO₅	0,65	0,72	0,76	0,83	0,75	0,66
KSC₆	0,08	0,14	0,15	0,22	0,18	0,14

Tableau : Données des mesures de débits des sources (en l/s)

Mois Sources	Mars 2012	Avr. 2012	Mai 2012	Juin 2012	Juil. 2012
KSE₂	0,14	0,18	0,28	0,24	0,18
KSCV₃	0,44	0,50	0,68	0,62	0,54
KSE₄	0,40	0,45	0,62	0,52	0,46
KSO₅	0,70	0,74	0,83	0,68	0,62
KSC₆	0,10	0,12	0,21	0,16	0,12

**ANNEXE 7 : CODIFICATION ET DESCRIPTION DES OUVRAGES
SELECTIONNES POUR L'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE,
BACTERIOLOGIQUE ET PARASITOLOGIQUE DES EAUX**

Tableau : Codification et description des ouvrages sélectionnés

Codes de l'ouvrage	Quartier	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Localisation et caractéristiques
PUITS					
KPC ₁	Carrière	720	3°53'01" N	11°29'12" E	Bas de pente ; puits très sollicité, puits sommairement aménagé
KPC ₂	Carrière	744	3°52'55" N	11°29'21" E	Bas de pente, puits sommairement aménagé, rigole drainant les eaux usées à 2 m du puits
KPE ₃	Etetack	752	3°52'54" N	11°29'06" E	Bas de pente, puits situé à 5m de l'affluent de l'Abiergué, puits sommairement aménagé
KPN ₄	Nkolbisson	698	3°52'03" N	11°27'04" E	Milieu de pente, proche de la zone maraîchère, puits non aménagé
KPN ₅	Nkolbisson	694	3°52'05" N	11°27'05" E	Bas de pente ; très proche des zones maraîchères, puits sommairement aménagé
KPM ₆	Mokolo	727	3°52'06" N	11°29'09" E	Bas de pente, zone marécageuse, puits non aménagé
KPN ₇	Nkolbikok	712	3°51'17" N	11°29'04" E	Milieu de pente, puits très sollicité dans le quartier, Puits aménagé,
KPCV ₈	Cité-Verte	751	3°52'29" N	11°29'08" E	Milieu de pente, puits sommairement aménagé
KPO ₉	Oyomabang	734	3°52'14" N	11°28'40" E	Milieu de pente, puits aménagé
SOURCES					
KSE ₁	Etetack	834	3°53'07" N	11°28'52" E	Source sommairement aménagée, débit : 0,15l/s en saison humide (SH) et 0,05l/s en saison sèche (SS), source très sollicitée,
KSE ₂	Etetack	766	3°52'58" N	11°28'56" E	Source non aménagée, milieu de pente, nombreuses latrines aux abords immédiats, débit : 0,20l/s en SH et 0,08l/s en SS
KSCV ₃	Cité-Verte	746	3°52'07" N	11°29'02" E	Source non aménagée, très sollicitée, débit : 0,70l/s en SH et 0,40l/s en SS, latrines situées en amont de la source
KSN ₄	Nkolbikok	747	3°52'11" N	11°29'01" E	Source non aménagée, débit : 0,10l/s en SH et 0,06l/s en SS, l'eau percolé à travers les fractures
FORAGE					
KFO ₁	Oyomabang	731	3°52'14" N	11°28'37" E	Forage très bien aménagé, très sollicitée par les populations
EAUX DE SURFACE					
KAN ₁	Nkolbisson	693	3°51'14" N	11°27'02" E	Après les terrains expérimentaux de l'IRAD
KAN ₂	Nkolbisson	696	3°52'03" N	11°27'02" E	Zone de confluence entre la Mefou et l'Abiergué
KAN ₃	Nkolbisson	697	3°52'03" N	11°27'04" E	Point de prélèvement des eaux pour arroser les produits maraîchers
KAO ₄	Oyomabang	698	3°52'05" N	11°27'13" E	Abiergué au carrefour d'Oyomabang
KAM ₅	Mokolo	710	3°52'04" N	11°29'06" E	Abiergué à Mokolo avant l'entrée Nord de la Cité-Verte
KEECV ₆	Cité-Verte	723	3°52'04" N	11°29'02" E	Eaux vannes provenant du lotissement SIC de la Cité-Verte

ANNEXE 8 : CONSENTEMENT ECLAIRE ET VOLONTAIRE



Unité EAU-ENVIRONNEMENT-DEVELOPPEMENT

PROJET DE RECHERCHE :

« VERS UNE GESTION RATIONNELLE DE L'EAU DANS UNE SITUATION COMPLEXE D'URBANISATION ANARCHIQUE DANS UNE PAYS EN DEVELOPPEMENT : CAS DU BASSIN VERSANT DE L'ABIERGUE (YAOUNDE-CAMEROUN) »

CONSENTEMENT ECLAIRE ET VOLONTAIRE

Dans le cadre du projet intitulé "**Vers une gestion intégrée des ressources en eau en zone urbaine tropicale humide : connaissance des ressources en eau et approche stratégique**", vous avez été accepté de vous prêter à certaines analyses. Ces analyses portent sur l'examen des selles en vue de la recherche des agents pathogènes responsables des maladies hydriques. Ces analyses seront trimestrielles et se feront sur une période de deux ans. Elles seront réalisées au District de Santé de la Cité-Verte. Les coûts liés à vos analyses seront supportés par le porteur du projet. Les résultats de vos analyses vous seront remis à votre demande. Ces résultats seront confidentiels et seules les statistiques seront utilisées pour apprécier la prévalence des maladies hydriques dans le bassin versant de l'Abiergué, site de notre étude.

Toutes les démarches propres à ces analyses s'appuient sur les directives prescrites par la Convention de Helsinki sur l'éthique et sur les recommandations du Comité de Bioéthique mis en place par le Ministère de la Santé du Cameroun.

Ce consentement éclairé et volontaire est établi pour servir et valoir ce que de droit.

L'ENQUETE

LE PORTEUR DU PROJET

ANNEXE 9 : RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES, BACTERIOLOGIQUES ET PARASITOLOGIQUES DES EAUX

Tableau : Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux (Campagne de Mars 2010)

Code échantillons	T (°C)	pH	MES (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	Fe ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	CF (UFC/100ml)	SF (UFC/100ml)
KSE ₁	28,9	5,40	7,0	6,7	0,46	4,6	6,0	0,65	0,15	4,39	2,98	1,01	1,61			30000	7400
KSE ₂	29,0	4,05	6,0	9,2	2,35	6,4	8,0	0,34	0,22	3,41	1,52	0,74	1,04			4500	2200
KSCV ₃	28,8	4,78	7,0	2,8	0,14	2,2	1,0	0,00	0,00	0,30	0,10	0,07	0,52			96000	930
KSN ₄	29,4	6,31	12,0	2,0	0,08	2,7	9,0	0,01	0,36	0,53	0,17	0,08	0,56			210	100
KFO ₁	28,9	4,41	8,0	7,3	0,25	5,3	14,0	0,01	0,12	4,66	2,63	0,70	1,05			7500	3600
KPC ₁	28,9	5,79	28,0	8,6	4,94	4,4	8,0	0,24	0,07	0,36	0,21	0,48	1,35			7000	940
KPC ₂	28,9	5,21	17,0	7,4	8,64	9,4	14,0	0,45	0,08	0,65	0,51	0,22	0,77			100	21
KPE ₃	29,2	3,09	4,0	6,7	1,32	4,5	62,0	0,01	0,01	0,73	0,40	0,08	0,49			27	10
KPN ₄	29,1	4,70	3,0	10,1	3,78	8,2	7,0	0,12	0,08	0,51	0,13	0,09	0,68			19000	3300
KPN ₅	28,6	5,38	4,0	4,1	0,16	8,1	7,0	1,00	3,24	5,24	3,00	0,66	1,18			740	560
KPM ₆	29,3	5,58	13,0	7,2	0,15	3,6	9,0	0,01	0,12	0,79	0,28	0,11	0,88			220	48
KPN ₇	29,0	4,69	11,0	1,7	0,26	3,3	8,0	0,01	0,01	0,88	0,23	0,28	0,63			18	4
KPCV ₈	29,0	4,48	4,0	6,9	0,14	9,3	70,0	1,47	0,08	5,22	1,54	1,30	1,47			1970	2600
KPO ₉	29,3	5,36	11,0	0,7	0,06	1,2	22,0	0,59	0,18	0,99	0,28	0,04	0,64			3800	1300
KAN ₁	28,7	6,61	45,0	6,2	0,11	8,6	40,0	0,12	0,22	1,27	1,40	1,80	1,03	100	20	8500	5000
KAN ₂	28,6	6,47	100,0	9,5	0,27	7,9	115,0	0,01	0,32	2,24	1,52	3,08	1,80	190	36	11000	5400
KAN ₃	28,5	6,94	165,0	10,9	6,72	18,5	65,0	0,50	5,00	4	2,63	5,49	2,42	80	32	9000	1100
KAO ₄	28,5	7,00	135,0	9,6	15,36	7,5	95,0	0,57	4,00	1,56	1,12	2,12	1,17	210	49	18000	8200
KAM ₅	28,7	7,05	10,0	10,2	8,78	9,2	120,0	0,95	4,50	1,01	0,77	1,36	1,28	480	58	50000	5300
KEECV ₆	28,7	7,48	60,0	7,9	28,80	7,6	40,0	1,04	1,65	0,72	0,89	0,79	0,84	7730	1680	62000	8100

Tableau : Analyse parasitologique des eaux (Campagne de Mars 2010)

Codes échantillons	<i>E.histo</i> (Kystes/L)	<i>Giardia Sp</i> (Kystes/L)
KAN ₁	0	0
KAN ₂	0	0
KAN ₃	0	0
KAO ₄	2	0
KAM ₅	6	0
KEECV ₆	33	0

Tableau : Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux (Campagne de Mai 2010)

Code échantillons	T (°C)	pH	MES (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	Fe ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	DCO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	CF (UFC/100mL)	SF (UFC/100mL)
KSE ₁	26,2	4,89	4,0	0,10	0,11	13,9	4,0	0,65	0,02	3,02	2,08	0,87	1,67	13,42			20000	5100
KSE ₂	26,2	6,04	22,0	0,12	0,19	4,1	7,0	0,34	0,17	2,45	1,19	0,57	0,76	24,40			4000	1760
KSCV ₃	26,2	5,68	6,0	0,07	0,02	7,4	1,0	0,45	0,05	0,99	0,89	0,35	0,71	0,00			130	67
KS _N ₄	26,3	5,33	2,0	0,04	0,10	8,4	2,0	0,01	0,02	0,96	0,75	0,12	0,59	10,98			23	7
KFO ₁	26,3	6,05	5,0	0,04	0,07	2,4	2,0	0,59	0,17	1,71	1,24	0,02	0,49	23,18			3000	1220
KPC ₁	26,3	5,57	10,0	0,07	0,12	7,5	4,0	0,00	0,11	0,31	0,18	0,05	0,55	9,76			68640	880
KPC ₂	26,3	5,04	7,0	0,04	0,04	25,3	3,0	0,01	0,11	1,62	1,19	0,52	1,02	10,98			18	3
KPE ₃	26,2	5,69	7,0	0,08	0,10	17,8	7,0	0,01	0,16	3,19	1,84	0,87	0,78	25,62			5700	2940
KPN ₄	26,3	5,45	9,0	0,05	0,06	7,0	3,0	0,01	0,11	1,43	1,09	0,14	0,72	7,32			220	59
KPN ₅	26,3	4,89	14,0	0,11	0,36	29,6	8,0	1,47	2,94	3,94	1,49	1,13	1,10	46,36			1300	170
KPM ₆	26,3	5,87	5,0	0,05	0,06	20,3	6,0	0,12	0,07	0,86	0,61	0,06	0,65	30,50			24000	4200
KPN ₇	26,2	6,36	6,0	0,06	0,05	25,4	3,0	1,00	0,10	3,49	2,00	0,91	0,91	41,48			560	430
KPCV ₈	26,2	5,28	4,0	0,03	0,01	12,0	25,0	0,24	0,00	0,31	0,21	0,38	1,57	8,54			5000	600
KPO ₉	26,3	5,65	8,0	0,11	0,09	4,6	5,0	0,01	0,11	0,82	0,58	0,03	0,51	12,20			280	130
KAN ₁	26,2	6,04	23,0	0,06	0,32	24,2	6,0	0,12	1,45	1,20	1,29	1,40	0,95	65,88	270	80	14000	700
KAN ₂	26,3	5,90	10,0	0,20	0,83	6,5	3,0	0,01	1,03	1,98	1,50	2,25	1,46	21,96	220	70	60000	4400
KAN ₃	26,2	5,83	42,0	10,90	1,37	8,5	3,0	0,50	1,92	3,60	2,69	3,79	1,94	86,62	250	135	154000	27400
KAO ₄	26,3	5,70	12,0	9,60	0,32	6,7	3,0	0,57	0,62	1,48	1,19	1,74	1,18	139,08	230	86	95000	12800
KAM ₅	26,2	5,93	2,0	10,20	0,22	13,6	26,0	0,95	0,24	1,03	0,87	1,24	1,32	114,68	450	132	550000	38200
KEECV ₆	26,2	6,04	121,0	68,00	92,00	126,7	32,0	1,04	0,99	1,47	1,59	0,59	0,89	844,24	7600	2980	650000	20000

Tableau : Analyse parasitologique des eaux (campagne Mai 2010)

Codes échantillons	E.histo (Kyste/l)	Giardia Sp (Kyste/l)
KAN ₁	0	0
KAN ₂	0	0
KAN ₃	0	0
KAO ₄	2	0
KAM ₅	4	0
KEECV ₆	20	1

Tableau : Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux (Campagne de Février 2011)

codes échantillons	T (°C)	pH	MES (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Fe ²⁺ (mg/l)	Na+ (mg/l)	K+ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO5 (mg/l)	CF (UFC/100 ml)	SF (UFC/100 ml)
KSE ₁	27,3	4,92	1	0	0	0,3	0,28	8	2,08	0,31	0	16	10	11			45	4
KSE ₂	27,2	4,44	1	10,4	1,2	1,7	0,3	3	0,5	1,26	0	18	19	2			0	0
KSCV ₃	27,3	4,92	1	0,6	0	1,9	0,28	3	0,06	0,16	0	17	12	5			200	100
KS _N ₄	27,2	5,75	1	2,2	0	0,9	0,1	8	2,89	0,43	0,56	16	11	10			50	30
KFO ₁	25,2	4,88	2	1,6	0,07	0	0,12	0	0,05	0,15	0,12	16	12	7			400	0
KPC ₁	25,9	4,83	1	0	2,8	2,3	0,19	6	0,23	0,27	0	19	16	9			162	0
KPC ₂	26,8	5,61	1	0	16,2	2,9	0,17	65	1,45	0,21	0,12	20	54	33			1600	252
KPE ₃	26,8	5,11	1	7,6	2,7	3,4	0,41	0	0,13	0,33	0,11	19	21	5			34	88
KPN ₄	26,6	5,1	1	1,4	0	1,1	0,14	0	0,54	1,38	0	16	13	7			938	20
KPN ₅	26,6	4,73	2	6,1	11,2	2,8	0,17	1	0,33	0,83	0	19	25	7			200	156
KPM ₆	27,2	5,32	5	0	0	2,2	0,22	8	1,31	0,39	0,33	17	15	11			1,2×10 ⁶	154
KPN ₇	26,4	4,97	8	0	0	0,6	0,28	3	2,07	0,31	0	16	12	6			400	27
KPCV ₈	25,9	4,83	1	1,5	0,6	0	0,16	0	0,1	0,03	0	16	10	10			2	0
KPO ₉	27,9	5,56	1	2,1	0	0,9	0,19	7	0,25	0,62	0,39	16	9	8			500	50
KAN ₁	23	6,75	6	1,63	0,1	0	0,21	9	0	0	1,65	13	13	11,6	697	120	2560	570
KAN ₂	23,9	6,82	4	1,13	7,1	1,4	0,36	9	0	0	1,71	13	10	14	100	80	3800	1
KAN ₃	24	6,89	10	7,25	6	1,7	0,59	8	1,04	1,28	1,45	15	28	2	400	220	3400	660
KAO ₄	24,2	6,94	4	8,13	9	47	1,03	14	0,54	1,36	1,58	16	31	39	107	60	2000	400
KAM ₅	24,4	6,94	9	23,38	9,9	5,3	0,7	13	0,17	0,1	1,68	15	8	46	329	180	4480	30000
KEECV ₆	25	8,11	72	24,86	62	66	5,7	250	0,2	0,06	3,5	23	118	134,5	1047	1000	52×10 ⁶	35×10 ⁶

Tableau : Analyse parasitologique des eaux (Campagne de Février 2011)

Codes échantillons	<i>E. histo</i> (Kyste/l)	<i>Giardia Sp</i> (Kyste/l)
KAN ₁	0	0
KAN ₂	0	0
KAN ₃	0	0
KAO ₄	1	0
KAM ₅	3	0
KEECV ₆	32	0

Tableau : Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux (Campagne de Juin 2011)

Codes Echantillons	T(°C)	pH	MES (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Fe ²⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	CF (UFC/100 ml)	SF (UFC/100 ml)
KSE ₁	24	4.35	7	12.6	3.12	1.3	0.12	3	0.29	0.14	0	0.26	0.4	5			0	18
KSE ₂	24.2	5.4	14	1.7	0.02	1.3	0.17	3	0.01	0	0.02	2.1	0.78	6			27	0
KSCV ₃	24.3	5.22	2	17.2	0.16	5.4	0.27	3	0.1	0	0.03	1.5	0.3	4			0	156
KSN ₄	24.6	5.81	4	11	0.08	3.3	0.12	4	0.23	0.14	0.27	2.1	0.05	6			0	72
KFO ₁	24.8	5.12	7	6	0.11	8.3	0.21	6	0	0	0.03	1.4	0.6	4			0	6
KPC ₁	24.3	4.89	6	12	6.86	3.2	0.25	8	0.08	0.02	0	0,15	0.05	5			24	219
KPC ₂	24.3	5.59	2	5	14.58	11.8	0.22	65	0	0	0.12	1.2	0,45	12			99	54
KPE ₃	24.2	5.09	1	19.6	5.36	6.4	0.27	1	0.1	0	0.1	1.7	0,6	12			27	150
KPN ₄	24.5	5.26	1	4	0.25	2.5	0.16	3	0.16	0	0.04	0,7	0.3	8			12	0
KPN ₅	24	4.53	4	11.4	4.1	10.6	0.07	0	0.07	0.04	0.04	2.3	0,7	8			312	72
KPM ₆	24.2	5.14	5	21.5	0.26	8.9	0.06	3	0	0	0.14	0.2	0	6			104	150
KPN ₇	24.5	5.02	3	3.5	0.07	3.6	0.13	5	0.21	0.13	0.12	2.1	0,09	4			0	300
KPCV ₈	24.2	4.8	7	7.3	0.18	2.1	0.19	6	0	0	0.14	0.8	0.1	6			0	198
KPO ₉	24.3	5.12	9	2.9	0.25	1.9	0.22	3	0	0	0.05	0.3	0.1	12			24	18
KAN ₁	22.9	7	11	9.4	1.3	1.4	0.26	5	0.01	0	0.34	1.1	1.2	16	101	42	124	81
KAN ₂	23	6.75	5	3	0.48	0.2	0.24	4	0.11	0	0.59	2.9	2.3	8	7	1	240	174
KAN ₃	22.9	6.96	15	6	5.02	1.8	0.31	7	0.23	0.14	0.34	1.8	1.3	42	76	24	100	87
KAO ₄	23.3	7.07	29	19.4	5.3	1.9	0.44	7	0	0	0.52	3.5	2.1	54	211	150	120	240
KAM ₅	23.9	7.08	29	17.9	4.58	10.5	0.43	5	0	0	0.42	2.6	1.5	52	27	10	999	1344
KEECV ₆	24.2	8.63	527	56.4	16.14	10.3	2.2	24	0.04	0.42	1.55	6.1	2.9	412	1039	260	1.2×10^7	$2,56 \times 10^6$

Tableau : Analyse parasitologique des eaux (Campagne de Juin 2011)

Codes échantillons	<i>E. histo (kystes /l)</i>	<i>Giardia Sp (Kystes/l)</i>
KAN ₁	0	0
KAN ₂	0	0
KAN ₃	0	0
KAO ₄	0	0
KAM ₅	1	0
KEECV ₆	12	0

Tableau : Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux (Campagne de Mars 2012)

Codes échantillons	T(°C)	pH	MES (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	Fe ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	DCO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	CF (UFC/100mL)	SF (UFC/100mL)
KSE ₁	27.5	5.06	0	2.3	0.36	0.6	0	1.45	0	0.44	0.17	15.65	31.15	11			140	10
KSE2	27.8	4.14	1	1.9	2.95	15.6	0	2.73	0	0	0.05	9.50	24.10	19			50	2
KSCV ₃	27.5	5.6	0	8.9	0.29	4	0	1.41	0	0.52	0	5.70	29.44	16			124	17
KSN ₄	27.7	4.36	0	2.1	2.89	4.7	1	1.23	0	1.23	0.57	0.51	3.19	11			42	6
KFO ₁	27.3	4.81	0	2.5	0	4	6	0.72	0	0.48	0.71	6.10	23.20	16			0	0
KPC ₁	27.5	5.56	8	1.1	5.12	13	0	0.8	0.56	0	0.05	2.64	0.85	49			20	6
KPC ₂	27.7	5.68	0	0.6	25	9.5	43	1.04	0	0	0	1.25	6.70	9			0	85
KPE ₃	27.5	4.84	0	1.3	13.65	10.9	2	1.9	0.03	0.08	0	1.71	3.53	6			14	7
KPN ₄	27.7	5.03	0	1.3	1.18	3.3	0	0.1	0	0.9	0.1	2.69	32.00	6			0	7
KPN ₅	27.5	4.51	0	1.4	5.18	10.5	22	0.12	0.06	0	0	6.10	12.65	6			7	23
KPM ₆	27.6	5.27	0	0.9	0.74	9.6	2	0.57	0	0	0	0.60	0.75	20			19	1
KPN ₇	27.6	4.99	0	3.1	0.28	2.2	1	0.58	0	1.26	0.39	5.70	27.20	14			16	0
KPCV ₈	27.6	4.91	0	0.8	0.66	1.9	0	1.01	0.04	0.73	0.23	2.70	1.69	7			76	51
KPO ₉	27.7	5.28	6	3.2	0.33	1.2	0	0.69	0.23	0.79	0.32	6.40	6.50	10			5	0
KAN ₁	27.5	6.69	0	0.5	1.31	1.4	3.5	0.04	0.52	0.15	0.34	4.10	21.23	29	99	50	11	7
KAN ₂	27.4	6.2	1	0.11	0	1.5	38	2.34	0.61	1.58	0.34	11.00	35.10	13	92	15	26	23
KAN ₃	27.3	7.07	4	2.3	1.56	1.8	15	3.13	0.36	0.11	0.48	13.62	35.80	113	76	70	184	0
KAO ₄	27.4	6.99	9	1.6	10.1	2.7	0	0.55	1.16	0.49	0.04	5.60	32.00	125	99	35	0	0
KAM ₅	27.5	6.93	0	7.2	12.4	2.2	125	0.82	0.74	0	0	3.38	0.98	136	130	30	0	2000
KEECV ₆	27.9	7.59	306	52.5	31.25	30	0	4.76	0.85	1.38	0.11	6.50	41.98	244	1072	360	200000	100000

Tableau : Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux (Campagne de Juin 2012, CMR)

Codes échantillons	T(C°)	pH	MES (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	Fe ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	CO ₃ ²⁻ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	DCO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	CF (UFC/100mL)	SF (UFC/100mL)
KSE ₁	24.3	6.4	0	215	0	0.5	8	0.06	0.136	20	0	4.95	29.9	0	1			1000	600
KSE ₂	24.2	4.93	0	205.2	3.04	5.5	9	0.18	0.08	16	9.6	0	30	0	1.2			900	830
KSCV ₃	24.1	5.73	0	49.2	0	1.1	9	0.54	1.32	24	4.8	4.95	30	0	3.1			1300	640
KSN ₄	24.1	5.24	4	24.5	0.72	0.7	7	0.3	0.27	24	0	0	20.3	0	0.8			3500	2000
KFO ₁	24.2	5.47	0	28.2	0	3.4	40	0.13	0.05	24	0	4.95	10.2	0	0.7			2000	2000
KPC ₁	24	6.3	18	537.1	3.39	3.5	10	0.2	0.21	24	12	0	40	0	5.9			8000	2000
KPC ₂	24.1	6.37	3	1037	26.8	1.2	61	0.14	0.08	20	7.2	0	21	0	0.7			2000	20000
KPE ₃	24.2	5.51	18	498.6	8.2	7.4	7	1.69	0.72	36	12	4.95	20	0	1.5			500	440
KPN ₄	23.9	5.84	0	7.1	0	1.2	8	0.23	0.45	32	0	0	9.9	0	0.7			130	330
KPN ₅	24.1	5.12	2	199.1	3.62	4.6	5	0.18	0.24	20	4.8	0	29.8	0	0.9			1000	530
KPM ₆	24.1	5.82	9	88.2	0	2.6	12	0.39	0.39	16	7.2	4.95	10	0	1.6			1200	300
KPN ₇	24.2	5.75	0	18.2	0	1.4	11	3.1	0.72	12	2.4	4.95	19	0	0.9			90	70
KPCV ₈	24	5.61	2	17.3	0	1.9	8	0.19	0.68	12	2.4	0	20	0	1			400	240
KPO ₉	24.1	5.74	0	4.8	0	0.9	12	0	0.55	12	0	4.95	21.3	0	0.9			2600	2000
KAN ₁	24	6.88	16	8	0.5	1.3	9	0.55	1.20	16	7.2	0	19.99	0	3.5	518	80	820	800
KAN ₂	23.7	6.86	19	2.2	0	1.2	8	0.08	1.63	32	0	0	20	0	3.2	114	25	2000	600
KAN ₃	23.7	7.57	12	99	9.5	1.3	8	0.71	2.96	32	2.4	0	10	0	16.5	3084	502	650	640
KAO ₄	23.8	7.69	8	79.5	11.15	1.3	8	0	0.15	28	12	0	20.9	0	16.4	204	50	2000	1000
KAM ₅	23.9	7.61	13	170	10.5	1.4	8	1.61	0.90	32	7.2	4.95	10	0	22.5	602	90	320	300
KEECV ₆	24	8.4	347	1087.5	10.1	8.6	0	4.16	0.09	20	0	0	11	0	38	3176	490	300000	30000

Tableau : Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux (Campagne de Juin 2012 ; *Les analyses des nitrates à l'aide des tigettes ont été réalisées in situ, les analyses bactériologiques ont été effectuées au Wastewater Research Unit de l'Université de Yaoundé I et les analyses physico-chimiques au Laboratoire de Ressources Hydriques (Arlon), Université de Liège*)

Codes échantillons	Cl ⁻ (mg Cl ⁻ /l)	NH ₄ ⁺ (mg NH ₄ ⁺ /l)	NO ₃ ⁻ (mg NO ₃ ⁻ /l)	SO ₄ ²⁻ (mg SO ₄ ²⁻ /l)	PO ₄ ³⁻ (mg PO ₄ ³⁻ /l)	Ca ²⁺ (mg Ca/l)	Mg ²⁺ (mg Mg/l)	K ⁺ (mg K/l)	Na ⁺ (mg Na/l)	TAC (mgHCO ₃ ⁻ /l)	DCO (mg/l)	CF (UFC/100ml)	SF (UFC/100ml)	E.coli (E. coli/100ml)	NO ₃ ⁻ (mg NO ₃ ⁻ /l) (Tigettes/ Test in situ)
KSE ₁	3	0,1	6,8	2,8	<0,1	4,4	1,5	8,1	4	41,2		1040	320	40	0-10
KSE ₂	48	3,8	152,8	1,6	<0,1							180	20	0	100-250
KSCV ₃	18,2	<0,1	37	1,6	<0,1	6,1	3,7	9	16,4	27,4		160	25	10	25-50
KSN ₄	7,4	1,35	31	<1	0,27	<2	0,9	10,2	11,6	9,1		110	25	0	25-50
KFO ₁	7,2	0,65	43,7	<1	0,24	3,8	2,2	<0,4	12,7	18,3		0	1	0	50-100
KPC ₁		3,44	160,2		<0,1							$1,07 \times 10^4$	700	1700	100-250
KPC ₂	110,7	28,45	237,7	45,3	<0,1							$3,8 \times 10^3$	520	$1,1 \times 10^3$	250-500
KPE ₃		13,89	267,6		<0,1							$1,95 \times 10^4$	$5,2 \times 10^3$	$6,5 \times 10^3$	250-500
KPN ₄	3,5	<0,1	20	<1	<0,1	2,6	1,2	4,2	7,3	12,2		740	65	80	25-50
KPN ₅	37,5	3,79	120	<1	<0,1	7,4	5,5	12,1	39,4	15,2		$1,75 \times 10^4$	$2,4 \times 10^3$	$8,3 \times 10^3$	250-500
KPM ₆	22,3	0,32	75,4	2,5	<0,1	9,3	3,3	4,9	31,5	42,7		$1,72 \times 10^4$	4×10^3	$3,2 \times 10^3$	100-250
KPN ₇	6,3	0,18	19,8	1,9	<0,1	4,6	1,5	7,7	7,2	18,3		6×10^3	960	200	25-50
KPCV ₈	4,7	0,36	20,8	1,5	<0,1	2,5	1	2,6	6,3	12,2		$1,15 \times 10^4$	$1,08 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	25-50
KPO ₉	2,2	<0,1	8,2	2,4	<0,1	<2	0,9	6	3,6	9,1		560	380	20	10-25
KAN ₁	7,5	1,85	2,3	1,9	0,24	9,5	2,1	<0,4	7,4		17	16500	$1,22 \times 10^3$	5×10^3	0-10
KAN ₂	8	0,72	33,9	1,3	0,21	9,1	2,2	<0,4	8,5		11	3300	280	300	25-50
KAN ₃	26,6	4,4	2,4	4,3	0,21	22	3,5	<0,4	21,5		18	3×10^5	1960	$1,13 \times 10^4$	10-25
KAO ₄	34,5	8,03	2,4	5	0,4	26,4	4,3	3,6	29		20	5×10^5	6×10^3	$1,6 \times 10^4$	0-10
KAM ₅	48,3	10,33	12,8	7,9	0,73	26,9	4,9	5,8	37,2		33	$2,1 \times 10^4$	500	800	25-50
KEECV ₆	56,4	88,2	<0,4	11,8	29,3	19,5	4,8	16,8	62		1047	$1,5 \times 10^7$	$3,33 \times 10^4$	$1,8 \times 10^2$	0-10

ANNEXE 10 : ANALYSE GEOCHIMIQUE DES GNEISS DE YAOUNDE

Tableau : Résultats des analyses géochimiques des gneiss de Yaoundé (Nzenti, 1987)

Major (wt.%) and trace (ppm) element analyses of representative garnet-kyanite gneisses

Sample	NY9a	16bRT	MB13a	MM16	MS18	MM20a
SiO ₂	58,74	60,85	63,46	66,27	67,14	67,65
Al ₂ O ₃	17,96	16,96	16,81	17,38	15,64	14,89
Fe ₂ O ₃	11,07	10,03	8,20	6,99	7,61	8,05
MnO	0,21	0,18	0,15	0,13	0,14	0,23
MgO	3,84	3,78	2,74	2,44	2,53	2,23
CaO	1,41	1,42	1,23	0,71	0,95	0,87
Na ₂ O	1,44	1,56	1,88	1,12	1,25	1,09
K ₂ O	3,52	3,32	3,63	3,24	2,61	3,20
TiO ₂	1,29	1,27	1,12	1,19	0,98	0,99
P ₂ O ₅	0,23	-	-	-	-	0,11
Li	0,95	0,49	0,52	0,12	0,20	0,21
Total	99,91	99,49	99,43	99,96	99,80	99,83
Rb	136	108	124	110	86	88
Sr	156	177	169	162	143	169
Zr	231	236	214	218	239	206
Nb	6	14	12	8	9	10
Y	48	43	34	27	35	37
La	-	38,13	34,92	41,64	33,93	36,73
Ce	-	77,16	74,14	87,53	68,27	75,03
Nd	-	34,81	34,44	39,36	32,44	34,51
Sm	-	7,83	7,92	8,00	8,66	7,02
Eu	-	1,56	1,84	1,55	1,37	1,35
Gd	-	7,05	6,29	6,86	5,80	6,04
Dy	-	7,03	6,32	6,68	5,52	5,80
Er	-	3,89	3,44	3,74	3,80	3,29
Yb	-	4,36	3,93	4,18	3,52	3,64
Lu	-	0,67	0,59	0,67	0,57	0,61

ANNEXE 11 : CADRE LEGISLATIF, REGLEMENTAIRE ET INSTITUTIONNEL DE LA GESTION URBAINE DES RESSOURCES EN EAU AU CAMEROUN

1. Cadre législatif de la gestion urbaine de l'eau au Cameroun

• La Loi N° 96/12 du 5 août 1996 portant loi-cadre relative à la gestion de l'environnement s'intéresse essentiellement à la protection de l'eau, élément faisant partie de l'environnement.

• La loi n° 98/005 du 14 Avril 1998 portant régime de l'eau au Cameroun est celle qui est actuellement en vigueur au Cameroun. Cette loi abroge toutes les dispositions antérieures, notamment celles de la loi n° 84/013 du 05 Octobre 1984. Cette loi augure une ère nouvelle dans le domaine de l'eau et de l'assainissement au Cameroun (Djeuda Tchapnga *et al.* 2001). Elle implique une libéralisation du secteur de l'approvisionnement en eau, une grande attention à la protection des ressources en eau, une gestion rigoureuse et rationnelle des ressources en eau et une coordination nationale des services de l'eau et de l'assainissement pour l'ensemble du territoire national.

2. Cadre réglementaire de la gestion urbaine de l'eau au Cameroun

En vue de l'application des différentes lois promulguées, un certain nombre de textes d'application a été publié. Nous pouvons citer à ce jour :

- Le décret n°2005/493 du 31 Décembre 2005 fixant les modalités de délégation des services publics de l'eau potable et de l'assainissement liquide en milieu urbain et périurbain.
- Le décret n°2005/494 du 31 Décembre 2005 portant création de la Cameroon Water Utilities Corporation (CAMWATER), société de patrimoine du service d'approvisionnement en eau potable.
- Le décret n°2001/161/PM du 08 mai 2001 fixant les attributions, l'organisation et le fonctionnement du Comité National de l'Eau.
- Le décret n°2001/162/PM du 08 mai 2001 fixant les modalités de désignation des agents assermentés pour la surveillance et le contrôle de la qualité des eaux.
- Le décret N°2001/163/PM du 08 Mai 2001 réglementant les périmètres de protection autour des points de captage, de traitement et de stockage des eaux potabilisables.
- Le décret n°2001/165/PM du 08 mai 2001 précisant les modalités de protection des eaux de surface et des eaux souterraines contre la pollution.
- Le décret n°2001/216 du 02 août 2001 portant création d'un compte d'affectation spéciale pour le financement des projets de développement durable en matière d'eau et d'assainissement.

➤ Le décret n°85/758 du 30 mai 1985 portant création du Comité National de l'Eau qui est défini comme étant "un cadre de compétence pour aider le gouvernement dans l'élaboration et la mise en forme de la politique nationale de l'eau".

L'orientation politique du gouvernement camerounais en termes de gestion de l'eau en milieu urbain est contenue dans la lettre de politique d'hydraulique urbaine signée le 13 Avril 2007 par le Premier Ministre, chef du gouvernement. Ce document présente la situation actuelle de la gestion urbaine de l'eau au Cameroun, dresse un bref aperçu du cadre institutionnel, législatif et réglementaire, décrit les stratégies de développement des secteurs de l'eau potable et de l'assainissement, explore les pistes de financement et énumère quelques mesures d'accompagnement liées au processus d'amélioration des services d'accès à l'eau potable et à l'assainissement.

3. Aspects institutionnels de la gestion urbaine de l'eau au Cameroun

Les institutions sont classées suivant leurs modes d'intervention en organismes d'exécution, d'orientation et de contrôle, organismes d'appui technique et de conseils, organismes de gestion et d'exploitation du service de l'eau, organismes de financement, organismes de recherche (Djeuda Tchapnga *et al.* 2001; Kouam kenmogne *et al.* 2006) et des organismes de crise (Kouam kenmogne *et al.*, 2013). A ces différents acteurs institutionnels, il convient d'associer des acteurs dits non-institutionnels encore appelés Acteurs Non Gouvernementaux (ANG).

4. Acteurs non institutionnels de la gestion urbaine de l'eau au Cameroun

Les acteurs non institutionnels. Ils acquièrent leur légitimité à travers leur implication dans des projets communautaires ou sur la base des projets réalisés par leurs soins sur le terrain. Ils peuvent être classés en cinq grandes catégories :

- ❖ Associations et comités de développement;
- ❖ Organisations Non Gouvernementales (ONG) de portée nationale ou internationale;
- ❖ Acteurs confessionnels issus des milieux religieux;
- ❖ Acteurs privés regroupant entreprises privés;
- ❖ Les partenaires au développement.

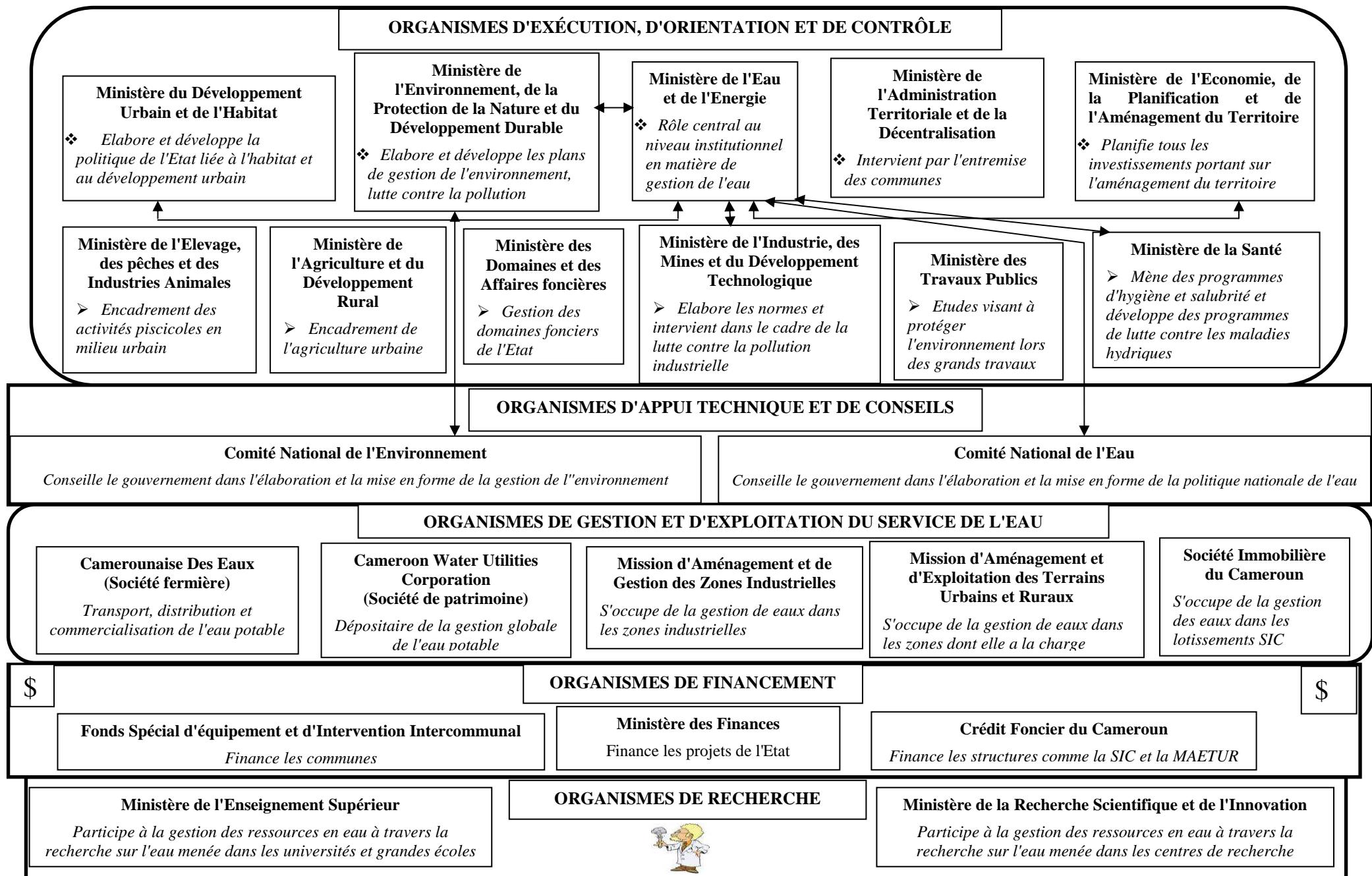


Fig : Organisation institutionnelle de la gestion de l'eau au Cameroun

ANNEXE 12 : RESULTATS DE L'ANALYSE GRANULOMETRIQUE DES SOLS

Tableau : Résultats de l'analyse granulométrique des sols

Sample	Sample ID	Sand (%)	Clay (%)	Silt (%)
1	KETE ₁	49,32	46,68	4
2	KCAR ₁	41,32	48,68	10
3	KCAR ₂	66,32	22,68	11
4	KCAR ₃	35,32	56,68	8
5	KNKOL ₁	65,32	28,68	6
6	KNKOL ₂	39,32	48,68	12
7	KNKOL ₃	47,32	42,68	10
8	KNKOL ₄	35,32	58,68	6
9	KNKOL ₅	39,32	52,68	8

Titre : "Vers une gestion rationnelle de l'eau dans une situation complexe d'urbanisation anarchique dans un pays en développement : cas du bassin versant de l'Abiergué (Yaoundé-Cameroun)"

Résumé

Cette thèse est consacrée à l'étude de la gestion des ressources en eau dans les villes des pays en développement (PED) en proie à une urbanisation anarchique. Son objectif est double : d'une part, mettre en évidence les facteurs qui ont généré et qui gouvernent la gestion approximative des ressources en eau dans les villes des PED et d'autre part de développer une stratégie cohérente pour une gestion rationnelle et durable de l'eau. L'étude a été menée dans le bassin versant de l'Abiergué (Yaoundé-Cameroun). Elle repose du point de vue méthodologique sur une démarche holistique et participative découlant d'une combinaison des approches "Gestion Intégrée des Ressources en Eau-GIRE" et "Ecosystème et Santé Humaine-ECOSANTE".

De cette étude, il ressort que les facteurs d'ordre historique, politique, économique, social, environnemental et mésologique ont structuré une gestion des ressources en eau marquée par de nombreuses lacunes et contraintes. Le faible accès à l'eau potable et à l'assainissement, les inondations récurrentes, l'endémicité des maladies hydriques, la pollution des eaux, ... sont autant de pressions permanentes qui contribuent à la paupérisation des ménages et freinent le développement de la zone en particulier et celui de la ville de Yaoundé en général. La gestion approximative des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué est un indicateur d'une crise de la gouvernance urbaine.

Des scénarios visant à améliorer cette situation ont été développés suivant trois pôles : maintien du statut quo, destruction du bâti ou scénarios basés sur la GIRE et l'ECOSANTE. La stratégie optimale intègre les différents éléments des scénarios basés sur la GIRE et l'ECOSANTE avec un ancrage sur le scénario 3.4 focalisé sur les acteurs. Elle prend en compte suivant un processus séquentiel des actions sur les ressources en eau, la santé et les réformes sur le plan législatif, réglementaire et institutionnel. De nombreuses contraintes que constituent le foncier, la corruption, les moyens financiers et la gouvernance urbaine risquent de mettre à mal la mise en œuvre de cette stratégie malgré les atouts dont dispose le bassin versant. Tous les signaux de la gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de l'Abiergué sont au rouge et justifient l'urgence d'implémenter cette stratégie qui se confortera d'un apprentissage sur le terrain dans le cadre du processus actuel de la GIRE au Cameroun. "Le temps des solutions", thème du 6^{ème} forum mondial de l'eau tenu à Marseille en 2012 y trouve toute sa concrétisation.

Mots clés : GIRE, ECOSANTE, pollution, urbanisation anarchique, maladies hydriques, bassin versant de l'Abiergué, Pays en Développement

Title: "Towards a rational water resource management in a complex situation of rapid urbanization in developing countries : case of Abiergue watershed (Yaounde-Cameroun)"

Abstract

This study focuses on an analysis of water resource management in cities of developing countries with very rapid rates of urbanization. The objectives are twofold: firstly, to highlight the factors which caused and which govern poor water resources management these cities and secondly to develop a coherent sustainable urban water resources management strategy. The study was conducted in the Abiergue watershed in Yaoundé-Cameroun. The methodology used is based on holistic and participative approaches resulting from the combination of principles of "Integrated Water Resources Management-IWRM" and "Ecosystem and Human Health-ECOHEALTH".

Political, economic, social, environmental, historical and mesological factors have resulted in a water resources management system marked by many inadequacies and constraints. Poor access to drinking water and sanitation, recurrent flooding, endemic waterborne diseases, water pollution etc are all permanent pressures that contribute to the impoverishment of households and hamper the development of the area in particular and that of the town of Yaoundé in general. The poor water resources management in the Abiergué watershed is an indicator of an urban governance crisis.

Three scenarios to improve this situation were developed: maintaining the status quo; destruction of buildings and a scenario based on IWRM and ECOHEALTH. The optimal strategy integrates principles from IWRM and ECOHEALTH with the base scenario 3.4 focused on actors. Using a sequential process, it takes into account actions on water resources, health and reforms on the legislative, regulatory and institutional framework. Many constraints like land tenure, corruption, limited financial resources and poor urban governance may undermine the implementation of this strategy despite the potential of the watershed. All indicators suggest that water resources management in the Abiergue watershed is poor. There is therefore an urgency to implement this strategy within the framework of the ongoing IWRM process in Cameroon. "Time for Solutions", the theme of the 6th World Water Forum held in Marseille in 2012 is fully translated into action through this study.

Keys words: IWRM, ECOHEALTH, pollution, rapid urbanization, waterborne diseases, Abiergue watershed, Developing countries

Unité de recherche

Unité Eau, Environnement, Développement (EED)

Université de Liège (Arlon Campus-Environnement)

Avenue de Longwy, 187

6700 Arlon (Belgique)

Site : www.eed.ulg.ac.be