

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix – Travail – Patrie



UNIVERSITE DE DOUALA *****

THE UNIVERSITY OF DOUALA

***** BP

2701-Douala-Cameroun

Tel /Fax: (237) 243 40 71 28

Site web: www.univ-douala.com

Email: infos.udla@univ-douala.com

REPUBLIC OF CAMEROON

Peace – Work – Fatherland



**INSTITUT DES SCIENCES HALIEUTIQUES A
YABASSI**

*INSTITUTE OF FISHERIES AND AQUATIC
SCIENCES AT YABASSI*

BP 7236-Douala-Cameroon

Tel/Fax: (237) 243 18 33 58 / 691813905

E-mail:

infos.ish@univdouala.com/contact@ish.cm
Site web: www.ish.cm

DEPARTEMENT DE GESTION DES ECOSYSTEMES AQUATIQUES

DEPARTMENT OF AQUATIC ECOSYSTEM'S MANAGEMENT

RAPPORT DE STAGE D'INSERTION PROFESSIONNELLE

Effectué du 01 mars au 01 juin 2017 au Réseau des Compétences Sans Frontières à

Bafoussam



Rédigé et soutenu en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur des Travaux Halieutes

Filière : Gestion des Ecosystèmes Aquatiques

Par :

DOUNGEMENE TIKENG Ariane

Matricule: 15H00116

6^{ème} promotion

Année académique 2016-2017

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix – Travail – Patrie



UNIVERSITE DE DOUALA *****

THE UNIVERSITY OF DOUALA

***** BP

2701-Douala-Cameroun

Tel /Fax: (237) 243 40 71 28

Site web: www.univ-douala.com

REPUBLIC OF CAMEROON

Peace – Work – Fatherland



INSTITUT DES SCIENCES HALIEUTIQUES A
YABASSI *****

INSTITUTE OF FISHERIES AND AQUATIC
SCIENCES AT YABASSI

***** BP

7236-Douala-Cameroon

Tel/Fax: (237) 243 18 33 58 / 691813905

E-mail:

infos.ish@univdouala.com/contact@ish.cm

Site web: www.ish.cm

DEPARTEMENT DE GESTION DES ECOSYSTEMES AQUATIQUES

DEPARTMENT OF AQUATIC ECOSYSTEM'S MANAGEMENT

RAPPORT DE STAGE D'INSERTION PROFESSIONNELLE

Effectué du 01 mars au 01 juin 2017 au Réseau des Compétences Sans Frontières à

Bafoussam



Rédigé et soutenu en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur des Travaux Halieutes

Filière : Gestion des Ecosystèmes Aquatiques

Par :

DOUNGEMENE TIKENG Ariane

Matricule: 15H00116

6^{ème} promotion

SUPERVISEUR

Dr ONANA Fils Mamert

Chargé de Cours

ENCADREURS

M. NWAMO Roland Didier

Assistant

M. TCHASSA Emmanuel

Juin 2017

Secrétaire exécutif du RECOSAF

FICHE DE CERTIFICATION DE L'ORIGINALITE DU TRAVAIL

Je soussignée, DOUNGMENE TIKENG Ariane, matricule 15H00116 atteste que le présent Rapport de Stage d'Insertion Professionnelle est le fruit de mes travaux effectués au Réseaux des Compétences Sans Frontière sous la Supervision de Dr ONANA Fils Mamert, Chargé de Cours et l'encadrement de NWAMO Roland Didier, Assistant.

Ce Rapport est authentique et n'a pas été antérieurement présenté pour l'acquisition de quelque grade académique que ce soit.

Nom et Signature de l'Auteur

DOUNGMENE TIKENG Ariane

Le.....

Signature du Superviseur
Encadreurs

Signatures des

Dr ONANA Fils Mamert

Le.....

M. NWAMO Roland Didier

Le.....



M. TCHASSA Emmanuel

Le 09/06/2017

Visa du Chef de Département / PI

M. NWAMO Roland Didier

Le.....

Visa du Chef d'Etablissement

Pr TOMEDI EYANGO Minette Epse TABI ABODO

Le

FICHE DE CERTIFICATION DES CORRECTIONS APRES SOUTENANCE

Je soussignée, **DOUNGMENE TIKENG Ariane**, matricule **15H00116** atteste que le présent Rapport de Stage d'Insertion Professionnelle a été corrigé conformément aux recommandations des membres du jury.

Nom et signature de l'Auteur

DOUNGMENE TIKENG Ariane

Le.....

Signature du Rapporteur

Signature du Membre

Dr ONANA Fils Mamert

M. NWAMO Roland Didier

Le.....

Le.....

Signature du Président

Pr TOMEDI EYANGO Minette Epse TABI ABODO

Le.....

Visa du Chef de Département

M. NWAMO Roland Didier

Le

Visa du Chef d'Etablissement

Pr TOMEDI EYANGO Minette Epse TABI ABODO

Le.....

TABLE DES MATIERES

Pages

| | |
|---|------|
| DEDICACE..... | i |
| REMERCIEMENTS..... | ii |
| LISTE DES TABLEAUX..... | iii |
| LISTE DES FIGURES..... | iv |
| LISTE DES PHOTOS..... | v |
| LISTE DES ANNEXES..... | vi |
| LISTE DES ABREVIATIONS..... | vii |
| RESUME..... | viii |
| ABSTRAT..... | ix |
| INTRODUCTION GENERALE..... | 1 |
| PARTIE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET ACTIVITES MENEES..... | 2 |
| CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE..... | 2 |
| I.1 Localisation géographique..... | 2 |
| I.2 Pédologie et Topographie..... | 2 |
| I.3 Hydrographie et Climat..... | 3 |
| I.4 Flore..... | 3 |
| I.5 Faune..... | 4 |
| I.6 Milieu humain et activités socio-économiques..... | 4 |
| CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET..... | 6 |
| ACTIVITES MENEES..... | 6 |
| II.1 Présentation de la structure d'accueil..... | 6 |
| II.1.1 Nom, logo, localisation et historique de la structure..... | 6 |

| | |
|--|----|
| II.1.2 Missions et objectifs..... | 6 |
| II.1.3 Organigramme..... | 7 |
| II.1.4 Ressources humaines..... | 7 |
| II.1.5 Ressources infrastructurelles et équipements..... | 7 |
| II.1.6 Ressources financières..... | 8 |
| II.1.7 Processus de réalisation technologique des objectifs..... | 8 |
| II.1.8 Résultats attendus de la structure..... | 8 |
| II.2 Activités menées dans la structure..... | 8 |
| II.2.1 Chronogramme et description des activités durant le stage..... | 8 |
| II.2.1.1 Assainissement des milieux socioprofessionnels..... | 9 |
| II.2.1.2 Participation à la production des portes greffes..... | 10 |
| II.2.1.3 Initiation au greffage..... | 10 |
| II.2.1.4 Visite des sites écotouristiques de Bafoussam..... | 11 |
| II.2.1.5 Prospection des sites..... | 11 |
| II.2.1.6 Echantillonnage de l'eau du Dagne..... | 11 |
| II.2.1.7 Activités de pêche pour un but lucratif..... | 12 |
| II.2.2 Perception des contraintes et des opportunités de la structure..... | 12 |
| II.2.3 Suggestions..... | 12 |
| PARTIE II: INITIATION A LA RECHERCHE..... | 14 |
| INTRODUCTION..... | 15 |
| CONTEXTE ET JUSTIFICATIFS..... | 15 |
| PROBLEMATIQUE..... | 15 |
| OBJECTIFS..... | 16 |
| OBJECTIF GENERAL..... | 16 |
| OBJECTIFS SPECIFIQUES..... | 16 |

| | |
|---|----|
| CHAPITRE III: REVUE DE LA LITTERATURE | 17 |
| III.1.Définitions des concepts..... | 17 |
| III.2 Importance des écosystèmes aquatiques..... | 17 |
| III.3 Notion de pollution..... | 17 |
| III.3.1 Définition..... | 17 |
| III.3.2 Sources et types de pollution..... | 18 |
| III.4 Caractérisation physico-chimiques des milieux aquatiques..... | 18 |
| III.4.1 Variables physiques..... | 18 |
| III.4.2 Variables chimiques..... | 19 |
| CHAPITRE IV : MATERIEL ET METHODES | 21 |
| IV.1 Période de l'étude, objectifs (sous objectifs) et méthodes de l'étude..... | 21 |
| IV.2 Collecte des données..... | 21 |
| IV .2.1 Collecte des données secondaires..... | 21 |
| IV.2.2 Collecte des données primaires..... | 21 |
| IV.3 Conduite de l'essai..... | 21 |
| IV.4 Paramètres étudiés..... | 22 |
| IV.4.1 Paramètres mesurés <i>in-situ</i> | 22 |
| IV.4.2 Paramètres mesurés au laboratoire..... | 22 |
| IV.5 Traitement des données..... | 23 |
| CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSION | 24 |
| V.1 Résultats..... | 24 |
| V.1.1 Sources de pollution du cours d'eau Dagne..... | 24 |
| V.1.2 Qualité physico-chimique du cours d'eau Dagne..... | 24 |
| V.1.2.1 Paramètres physiques..... | 24 |
| V.1.2.2 Paramètres chimiques..... | 25 |
| V.1.2.3 Détermination de l'Indice de Pollution Organique..... | 26 |
| V.2 Discussion..... | 27 |

| | |
|---|----|
| CONCLUSION RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES..... | 29 |
| PERSPECTIVES..... | 29 |
| CONCLUSION GENERALE..... | 30 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 31 |
| ANNEXES..... | 34 |

DEDICACE

A

La famille TIKENG

REMERCIEMENTS

A travers les lignes suivantes, je voudrais exprimer ma profonde gratitude et reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de loin, à la réalisation de ce stage. De ce fait, mes remerciements s'adressent particulièrement à :

- l'éternel Dieu Tout Puissant, pour la force, la santé, et le courage dont il m'a toujours gratifié;
- Dr ONANA Fils Mamert, Superviseur de ce travail pour m'avoir guidé et conseillé dans mon travail ;
- M. NWAMO Roland Didier, Encadreur académique de ce travail, pour avoir guidé mes pas dans le monde de la recherche, pour ses conseils et ses encouragements ;
- M. TCHASSA Emmanuel, Responsable du RECOASF, mon encadreur de terrain pour ses prestigieux conseils ;
- aux enseignants du département de Gestion des Ecosystèmes Aquatiques pour leur suivi permanent tout au long de l'année ;
- Pr TOMEDI EYANGO Minette épse TABI ABODO, Directeur de l'institut des Sciences Halieutiques (ISH) pour ses conseils ;
- tout le corps enseignant et administratif de l'ISH pour leur suivi permanent et leurs conseils ;
- tous mes compagnons de stage pour leurs disponibilités et compréhension ;
- M. et Mme TIKENG, mes parents pour leur soutien financier et moral ;
- M. TIOSTE Simon Bertrand, pour son soutien financier précieux ;
- Mme TSOTIE Rose, pour son Hospitalité et soutien pendant mon stage à Bafoussam ;
- la famille MELI, que je ne remercierai jamais assez pour le soutien ;
- mes frères et sœurs TIKENG Leslie, Marina, Arnold, Orlane et Fred, à MELI Kévine, Amidou, TIWA Alida et à ME LONG Carly pour leur soutien permanent ;
- mes amis NKEM Cyril Christian, DOMFANG Juvier, CHIEGAIN Christelle,

CHUINKAM Patricia, CHIMI Fabiola, MANEWA Linda, MFOULOU MFOULOU Marvel Nina, TCHEUDJIE TCHIANGA Joël Thibaut, ELONG Jaques Daniel, ELIMI Thierry, NGUELE SANI Sydonie et les autres pour l'entraide et le soutien ;

- tous mes camarades de l'ISH et en particulier MAFFOUO TCHIGUI Stéphanie, NYAM Alice Alexandrine, AWANDJI Larissa EKOH, PETNGA NJOSSEU Jeanne d'arc, pour la solidarité dont ils ont fait preuve jusqu'ici envers moi ;
- à tous ceux dont je n'ai pu citer le nom dans ce rapport.

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau I : Chronogramme des activités menées au RECOSAF.....9

LISTE DES FIGURES

| | Pages |
|---|-----------|
| Figure 1 : Localisation de la zone d'étude dans la région de l'Ouest Cameroun..... | 2 |
| Figure 3 : Logo du RECOSAF..... | 6 |
| Figure 4 : Variation des paramètres physiques dans le cours d'eau Dagne..... | 25 |
| Figure 5: Variation des paramètres chimiques dans le cours d'eau Dagne | 26 |
| Figure 5 : Variation de l'IPO du cours d'eau Dagne..... | 27 |

LISTE DES PHOTOS

Pages

| | |
|---|-----------|
| Photo 1 : Siège du Réseau des Compétences Sans Frontières..... | 6 |
| Photo 2 : Nettoyage des milieux socioprofessionnels..... | 10 |
| Photo 3 : Initiation au greffage..... | 10 |
| Photo 4 : Visite des sites écotouristiques de Bafoussam | 11 |
| Photo 5 : Echantillonnage sur le site..... | 11 |
| Photo 6 : pêche des poissons d'un étang..... | 12 |

LISTE DES ANNEXES

Pages

| | |
|---|----|
| Annexe I : Organigramme du RECOSAF..... | 34 |
| Annexe II : Variables physico-chimiques des eaux pendant la période d'étude..... | 35 |
| Annexe III : Quelques matériels utilisés pendant la période d'étude..... | 36 |
| Annexe IV : Systèmes de filtrage..... | 37 |
| Annexe V : Limites des classes de l'IPO et interprétation de la moyenne des classes d'après Leclercq (2001)..... | 38 |

LISTE DES ABREVIATIONS

ADESAF : Association pour le Développement Economique et Sociale en Afrique ;
IPO : Indice de Pollution Organique ;
ISH : Institut des Sciences Halieutiques ;
ISS : Interview Semi-Structuré,
MES : Matières En Suspension ;
MINEPIA : Ministère de l'Elevage des Pêches et des Industries Animales ;
PDUB : Plan Directeur de l'Urbanisation de Bafoussam ;
PNVRA : Programme National de Vulgarisation et de Recherche Agricole ;
RECOSAF : Réseau des Compétences Sans Frontières ;
SEQ-EAU : Système d'Evaluation de la Qualité des Eau.

RESUME

Le stage d'insertion professionnel s'est effectué du 1er mars au 1er juin 2017 dans la ville de Bafoussam au Réseau des Compétences Sans Frontière (RECOSAF). Ce stage permettait à l'étudiant de prendre contact avec les réalités du terrain, de parfaire ses connaissances et de se familiariser avec les outils et le milieu professionnel. Le présent rapport du dit stage porte sur deux parties. La première partie présente la zone d'étude, la structure d'accueil et les activités menées, la seconde partie quant à elle porte sur l'initiation à la recherche. La première partie du travail a permis de présenter la structure d'accueil, ainsi que les activités qui y étaient menées et de mieux comprendre les réalités du milieu professionnel. Par ailleurs ce Stage a également permis d'acquérir des connaissances sur les techniques d'échantillonnage dans les cours d'eaux et les analyses physico-chimiques. Dans le but d'évaluer la qualité de l'eau de la rivière Dagne, des échantillonnages y ont été effectués et les différents paramètres physico-chimiques ont été déterminés au laboratoire. A l'issu des analyses, les résultats obtenus révèlent pour ce qui est de la conductivité électrique 219, 132, et 148 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivement en amont de l'étang, dans l'étang et en aval de l'étang. Les valeurs de l'oxygène dissous de l'amont en aval de l'étang ont respectivement été de 3,18; 1,27 et 1,7mg/L. Les teneurs en azote ammoniacal ont été de 0 mg/l en amont de l'étang, de 0,66 mg/l au niveau de l'étang et de 0,61 mg/l en aval de l'étang. Les concentrations en orthophosphates ont été de 0,52 ; 1,12 ; et 0,66 mg/l respectivement en amont de l'étang, dans l'étang et en aval de l'étang. Grace à l'IPO calculé, l'on a pu dire que les eaux du Dagne ont une

pollution organique nulle en amont de l'étang et une faible pollution organique en aval de l'étang. Toutefois, des mesures appropriées tels que la phytoépuration et le système de lit filtrant ont été proposés pour pallier à ce problème.

Mots clés : Pollution, Dagne, gestion, écosystèmes aquatiques

ABSTRAT

The internship was carried out from the 1rst March to the 1rst June 2017 in Bafoussam at RECOASF. That internship aimed to facilitate the contact with the realities of land, perfect knowledge and familiarize students with the tools and professional environment. This internship was done in two parts. Part I dealt with the presentation of the area studied, the host structure and the activities carried out. The second part dealt with initiation to research. This first part of the work helped us to present the host structure, as well as the activities which were carried out for the better understanding of the realities of the professional environment. In addition, the internship also provided new insights into river sampling techniques and physic-chemical analyses. For the purpose of assessing water quality of Dagne river the sampling there were carried out in order to analyze the physic-chemical parameters at laboratory. At the end of the analyses, the results obtained show for electrical conductivity 219, 132 and 148 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectively upstream of the pond, in the pond and downstream of the pond. The values of dissolved oxygen upstream from the pond were 3.18; 1.27 and 0.66 mg/L. The ammonia nitrogen levels were 0mg/L upstream of the pond, 0.6 mg/L at the pond level and 0.61 mg/L downstream of the pond. The orthophosphate concentrations were 0.52; 1.12 and 0.66 mg/L respectively upstream of the pond, in the pond and downstream of the pond. Thanks

to the IPO calculated, we could say that water Dagne have an organic pollution zero upstream of the pond and low organic pollution downstream of the pond. All time suitable measure such as phytoepuration and the filter bed system have been proposed to overcome the problem.

Keywords: Pollution, Dagne, management, aquatic ecosystem

INTRODUCTION GENERALE

En janvier 1992, la conférence internationale sur l'eau et l'environnement de Dublin a posé un constat alarmant : la situation mondiale de l'eau est critique, l'eau douce est rare et son emploi doit se faire avec considération. La même année, le constat sera repris lors du sommet de Rio et va susciter une prise de conscience plus aigüe des menaces qui pèsent sur l'environnement et sur les ressources naturelles, dont l'eau en particulier.

Pour faire face à cette situation, l'état camerounais a créé par décret présidentiel n° 93/030 du 19 Janvier 1993, l'Institut des Sciences Halieutiques (ISH) de l'Université de Douala à Yabassi. L'ISH dans sa stratégie se propose de former des ingénieurs qualifiés et opérationnels dans le domaine de l'aménagement et la gestion des écosystèmes aquatiques et associe ainsi aux enseignements théoriques, les pratiques professionnelles et les stages. A cet effet, trois types de stages y sont proposés à savoir le stage monographique effectué en première année, le stage de pré-insertion professionnelle effectué en deuxième année et le stage d'insertion professionnelle. Ce dernier vient clôturer les stages du cycle Licence en vue d'obtention du titre d'Ingénieurs de Travaux Halieutes et durant lequel l'étudiant identifie des problèmes au sein d'une structure exerçant dans son domaine de spécialisation afin de proposer des solutions efficaces. Ce stage permet à l'étudiant de prendre contact avec les réalités du terrain initiées au niveau II, de parfaire ses connaissances et de se familiariser avec les outils et le milieu professionnel. Le stage dont les articulations sont contenues dans le présent rapport a été effectué au Réseau des Compétences Sans Frontières (RECOSAF) à Bafoussam du 1^{er} mars au 1er juin 2017. Ce rapport comprend deux grandes parties à savoir la présentation de la zone d'étude avec les activités menées et l'initiation aux travaux de recherche.

PARTIE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET ACTIVITES MENEES

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1 Localisation géographique

Le RECOSAF est situé dans la région de l'Ouest Cameroun, dans le département de la Mifi et dans l'arrondissement de Bafoussam. Cette ville est à la fois le chef-lieu de l'arrondissement, du département et de la région de l'Ouest. Elle est située à 200 km au Nord-Ouest de Yaoundé et à 285 km au Nord-Est de Douala. Elle est limitée au Nord par le département de Bamboutos, au Sud par les départements des Haut-plateaux et du Koung-khi, à l'Est par le département du Noun et à l'Ouest par les Départements de la Menoua (Figure 1). Ses coordonnées géographiques sont comprises entre : 05°28.39' et 5,4777500° latitudes Nord et entre 10,2503° et 10,4175900° longitudes Est (WGS, 1984).

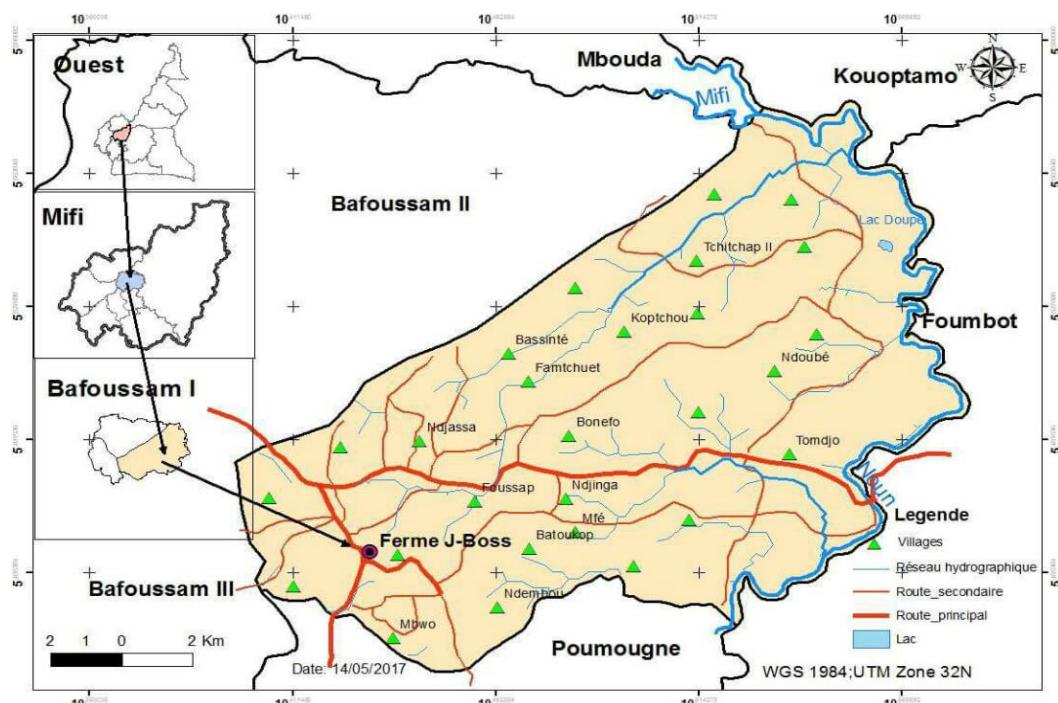


Figure 1: Localisation de la zone d'étude dans la région de l'Ouest Cameroun (INC modifié, 2017)

I.2 Pédologie et Topographie

L'Ouest Cameroun est une région de hauts plateaux implantée sur d'anciens massifs volcaniques. Son altitude moyenne est de 1400m. Dans le Département de la Mifi qui abrite la ville de Bafoussam, trois grands groupes de sols se rencontrent à savoir :

- les sols bruns sur roches basaltiques qui appartiennent aux classes des alfisols, des inceptisols-lixisols et des luvisols. Ils sont de bonne valeur agricole possédant un stock considérable de matière organique qui atténue l'effet de la texture argileuse. Ils répondent bien aux cultures du terroir (vivrières, maraîchage et caféier) et offrent de bons rendements agricoles (PDUB, 2013);
- les sols jeunes situés dans des zones à forte densité de population et dont l'utilisation à des fins agricoles nécessite généralement l'apport des engrains ;
- les terres noires sur cendres volcaniques, sombres et peu aérés, qui ont une très bonne valeur agricole (pour la culture maraîchère) grâce à leurs excellentes propriétés chimiques (PDUB, 2013).

1.3 Hydrographie et Climat

L'espace urbain de la commune d'arrondissement de Bafoussam Ier dispose de quelques ruisseaux qui sillonnent certains quartiers et dont le débit varie selon les saisons (étiage en saison sèche et crue par endroit en saison de pluie). Malheureusement, ces ruisseaux voient leur lit se rétrécir de jour en jour avec la pression urbaine et les encombrements dus aux déchets solides divers et des ordures ménagères. L'hydrographie du département de la Mifi est comprise dans le bassin versant du fleuve Noun qui coule d'Ouest en Est, puis du Nord au Sud et forme les limites Nord et Est de la Mifi (PDUB, 2013). Ces cours d'eaux ce répartissent en trois principaux bassins versants dont les lignes de partage des eaux sont portées par les routes principales.

L'arrondissement de Bafoussam Ier est situé en zone subéquatoriale et a un climat doux de type équatorial à faciès montagnard : les températures moyennes avoisinent 25°C et la pluviométrie y est assez importante. La saison des pluies dure de mars à octobre et la saison sèche de novembre à mars. Les pluies sont relativement abondantes, 1800 mm par an avec 110 à 130 jours de pluies (PDC, 2006). Ces conditions favorisent le développement de l'agriculture.

I.4 Flore

La flore naturelle est presque inexistante dans l'espace urbain du fait des pressions anthropiques. Toutefois, dans les zones administratives les routes sont bordées d'arbres ombrageux tels que les *Prodocarpus*; sur les lots non encore bâties et dans certaines concessions on observe des bananiers, des arbres fruitiers et de

nombreuses variétés de cultures vivrières et maraîchères. Il faut également noter la présence de la forêt sacré de la chefferie de Bafoussam où abondent de nombreuses espèces ligneuses.

I.5 Faune

En absence d'une flore importante, la faune se réduit aux petits animaux et oiseaux. C'est ainsi que l'on rencontre des rongeurs (hérissons, rats, souris des champs, etc...). Plusieurs variétés de reptiles (serpents, lézards) et diverses espèces d'oiseaux (moineaux, perdrix, corbeaux, éperviers, canards sauvages, et autres.) y sont également répertoriées. Cependant, on observe une prédominance des espèces élevées à l'instar des pondeuses, des poulets chair et des porcs.

I.6 Milieu humain et activités socio-économiques

La taille de la population du département de la Mifi est estimée à 301456 habitants soit composé de 239287 urbains et de 62189 ruraux (BUCREP, 2009). La population de Bafoussam I est estimée à 98339 habitants dont 81611 urbains et 16728 ruraux. Le poids de Bafoussam sur la population urbaine totale de la région est de 13,9% et la densité brute de la population est de 8,1 habitants par hectare.

L'agriculture demeure le premier secteur d'activité. Elle occupe 60% de la population active. Les principales cultures développées sont surtout vivrières et se pratiquent sur de très faibles superficies. L'on note cependant avec satisfaction que les rendements des cultures vivrières s'améliorent progressivement du fait des actions du Programme National de Vulgarisation et de Recherches Agricoles (PNVRA). Les emplois temporaires salariés sont offerts. En outre quelques activités agricoles sont négociées à la tâche et concernent : le labour, le sarclage, le buttage, la taille et bien d'autres.

Les pratiques commerciales se font de manière intermittente. Il existe des jours et des sites de marchés auquel se conforment les populations. Les jours de marchés sont tous les huit jours en campagnes et tous les quatre jours en ville (Neba ,1999).

En plus de la grande exploitation du bétail pratiquée par les Bororos, on note une croissance accrue de l'élevage des volailles, des porcs et des petits ruminants tels des chèvres, et des moutons qui occupent les populations. L'élevage est de deux types à savoir : semi-moderne et moderne grâce aux industries de productions d'aliments notamment la Société des Provenderies du Cameroun (SPC), BELGOCAM,

SIPREC.

L'artisanat se pratique également avec la fabrication traditionnelle des paniers et de nombreux autres produits tels que les meubles en bambou, les tapis et vêtements qui sont produits et commercialisés. Cet artisanat met en valeur les ressources locales et le savoir traditionnel (PDUB, 2013).

En terme de micro finance, il existe dans l'arrondissement plusieurs établissements de micro finances à l'exemple de la MIGEC, la SOCOECM COOP-CA, la NDJANGUI du Cameroun, la MC2 et bien d'autres. En outre, des groupes de tontine y fonctionnent, réalisant des opérations telle l'épargne, les prêts, le secours et les aides. On peut également citer les grands établissements financiers tels que : Afriland First Bank, Ecobank et Société Générale des Banques du Cameroun.

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET ACTIVITES MENEES

II.1 Présentation de la structure d'accueil

II.1.1 Nom, logo, localisation et historique de la structure

Le Réseau des Compétences Sans Frontière (RECOSAF) est une association éducative et soucieuse du développement rural. Elle est située dans la région de l'Ouest Cameroun, département de la Mifi, arrondissement de Bafoussam I, plus précisément au carrefour Madelon, troisième étage de l'immeuble le «Messager», à côté du journal Mutation (photo 1). Il a pour coordonnées géographiques 5.464276° en latitude EST et 10.425322 ° en longitude NORD. Son logo est celui du globe terrestre avec le nom de la structure autour (Figure 2). Il a vu le jour le 27 septembre 1994 par l'idée ingénieuse d'un groupe d'ingénieurs agronomes (4 personnes) fraîchement sorti de l'école national supérieur d'agronomie(ENSA) dans le but de faciliter les reconversions et l'insertion massive des camerounais dans les circuits économiques en tant qu'agriculteurs, éleveurs, artisans. En 1999, lors d'une visite en Israël, le coordinateur fut frappé par les gènes du tourisme. Et, dès son retour en 2000, il intègre ce dernier aux actions du RECOSAF. C'est ainsi qu'en 2003, il assiste au tout premier forum sur le tourisme durable en France, et l'activité proprement dit a démarré à la même période grâce à la rencontre de partenaires techniques au FITS et le séjour d'un volontaire canadien envoyé par *Horizon Cosmopolite* (Québec). Depuis 2006 ils cherchent à développer le commerce équitable pour soutenir les petits producteurs de la région.



Photo 1: Siège du Réseau des Compétences Sans Frontières

Figure 2: Logo du RECOASF

II.1.2 Missions et objectifs

Le RECOASF est une association de droits camerounais, il a pour mission et objectifs principales de promouvoir le développement durable des communautés locales dans la région de l'Ouest-Cameroun (Bapi, Bandjoun, Baham, Bandja, Batcham...) à travers la promotion du commerce équitable et le tourisme responsable. Le RECOASF accompagne et aide les populations locales dans leurs activités à travers la mise en place des projets et microprojets comme le projet de reboisement de 3700 arbres dans le groupement Bapi après un financement de cinq millions de francs par le Ministère des Forêts et de la Faune (MINFOF). Actuellement le RECOASF a deux projets porteurs en cours dans le groupement Bapi dont l'un porte sur la production et la transformation de l'avocat et l'autre porte sur la mise en place d'un Ecolodge qui va servir d'accueil, hébergement et de restauration pour les touristes. Cet Ecolodge servira aussi de centre de formation (Emmadja Trainning), et de moyens de transport (Emmadja Travel).

II.1.3 Organigramme

L'organigramme du RECOASF (Annexe I) présente plusieurs divisions fonctionnelles à savoir: une assemblée générale, un comité exécutif, et le secrétariat exécutif.

II.1.4 Ressources humaines

Le RECOASF compte 53 membres adhérents à l'association dont 29 hommes et 24 femmes. L'ensemble des activités du RECOASF est coordonnée par le secrétariat exécutif constitué de cinq membres permanents à savoir :

- un ingénieur agronome et analyste de projets qui est chargé de la coordination des activités du RECOASF, du montage des projets et de la recherche des financements ;
- un technicien supérieur d'agriculture qui s'occupe de tout ce qui concerne l'agriculture;
- un diplômé de l'Ecole National d'Hôtellerie et de Tourisme de Ngaoundéré qui s'occupe du tourisme ;

- un agent d'agriculture qui s'occupe de tous les activités qui concernent la pépinière ;
- une comptable qui s'occupe de la gestion des finances.

II.1.5 Ressources infrastructurelles et équipements

Le RECOSAF est doté d'une structure comportant deux bureaux, une salle de réunion et un site d'une superficie de 2 hectares pour l'établissement de deux projets en cours (projet culture et transformation des avocats et le projet Ecolodge). Le RECOSAF possède également deux bibliothèques, deux motos, deux ordinateurs portables et deux appareils photo-numériques. Actuellement le secrétaire exécutif du RECOSAF négocie un terrain de 8 hectares pour l'ajouter aux 2 hectares du site afin d'obtenir une superficie de 10 hectares.

II.1.6 Ressources financières

Les ressources financières du RECOSAF proviennent de la cotisation entre ces membres, des subventions par les bailleurs de fonds et des partenariats.

II.1.7 Processus de réalisation technologique des objectifs

Le RECOSAF atteint ses objectifs à l'aide des appuis financiers ; il réalise des projets aussi bénéfiques à l'association qu'aux populations locales. Les rentrées financières générées par l'activité touristique permettent de financer les micro-projets inclus dans le plan de développement de ces villages. Ces plans de développement ont été élaborés de manière participative avec la population. Ils concernent la santé, l'infrastructure, l'éducation, la formation. Le RECOSAF travaille parallèlement avec les enfants de la rue, réalise des ateliers sur la problématique du genre, a lancé une radio communautaire et bientôt une revue, et en 2006 l'association introduit le commerce équitable dans le produit touristique pour que les touristes achètent local, et pour offrir une opportunité de commercialisation internationale aux 5 000 petits producteurs de la région.

II.1.8 Résultats attendus de la structure

Les résultats attendus au sein de la structure RECOSAF en termes de projets et activités sont de l'ordre de 15% des projets en cours et de l'ordre de 96% des projets déjà réalisés, ce qui représente un résultat faible due au manque de

financement.

II.2 Activités menées dans la structure

Dans le cadre de ce stage, plusieurs activités ont été menées.

II.2.1 Chronogramme et description des activités durant le stage

Dans le cadre de ce stage au RECOASF en qualité de stagiaire, plusieurs activités ont été menées suivant un chronogramme bien établi (Tableau I).

Tableau I : Chronogramme de quelques activités menées au RECOASF

| Activités | Période |
|---|-------------------------|
| Nettoyage des milieux socioprofessionnels | Tous les Vendredi matin |
| Visite des sites écotouristiques de Bafoussam | Tous les samedis |
| Production des portes greffons | Avril |
| Initiation au greffage | Avril |
| Prospection des sites | Avril |
| Echantillonnage de l'eau de la rivière Dagne | Avril-Mai |

II.2.1.1 Nettoyage des milieux socioprofessionnels

Les travaux de nettoyage général de la structure étaient effectués tous les vendredis matin. Ils consistaient en un ménage complet de la structure et au dépoussiérage des archives et bouquin à l'aide d'un chasse-poussière localement fabriqué. La pépinière était nettoyée tous les mercredis afin d'assurer le suivi des plants (Photo 2a). Le nettoyage des étangs était généralement effectuée à l'aide des machettes, des pelles et consistait au défrichage des berges des étangs, des bordures du canal d'alimentation et du canal d'évacuation afin d'assurer la visibilité des étangs et de limiter la prédatation (Photo 2b).



a



b

Photo 2 : Nettoyage des milieux socioprofessionnels (a : nettoyage de la pépinière ; b : nettoyage des berges d'étang)

II.2.1.2 Participation à la production des portes greffes

La production des portes greffes s'effectuait en plusieurs étapes dont :

Le choix du noyau ; le séchage ; la fabrication du terreau ; l'ensachage ; la plantation du noyau dans le sachet et le sarclage quotidien.

II.2.1.3 Initiation au greffage

Au cours de ce stage, le greffage a été pratiqué dans le but de raccourcir la durée de maturité des plants choisis. Plusieurs étapes ponctuaient cette activité notamment :

- l'habillage : qui consiste à préparer et nettoyer la plante en vue du greffage en laissant uniquement 02 feuilles en haut de la plante ;

- le prélèvement du greffon : la collecte des greffons avec un squatteur sur le plant mère en prenant ceux qui sont orientés vers le soleil (Photo 3a) ;
- l'enfilage du greffon consistait à fendre le porte greffe sur le côté et enfiler le greffon, par la suite l'attacher avec une bande à greffe (Photo 3b) ;
- l'emballage du greffon se faisait dans le but de protéger le greffon.



Photo 3 : Initiation au greffage (a : prélèvement du greffon ; b : enfilage du greffon)

II.2.1.4 Visite des sites écotouristiques de Bafoussam

La visite des différents sites se faisait tous les samedis, permettant ainsi aux étudiants de découvrir la ville de Bafoussam et par la même occasion de faire un état des lieux des sites d'éventuels projets (Photo 4).



Photo 4 : Visite des sites écotouristiques de Bafoussam (a : chute de la Metchié ; b : lac Baleng)

II.2.1.5 Prospection des sites d'échantillonnage

Dans le but de choisir le site devant faire l'objet d'une étude relative à l'initiation à la recherche, des cours d'eau et ruisseaux ont été prospectés. Cette activité consistait à parcourir le long de plusieurs cours d'eau afin d'identifier les actions anthropiques qui y sont menées et identifier des stations pouvant faire l'objet

d'échantillonnage.

II.2.1.6 Echantillonnage de l'eau du Dagne

L'échantillonnage s'est réalisé dans le chenal d'écoulement principal, dans la veine d'eau principale, de préférence loin des berges et des obstacles présents dans le lit, en se positionnant dans la veine principale du cours d'eau, face au courant (contre-courant). L'échantillonnage s'est réalisé directement dans le cours d'eau à l'aide des flacons en plastiques après rinçage à 30 cm sous la surface (Photo 5).



Photo 5 : Echantillonnage sur le site

II.2.1.7 Activités de pêche pour un but lucratif

Une séance de pêche a été effectuée dans les étangs de J-Boss, environ 400 kg de poissons silures, de carpes et de poissons serpents ont été pêchés dans le but d'être commercialisé aux populations locales ainsi qu'aux partenaires de la dite structure.



Photo 6 : pêche des poissons d'un étang

II.2.2 Perception des contraintes et des opportunités de la structure

Pendant le stage, nous nous sommes heurtés à de nombreuses difficultés lors de la phase relative aux activités menées. Ce sont :

- l'absence d'eau courante qui a fortement handicapé notre rendement ;
- la faiblesse des moyens financiers personnels et ;
- le manque de financement pour la réalisation des projets propres à la structure.

Malgré ces contraintes, le RECOSAF présente plusieurs opportunités, à savoir :

- l'accueil des stagiaires camerounais et étrangers chaque année ;
- la communication avec des partenaires au niveau national et international et;
- un travail sur des projets porteurs.

II.2.3 Suggestions

Pour tenter de palier à ces manquements, des suggestions ont été faites :

- la mise à disposition permanente de l'eau dans la structure pour améliorer le séjour des stagiaires et visiteurs ;
- la mise en place d'une équipe plus dynamique devant œuvrer à la recherche des financements indispensables à la réalisation de nouveaux projets.

En somme, la ville de Bafoussam est la ville la plus peuplée de la région de l'ouest. Elle est le siège de plusieurs institutions administratives régionales. Cette première partie du travail a permis de présenter notre structure d'accueil, de s'imprégner des activités menées au quotidien afin de mieux comprendre les réalités du milieu professionnel telles que vécues au RECOSAF. Ce Stage a également permis d'acquérir de nouvelles connaissances sur les techniques d'échantillonnages des eaux et leur analyse physico-chimiques au laboratoire. A côté de son domaine d'activité principale qui est l'écotourisme, le RECOSAF prévoit étendre ses activités à l'aquaculture. Pour parfaire ce projet, il a été entrepris d'effectuer un travail d'initiation à la recherche sur le thème : « Evaluation de l'impact des activités piscicoles sur la rivière Dagne (Bafoussam-Cameroun)».

PARTIE II: INITIATION A LA RECHERCHE

**TITRE: Evaluation de l'impact des activités piscicoles sur la rivière Dagne
(Bafoussam-Cameroun)**

INTRODUCTION

Dans cette partie, il est question de vous présenter le thème étudié, le matériel, les méthodes utilisés et les résultats obtenus lors de la phase d'initiation aux travaux de recherche.

CONTEXTE ET JUSTIFICATIFS

Dans le cadre des "Objectifs du Millénaire pour le Développement" dénommés OMD, la réduction de la pauvreté et l'atteinte de la sécurité alimentaire constituent les défis majeurs que s'étaient fixés de nombreux états. Ce challenge exige la participation d'un grand nombre de secteurs d'activités dont l'aquaculture. L'intérêt grandissant porté aujourd'hui à l'aquaculture résulte principalement de la baisse des réserves naturelles en poissons, occasionnée par la pêche excessive et incontrôlée (Naylor et al., 2000 ; Pauly et al., 2002). A cette situation, s'ajoute l'augmentation de la population mondiale et de la transformation de 50% des produits de la pêche en

huile (Morin, 2006 ; Subasinghe, 2006). Dans ce contexte, l'aquaculture apparaît comme la seule alternative capable de combler cette demande en poisson sans cesse croissante dans de nombreux pays notamment au Cameroun (Anonyme, 2007). Bien que l'aquaculture soit une solution pour atteindre les objectifs du millénaire il n'en demeure pas moins vrai que c'est un facteur de pollution de l'environnement : les eaux de surface sont aujourd'hui sujettes à une affreuse agression qui est la pollution. En Corée du Sud, comme en Chine ou en Inde, la qualité des plans d'eaux s'est drastiquement détériorée (Chang, 2005 ; He et al., 2007 ; Paliwal et al., 2007). En Afrique, la pollution des plans d'eau est d'actualité et le traitement des eaux usées n'est pas toujours une préoccupation (Lamizana-Diallo et al., 2008). Les rejets d'eaux usées domestiques, agricoles, industrielle et même d'élevage aquacole n'en demeurent pas non plus négligeables. Cette pollution induit entre autres l'eutrophisation du système complet avec pour conséquences la mortalité des poissons et le développement de micro-organismes pathogènes néfastes pour l'environnement (Scheren et al., 2004).

PROBLEMATIQUE

L'eau constitue un élément indispensable pour la population humaine. En effet, cette substance est utilisée dans de nombreux secteurs tels que l'alimentation, l'agriculture et l'aquaculture. Cependant, la question de la qualité de l'eau constitue une préoccupation majeure dans de nombreuses villes camerounaises dont celle de Bafoussam. Les eaux provenant des écosystèmes aquatiques environnant sont utilisées pour l'aquaculture et déversées par la suite dans les rivières. Au regard de ce qui précède, on se pose la question de savoir si la qualité de l'eau qui résulte des étangs ne constituerait pas un handicap au développement des activités des populations utilisant cette eau ? C'est pour répondre à cette question que nous avons choisi comme thème de travail « Evaluation de l'impact des activités piscicoles sur la rivière Dagne (Bafoussam-Cameroun)».

OBJECTIFS

OBJECTIF GENERAL

Dans ce travail, il sera question pour nous d'évaluer l'impact des activités piscicoles sur la rivière Dagne

OBJECTIFS SPECIFIQUES

Plus spécifiquement, il sera question :

- d'identifier les sources de pollution du cours d'eau Dagne ;
- de déterminer la qualité physico-chimique du cours d'eau Dagne.

CHAPITRE III: REVUE DE LA LITTERATURE

III.1.Définitions des concepts

Eau : corps liquide à la température et à la pression ordinaire, incolore, inodore, insipide, dont les molécules sont composées d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogènes (Larousse, 2000) ;

Épuration : action d'éliminer les impuretés contenues dans un produit, dans l'eau (Larousse, 1992) ;

Phytoépuration : encore appelé lagunage, la phytoépuration est un système ou

un jardin d'assainissement des eaux usées par les plantes (Larousse, 2000) ;

Etang : est une retenue d'eau conçue pour l'élevage. Il est nécessaire de faire un étang en dehors de la rivière pour éviter la fuite des poissons lors des inondations. Il faut que le terrain soit assez plat, accessible en toute saison et que le sol soit de préférence imperméable (qui ne laisse pas passer l'eau). On distingue trois types d'étangs qui sont : Les étangs logés sur la nappe phréatique, les étangs en Dérivation d'une rivière et les Étangs de barrage. Il est important de noter que tout étang doit faire au moins un mètre de profondeur.

III.2 Importance des écosystèmes aquatiques

En plus du rôle de milieu de vie, les écosystèmes aquatiques continentaux procurent une grande variété de biens et de services à l'homme (Gleick, 1993). L'eau potable est vraisemblablement le bien le plus précieux car elle est une ressource rare et vitale (Gleick, 1993). L'eau est également un élément important car elle est utilisée pour l'irrigation agricole, la production d'énergie et l'industrie. En outre, les écosystèmes aquatiques continentaux lotiques servent aussi de voies de communications, de transport et sont exploités pour des besoins à vocation récréative et l'approvisionnement en ressources halieutiques (Gleick, 1993).

III.3 Notion de pollution

III.3.1 Définition

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en partie ou en totalité comme les sous-produits de l'action de l'homme au travers d'effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiations, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes, en eau et d'autres produits biologiques (Barbault, 1995).

III.3.2 Sources et types de pollution

Globalement, deux principales sources de contamination des cours d'eaux sont recensées dans une agglomération : les sources diffuses et les sources ponctuelles (Ritter et al., 2002). Les sources diffuses proviennent de l'ensemble du territoire environnant l'hydro système. Il s'agit essentiellement des eaux usées, des eaux de ruissellement, ou de surface. Les sources ponctuelles de pollution quant à elles sont localisées et facilement identifiables. Elles comprennent les effluents

domestiques, les eaux usées industrielles et les eaux usées provenant de l'épandage de fumiers et de lisiers (Ritter et al., 2002). En fonction de la source, on peut distinguer trois principaux types de pollution qui sont la pollution urbaine, agronomique, et industrielle.

III.4 Caractérisation physico-chimiques des milieux aquatiques

Les paramètres physico-chimiques donnent des indications sur les agents stressants. En d'autres mots, les contaminations environnementales ponctuelles. Pour évaluer la qualité physico-chimique d'une eau, on analyse plus d'une trentaine de paramètres (Hébert et Legare, 2000) et on les compare à des grilles de qualité existantes telle que le Système d'Evaluation de la Qualité des Eaux (SEQ-Eau).

III.4.1 Variables physiques

Les variables physiques qui apportent des indications sur l'état de santé d'un cours d'eau sont entre autres, la température, les Matières En Suspension (MES), la couleur et la turbidité.

- Température**

La température est un facteur clé influençant la biologie et la distribution des espèces lotiques (Giller et Malmqvist, 1999). Ainsi, chaque espèce présente un préférendum thermique pour son développement. Précisément, la chaleur régule l'activité cellulaire et est directement liée au développement du zooplancton (Angelier, 2003).

- Matières En Suspension (MES)**

Les MES comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau. Les solides en suspension (MES) proviennent de deux sources, ils peuvent être déjà présents dans l'eau d'approvisionnement de la station piscicole et sont inévitablement produits par l'élevage. Dans l'élevage, l'excrétion des fèces par les poissons et les restes d'aliments non consommés (10 % à 15 %) constituent une source constante de MES. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et, par suite, la photosynthèse (Ouellet, 1998).

- **Turbidité et la couleur**

La turbidité varie en fonction de la teneur en MES ; une forte turbidité est signe de pollution (Rodier et al., 2009). La couleur quant à elle est une variable essentielle à la pollution esthétique, due à la minéralisation, à la présence de substances humiques et aux composés chimiques tels que les colorants et les pigments (Rodier et al., 2009).

III.4.2 Variables chimiques

Les paramètres chimiques les plus utilisés dans la caractérisation des plans d'eau sont entre autres le potentiel d'hydrogène, la conductivité électrique, les formes d'azote, les orthophosphates et l'oxygène dissous.

- **pH**

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est -à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H^+). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus毒ique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons. En région bruxelloise, on admet généralement qu'un pH naturel situé entre 6,5 et 8,5 caractérise des eaux où la vie se développe de manière optimale.

- **Conductivité électrique**

La Conductivité électrique est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en millisiemens par mètre (mS/m) à 20 °C. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 $\mu S/cm$.

La connaissance du contenu en sels dissous est importante dans la mesure où chaque organisme aquatique a des exigences propres en ce qui concerne ce paramètre. Les espèces aquatiques ne supportent généralement pas des variations importantes en sels dissous qui peuvent être observées par exemple en cas de déversements d'eaux usées.

- **Formes d'azote**

Les composés azotés proviennent de l'oxydation de la matière organique du bassin versant et des engrais (Angelier, 2000). Les nitrates constituent la forme d'azote généralement utilisée par les producteurs primaires pour la photosynthèse. Les nitrates dominent dans les eaux naturelles bien oxygénées alors que l'azote ammoniacal, produit de dégradation de la matière organique et des excrétaux animaux, abonde dans les milieux peu oxygénés. Quant aux nitrites, ils sont des produits intermédiaires de la transformation biologique de l'azote ammoniacal en nitrates. Les nitrites ne se maintiennent dans les eaux courantes que lorsque le milieu n'est pas suffisamment oxygéné et leur rémanence indique un état de pollution organique (Foto, 1991).

- **Orthophosphates**

En milieux aquatiques, les teneurs en orthophosphates sont relativement faibles dans les eaux naturelles (0,05 à 0,2 mg/l). Cependant, l'utilisation excessive d'engrais phosphatés et de détergents polyphosphatés contribuent à leur enrichissement dans le plan d'eau (Rodier et al., 2009). Le phosphore est présent dans l'eau sous plusieurs formes, mais seule la forme minérale (PO_4^{3-}) est utilisée par les végétaux pour la photosynthèse.

- **Oxygène dissous**

Les concentrations en oxygène dissous constituent, avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique. L'oxygène dissous dans les eaux de surface provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. Une valeur inférieure à 1 mg dioxygène par litre indique un état proche de l'anaérobiose ; une valeur de 1 à 2 mg dioxygène par litre indique une rivière fortement polluée mais de manière réversible ; une teneur de 4 à 6 mg dioxygène par litre caractérise une eau de bonne qualité (CCME, 1987).

CHAPITRE IV : MATERIEL ET METHODES

IV.1 Période de l'étude, objectifs (sous objectifs) et méthodes de l'étude

L'étude s'est déroulée dans la ville de Bafoussam en deux phases. La première phase qui s'est déroulée de février à mars 2017, a consisté en la prospection du site d'étude en vue du choix des stations d'échantillonnage. Cette phase a également été consacrée à la rédaction du protocole et aux recherches bibliographiques. La seconde quant à elle s'est déroulée d'avril à mai 2017. Elle a permis de collecter les données physico-chimiques et d'effectuer les analyses de laboratoire avec pour objectifs d'identifier les sources de pollutions du cours d'eau et déterminer la qualité physico-chimique du cours d'eau Dagne.

IV.2 Collecte des données

IV .2.1 Collecte des données secondaires

Les données secondaires proviennent des documents issus de la bibliothèque du RECOSAF et des différents travaux de recherches publiés en ligne (les rapports d'enquête, des mémoires, des thèses et autres publications) et aux informations obtenues auprès des établissements tels que : la commune de Bafoussam I, le Ministère de l'Elevage, des Pêches et des Industries Animales (MINEPIA).

IV.2.2 Collecte des données primaires

La collecte des données primaires s'est réalisée dans l'arrondissement de Bafoussam I à partir des observations directes sur le terrain, les méthodes d'entretien qualitatif à travers des interviews semi structurés (ISS), les prélèvements sur le terrain, les analyses en laboratoire selon les techniques de Rodier *et al.* (2009) et le calcul de l'IPO selon Leclercq (2001).

IV.3 Conduite de l'essai

L'essai s'est réalisé dans le département de la Mifi précisément dans Bafoussam Ier dans la ferme J-boss. L'identification des sources de pollution du Dagne s'est réalisée au moyen d'observation directe sur les sites avec la collaboration des différents guides locaux. La trame d'enquête ainsi que des interviews semi structurées ont été faites sur un échantillon de trente personnes comportant des femmes et des hommes adultes dans l'optique d'avoir des informations sur le site.

Les échantillons d'eau destinés aux analyses physico-chimiques, ont été prélevés à l'aide de flacons en polyéthylène de contenance 1000 ml, sans faire de bulles d'air. Les stations ayant servi de point d'échantillonnage sont : la station 1 (S1) situé en amont de l'étang, la station 2 (S2) situé dans l'étang où sont élevés deux espèces de poisson notamment le *Clarias gariepinus* et l'*Oreochromis niloticus* et la station 3 (S3) situé en aval de l'étang.

Ces échantillons d'eau ont été transportés dans une glacière contenant de la glace et ramenés au Laboratoire d' Hydrobiologie et Environnement de l'Université de Yaoundé I où les analyses ont été effectuées. Suite à l'analyse des échantillons, on détermine à quelle classe appartient chacun des paramètres analysés et ensuite on fait une moyenne (Annexe 5). Pour cet indice, il faut obtenir les données pour trois paramètres, soit l'ammonium, les nitrites et les phosphates. L'on peut obtenir la moyenne des classes pour les trois autres paramètres seulement (Leclercq, 2001).

IV.4 Paramètres étudiés

Les paramètres physico-chimiques ont été mesurées *in-situ* et au laboratoire suivant les techniques de APHA (1998) et Rodier et *al.* (2009).

IV.4.1 Paramètres mesurés *in-situ*

La température a été mesurée *in-situ* à l'aide d'un thermomètre à mercure et les résultats ont été exprimés en degré Celsius (°C).

IV.4.2 Paramètres mesurés au laboratoire

La conductivité électrique, le potentiel d'hydrogène (pH) et l'oxygène dissous ont été mesurés à l'aide d'un multiparamètre de marque HANNA Hi 9829. Les résultats ont respectivement été exprimés en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) pour la conductivité et en mg/L pour l'oxygène dissous.

Les MES, la couleur et la turbidité ont été mesurés au laboratoire par lecture directe au spectrophotomètre de marque HACH DR/3900 aux longueurs d'ondes $\lambda = 810 \text{ nm}$, $\lambda = 455 \text{ nm}$ et $\lambda = 450 \text{ nm}$ respectivement. Les résultats ont respectivement été exprimés en milligramme par litre (mg/l), en Platinium-Cobalt (Pt-Co) et en FTU.

Les orthophosphates ont également été mesurés à l'aide d'un spectrophotomètre de marque HACH DR/3900. Le réactif utilisé est le Phosver III et la lecture s'est faite à la longueur d'onde $\lambda = 530 \text{ nm}$. Les résultats ont été exprimés

en mg/l.

Concernant les formes d'azote, elles ont été évaluées à l'aide d'un spectrophotomètre de marque HACH DR/3900. Les teneurs en azote ammoniacal ont été obtenues par la méthode de Nessler qui consiste à ajouter 1ml de réactif de Nessler et 1ml de sel de Rochelle à 25 ml d'échantillon d'eau. Les valeurs ont été lues à la longueur d'onde $\lambda = 425$ nm et les résultats ont été exprimés en mg/l. Quant aux nitrites (NO_2^-), ils ont été déterminés par ajout du réactif Nitriver III à 10 ml d'échantillon d'eau. Les résultats ont été lus à la longueur d'onde $\lambda = 500$ nm et exprimés en mg/l de NO_2^- .

IV.5 Traitement des données

Les données collectées sur le terrain ont été traitées et analysées suivant deux approches : l'analyse statistique descriptive qui a consisté à ranger les données dans le programme Excel afin d'obtenir des résultats sous forme de tableaux et d'histogrammes groupés. La seconde est l'indice de pollution organique (IPO). Il a été mis au point en répartissant les valeurs des paramètres indicateurs de pollution en cinq classes.

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSION

V.1 Résultats

V.1.1 Sources de pollution du cours d'eau Dagne

A l'issu des observations directes effectuées sur le terrain et des interviews semi structurés faits, il en ressort que les principaux polluants sont engendrés par l'élevage piscicole et les activités domestiques. Ses polluants sont :

- les lisiers de porcs et de poules introduites dans l'étang pour la fertilisation;
- les fèces et les résidus alimentaires ;
- le métabolisme des poissons en étang;
- la chau et les antibiotiques introduits dans l'étang ;
- les savons issus des lessives, baignades et vaisselles provenant des activités domestiques effectuées en aval de l'étang.

V.1.2 Qualité physico-chimique du cours d'eau Dagne

V.1.2.1 Paramètres physiques

Pendant la période d'étude, les valeurs de la température ont peu varié. La plus faible valeur ($20,8^{\circ}\text{C}$) a été obtenue à la station 1. Tandis que les stations 2 et 3 ont toutes deux respectivement obtenu 26°C et 25°C (Figure 3A).

Par ailleurs, les concentrations en MES au niveau des différentes stations d'étude ont été faibles respectivement 0mg/l, 71mg/l, 63mg/l pour les stations 1, 2 et 3 (Figure 3B). Quant à la turbidité, elle a augmentée de l'amont vers l'aval. Elle a assez varié de l'amont (0 FTU) vers l'aval (99 FTU). Elle a augmentée à la (S2) avec une valeur moyenne de 144 FTU (Figure 3C). La couleur croît également de l'amont vers l'aval avec des valeurs allant de 180 Pt.Co en amont de l'étang à 478 Pt.Co dans l'étang et diminue à 405 Pt.Co en l'aval de l'étang (Figure 3D).

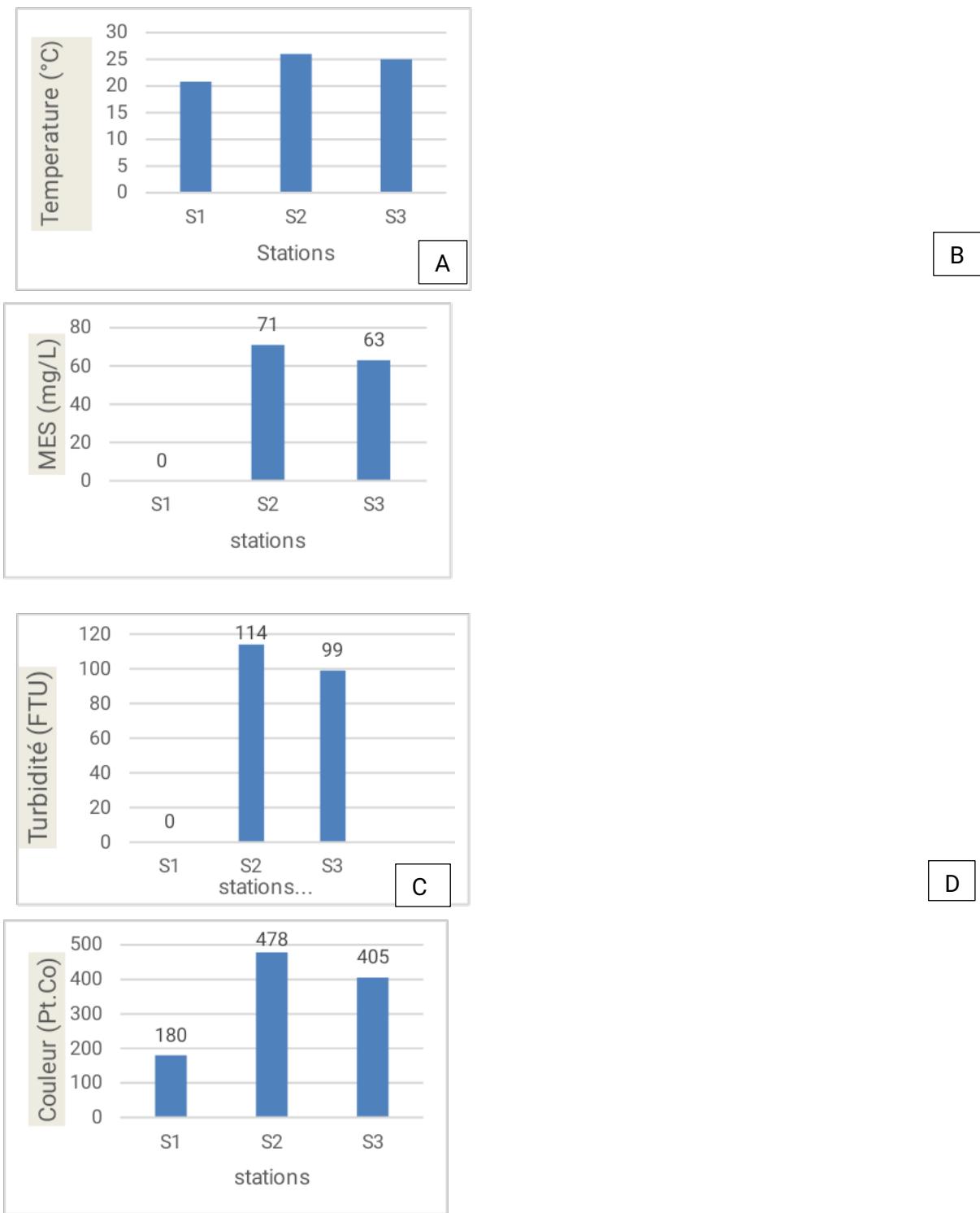


Figure 4: Variation des paramètres physiques dans le cours d'eau Dagne (A : Température, B : MES, C : Turbidité, D : Couleur)

V.1.2.2 Paramètres chimiques

Au cours de la période d'étude, les valeurs de la conductivité ont diminué de l'amont vers l'aval. Ainsi, la S1 a obtenu la plus forte valeur ($219 \mu\text{S}/\text{cm}$) tandis que la S2 a enregistrée la plus faible valeur ($132 \mu\text{S}/\text{cm}$) et la S3 ($148 \mu\text{S}/\text{cm}$) (Figure 4A).

Les valeurs du pH ont très peu varié. Elles sont restées entre 6,92 et 8,53 : la (S1) a obtenu une valeur de 8,25, la (S2) une valeur de 8,53 tandis que la S3 a obtenu la plus faible valeur (6,92) (Figure 4B).

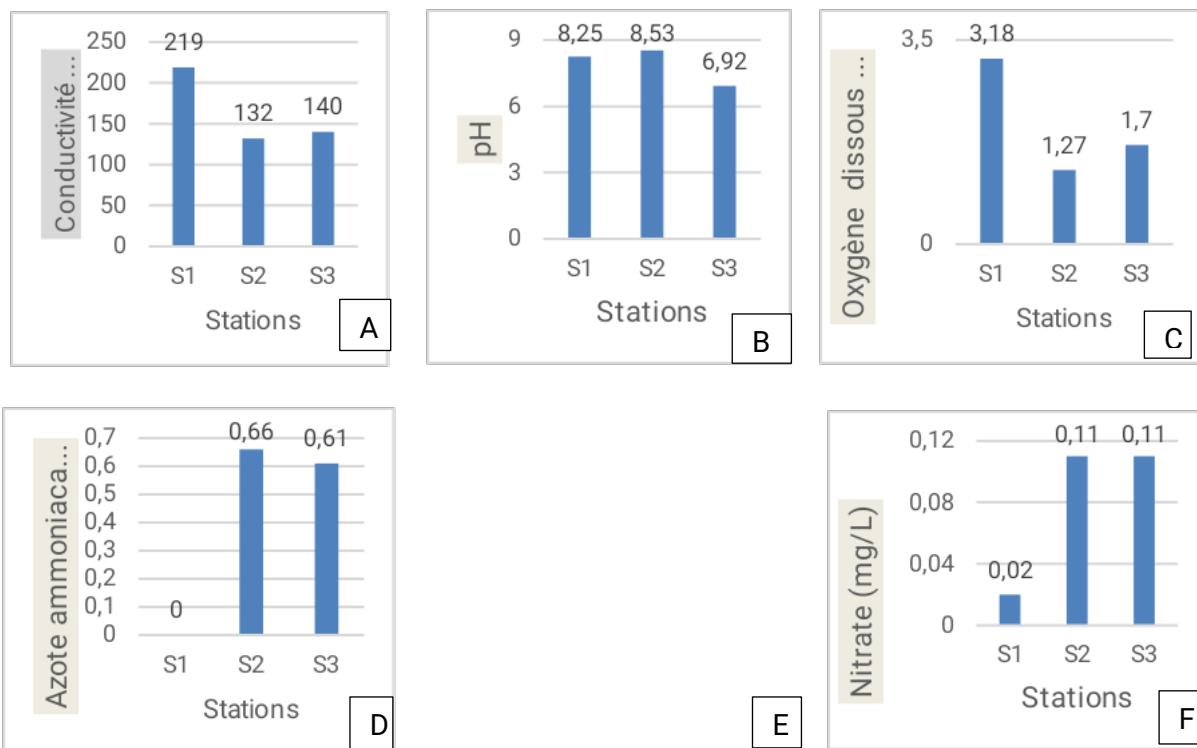
Pour ce qui est de l'oxygène dissous la (S1) a enregistré la plus forte valeur (3,18 mg /L) tandis que la (S2) a enregistrée la plus faible valeur (1,27 mg /L) (Figure 4C).

Durant la période d'étude les concentrations en azote ammoniacal ont augmenté de l'amont de l'étang vers l'étang. La plus forte valeur (0,66 mg/l) a été obtenue au niveau de l'étang tandis que la plus faible valeur (0 mg/l) a été enregistrée en amont de l'étang (Figure 4D).

Les teneurs en nitrate obtenues lors de l'étude ont augmenté de l'amont vers l'aval de l'étang. Les valeurs maximales sont obtenues aux stations 2 et 3 (0,11 mg/l) tandis que la station 1 obtient la plus faible valeur (0,02 mg/l) (Figure 4E).

Les teneurs en nitrite obtenues ont peu varié de la station 2 à 3. La valeur maximale est obtenue à la S2 (19 mg/L). La S3 quant à elle obtient une valeur de 17 mg/L tandis que la S1 obtient une valeur de 0 mg/L (Figure 4F).

Les valeurs obtenues en orthophosphates aux différentes stations ont variées. Ainsi, on note la valeur la plus élevée à la S2 (1,12 mg/l) et la valeur la plus faible à la S1 (0,52 mg/l) (Figure 4G).



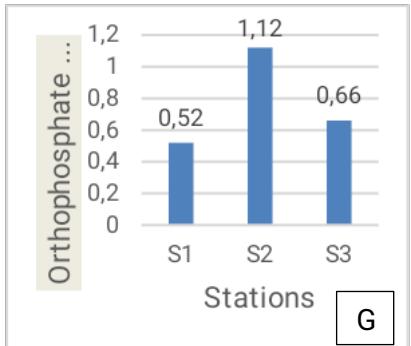
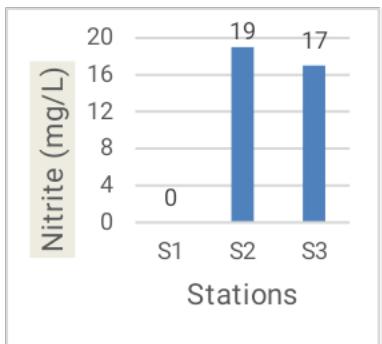


Figure 5: Variation des paramètres chimiques dans le cours d'eau Dagne (A : Conductivité électrique, B : pH, C : Oxygène dissous, D : Azote ammoniacal, E : Nitrate, F : Nitrite, G : Orthophosphate)

V.1.2.3 Détermination de l'Indice de Pollution Organique

L'IPO permet de déterminer le degré de pollution d'un cours d'eau en s'appuyant sur les paramètres chimiques tels que l'ammonium, les nitrites et les phosphates. La limite des classes de l'IPO et l'interprétation de la moyenne des classes d'après Leclercq (2001) a été élaborée en (annexe V).

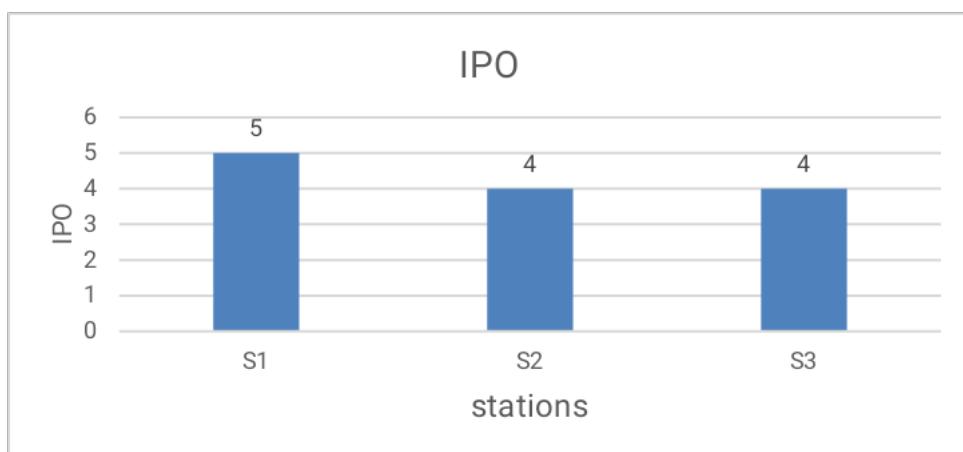


Figure 5 : Variation de l'IPO du cours d'eau Dagne

V.2 Discussion

La faible valeur de température observée à la station 1 serait due à l'ombrage apporté par la végétation environnante, notamment les arbres situés aux abords du cours d'eau. Par ailleurs, les valeurs plus élevées enregistrées aux deux autres stations (26°C et 25°C) seraient dues à l'ensoleillement élevé. Liechti et *al.* (2004), soulignent que la température des eaux de surface est étroitement influencée par la température environnante.

Pour ce qui est des valeurs de MES (0, 71 et 63mg/l), nous pouvons dire que son augmentation à la S2 serait due aux restes d'aliments (granulés) introduits dans l'étang et aux fèces produits par les poissons. Sa légère baisse à la S3 serait due à la dilution des effluents piscicoles par le cours d'eau réceptacle.

Les valeurs obtenues pour la turbidité (0, 114, 99 FTU) seraient dues au fait que la turbidité varie en fonction de la teneur en MES. Les valeurs élevées (180, 478, 405 Pt.Co) de la couleur seraient dues aux aliments déversés dans l'étang et aux grandes quantités de phytoplanctons. Elle peut être aussi due à la minéralisation, à la présence de substances humiques et aux composés chimiques tels que les pigments (Rodier et *al.*, 2009) dans l'étang.

Les valeurs de pH enregistrées au cours de l'étude révèlent une tendance des eaux à la neutralité. Ces valeurs sont dans la gamme de pH des eaux naturelles favorables à la vie aquatique (5-9 UC) (Angelier, 2003).

Pour ce qui est de la conductivité électrique, ses valeurs (219, 132, 148 µS/Cm) montrent que les eaux du Dagne ont une faible minéralisation. Cette faible minéralisation est caractéristique des ruisseaux et rivières coulant dans les vallées des régions forestières peu anthropisées (Verneaux, 1980). D'après Rodier et *al.* (2009), les eaux dont la conductivité électrique est supérieure à 100 µS/cm sont d'assez bonne qualité.

La baisse de l'eau en oxygène dissous de l'amont (3,18 mg/L) en aval de l'étang (1,2mg/L) témoigne ainsi une mauvaise oxygénation des eaux du Dagne. Selon Rodier (1978) les eaux ayant un taux d'oxygène dissout inférieur à 3mg/L sont dangereuses. Une valeur de 1 à 2 mg d'O₂ par litre indique une rivière fortement polluée mais de manière réversible (CCME, 1987).

L'augmentation de la concentration de l'azote ammoniacal, des nitrates et des nitrites de la station 1 à 2 serait due au fait que l'eau provenant du ruisseau ait été

modifié par la photosynthèse réalisé en présence du nitrite ou de l'azote ammoniacal soit par le métabolisme des poissons de l'étang. La légère baisse de ces concentrations de la station 2 à 3 serait due au fait que les eaux sortant de l'étang aient été diluées par la rivière.

L'augmentation des concentrations en orthophosphates de la station 1 à 2 peut être due à la mise en suspension des sédiments dans l'étang (Le Louarn et al., 1991).

La station S1 révèle un niveau de pollution organique nulle due aux faibles concentrations des nitrites, ammoniums et phosphates présent en amont de l'étang. Les stations S1 et S2 révèlent une pollution organique faible dues à l'augmentation des concentrations des nitrites, phosphates et ammoniums au niveau de l'étang.

CONCLUSION RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Les travaux relatifs à l'initiation à la recherche avaient pour but d'identifier les sources de pollution du cours d'eau Dagne et de déterminer la qualité physico-chimique de cette eau. De cela, il ressort que les eaux du Dagne ont une pollution organique nulle en amont de l'étang et une faible pollution organique en aval de l'étang. Les cours d'eau qui présentent un bassin versant naturel comme celui du Dagne deviennent de plus en plus rares dans notre pays. Ainsi, nous recommandons :

- aux pisciculteurs des méthodes de traitement des eaux peu couteuses telles que la phytoépuration et le système de lit filtrant en vue de réduire le niveau de pollution ;
- aux pisciculteurs de placer des dispositifs d'épuration après le canal d'évacuation pour filtrer l'eau avant de la relâcher dans la rivière;
- aux pouvoirs publics, de mettre sur pied un programme de protection et de gestion des hydrosystèmes, d'organiser des campagnes de sensibilisation à l'endroit des populations, ceci afin de renforcer la politique de gestion intégrée des ressources en eau en vue de limiter les risques de maladies hydriques et d'améliorer les conditions de vie des populations.

PERSPECTIVES

La ressource halieutique plus principalement le poisson ayant une place importante dans les objectifs mondiaux avec pour meilleur option l'aquaculture, on pose la question de savoir si l'aquaculture est un danger pour les écosystèmes aquatiques d'où le choix du thème.

Dans les travaux à venir, pour comprendre d'avantage l'impact de l'aquaculture sur les écosystèmes aquatiques, nous envisageons :

- étendre le travail à plusieurs fermes piscicoles à élevage semi intensif et intensif en vue de montrer de façon plus persuasive l'impact de l'aquaculture sur l'environnement et ;
- faire une étude comparative des effluents piscicoles du système étang et hors sol.

CONCLUSION GENERALE

Parvenu au terme de notre stage au Réseau des Compétences Sans Frontières (RECOSAF), de nombreuses connaissances en relation avec le monde

socioprofessionnel ont été acquises. Le stage a été riche en activités notamment dans le domaine de l'écotourisme, de l'agriculture et de l'évaluation physico-chimiques de la qualité des eaux de surface. Concernant l'initiation à la recherche dont l'objectif était d'identifier les sources de pollution dans la rivière Dagne et déterminer la qualité physico-chimique de cette eau, il en ressort que ses eaux sont plus polluées en aval de l'étang qu'en amont de l'étang. Les ruisseaux formés à partir des eaux provenant de la nappe phréatique deviennent de plus en plus rares dans notre pays. Durant le stage, plusieurs difficultés ont été rencontrés notamment la réticence des personnes vis-à-vis de l'enquête lors de la réalisation des interviews, l'obtention des documents ainsi que des informations auprès des autorités compétentes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Angelier E.**, 2000. Ecologie des eaux courantes. Tec. Et Doc. Ed. Paris, 199p.
- Angelier E.**, 2003. Ecology of streams and rivers. Science publisher, inc. Enfield. 211-213.
- Anonyme**, 2007. L'Aquaculture, seul moyen de combler le "déficit de poisson". L'avenir de la pisciculture au coeur d'une réunion ministérielle. Note de synthèse réunion du 19 novembre 2007. FAO, Rome (Italie), <http://www.fao.org/newsroom/fr/news/2007/1000701/index.html> (consulté en Novembre 2008) 41p. + annexes.
- Apha**, 1976. Standard method for the examination of water and wastewater. American Public Health Association (APHA), Washington, 420-423.
- Barbault R.**, 1995. Ecologie générale : structure et fonctionnement de la biosphère. 5e édition, Dunod, Paris. 202-205.
- BUCREP.**, 2009. Bureau central des recensements et des études de population : troisième recensement générale de la population et de l'habitat, Rapport de présentation des résultats définitifs, Bafoussam (Cameroun), 65 p.
- CCME.**, 1987. Recommandations pour la qualité des eaux au Canada, Conseil canadien des ministres de l'Environnement, Documents du CCME, a/s Publications officielles du Manitoba, 200, rue Vaughan, Winnipeg (Man.) R3C 1T5 Canada, p. 6-1 et 6-2.
- Chang H.**, 2005. Spatial and temporal variations of water quality in the Han River and its tributaries, Seoul, Korea. 1993-2002. Water, Air, and Soil Pollution 161, 267-284.
- Foto M. S. et Njine T.**, 1991. Influence de la pollution organique sur la diversité des peuplements de ciliés de deux cours d'eau urbains au Cameroun. Annales de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I. Série Sciences Naturelles et Vie : 281-294.
- Giller P. S. et Malmqvist B.**, 1999. The biology of rivers and streams. Oxford University Press, Oxford. 296 p.

Gleick P. H., 1993. Water in crisis: A guide to the world's freshwater resources. New York, USA: Oxford University Press.

Hébert S. et Légaré S., 2000. Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq no ENV-2001-0141, rapport n° QE-123, 24 p. et 3 annexes.

Lamizana-Diallo M. B., Kenfack S. et Millogo-Rasolodimby J., 2008. Évaluation de la qualité physicochimique de l'eau d'un cours d'eau temporaire du Burkina Faso – Le cas du Massili dans le Kadiogo. Sud Sciences et technologiques. ISSN 0796-5419 du 16 juin 2008.

Le Louarn H., Bertru G., 1991. Influence des élevages intensifs en étang sur les rivières Revue des sciences de l'eau, 4, 315-327.

Leclercq L., 2001. Les eaux courantes : caractéristiques et moyens d'étude, dans Les zones humides. Actes des colloques organisés en 1996 par le Ministère de la Région Wallonne dans le cadre de l'Année Mondiale des Zones Humides, Jambes, Région Wallonne, DGRNE, pp: 67-82.

Liechti P., Frutiger A. et Zobrist J., 2004. Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau de Suisse. Module chimie, analyses physico-chimiques niveaux *R* & *C*. OFEFP Berne page 12.

Morin H., 2006. Menaces sur la pêche, l'aquaculture prend le relais. Le Monde, 13 septembre, 20-21.

Morin R., 2012. « Qualité de l'eau requise pour l'élevage des salmonidés ». Document d'information DADD-14. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. 25p. <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Peche>

Naylor R. L., Goldburg R. J., Primavera J. H., Nils Kaustky M., Beveridge C. M., Clay J., Folkes C., Lubchenco J., 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405, 1017-1024.

Neba A., 1999. Modern geography of the republic of Cameroon (3rd Ed), NEBA publishers. 204 P.

Ouellet G., 1998. Caractérisation des eaux usées de stations piscicoles québécoises, MAPAQ, Direction de l'innovation et des technologies. 35 p.

Pauly D., Christensen V., Guénette S., Pitcher T. J., Sumaila R. U., Walters C. J., Watson R., Zeller D., 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418, 689-695.

PDC., 2006. Plan de développement communale 2006-2009, Réalisé avec l'appui du PNDP/ Ouest, 8-16 pages ; 90pages.

PDUB., 2013. Rapport diagnostique et rapport de synthèse. Communauté urbaine de Bafoussam, 30p.

Ritter L., Solomon K., Sibley P., Hall K., Keen P. et Linton B., 2002. Sources, pathways, and relative risks of contaminants in surface water and groundwater: a perspective prepared for the walkerton inquiry. *Toxicology and Environmental Health*, 65 (1) : 1-142.

Rodier J., Legube B., Merlet N., et Brunet R., 2009. L'analyse de l'eau. 9e édition, DUNOD, Paris, 1203 p.

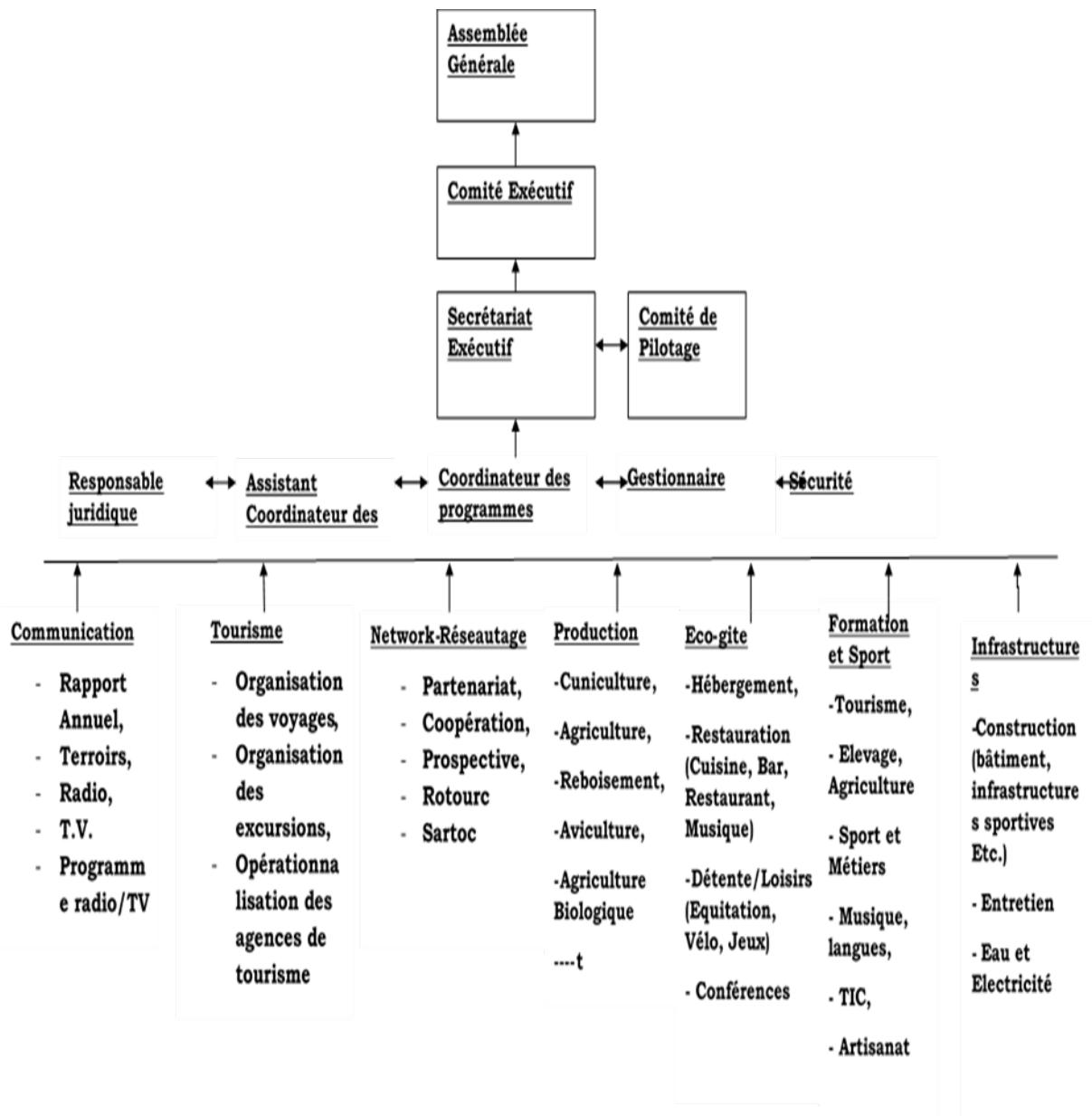
Scheren P. A. G. M., Kroeze C., Janssen F. J. J. G., Hordijk L., Ptasinski K. J., 2004. Integrated pollution assessment of the Ebrié Lagoon, Ivory Coast, West Africa. *Journal of Marine water System* 44 (1-2).

Subasinghe R., 2006. The State of world aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. FAO(Ed), Rome (Italie), 500, 134p.

Verneaux J., 1980. Fondements biologiques et écologiques de l'étude de qualité des eaux continentales. Principales méthodes biologiques. In : Pesson P. (ed.). La pollution des eaux continentales. Incidence sur les biocénoses aquatiques. Gauthier-Villars. 289-345p.

ANNEXES

Annexe I : Organigramme du RECOASF



Annexe II : Variables physico-chimiques des eaux pendant la période d'étude

| Paramètres physiques | Station1 Longitude : 10.43101 Latitude : 05.46108 | Station 2 Longitude : 10.43162 Latitude : 05.46129 | Station 3 Longitude : 10.43154 Latitude : 05.46168 |
|----------------------|--|--|--|
| Température (°C) | 20.8 | 26 | 25 |
| TDS | 112 | 68 | 76 |
| Turbidité | 0 | 114 | 99 |
| Couleur | 180 | 478 | 405 |
| MES | 0 | 71 | 63 |

| Paramètres chimiques | Station 1 | Station 2 | STATION 3 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| NH4+ | 0 | 0,66 | 0,61 |
| NO2- | 0 | 19 | 17 |
| NO3- | 0,02 | 0,11 | 0,9 |
| Orthophosphate | 0,52 | 1,12 | 0,66 |
| Ph | 8,25 | 8,53 | 6,92 |
| Oxygène | 3,18 | 1,27 | 1,7 |

| | | | |
|--------------|-----|-----|-----|
| Conductivité | 219 | 132 | 148 |
|--------------|-----|-----|-----|

Annexe III : Quelques matériels utilisés pendant la période d'étude



Spectrophotomètre



multi paramètre

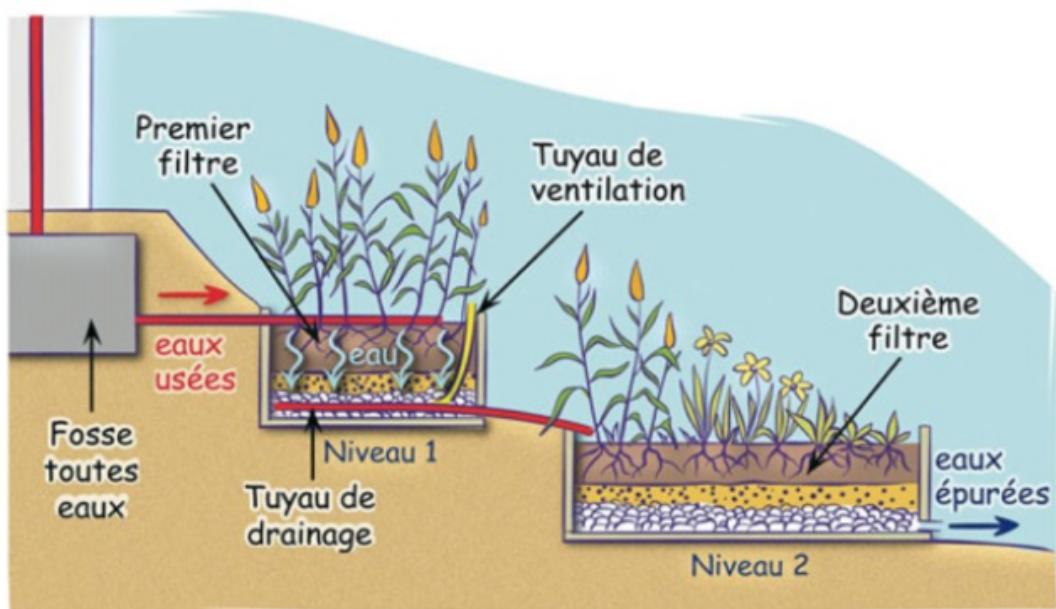


Glacière



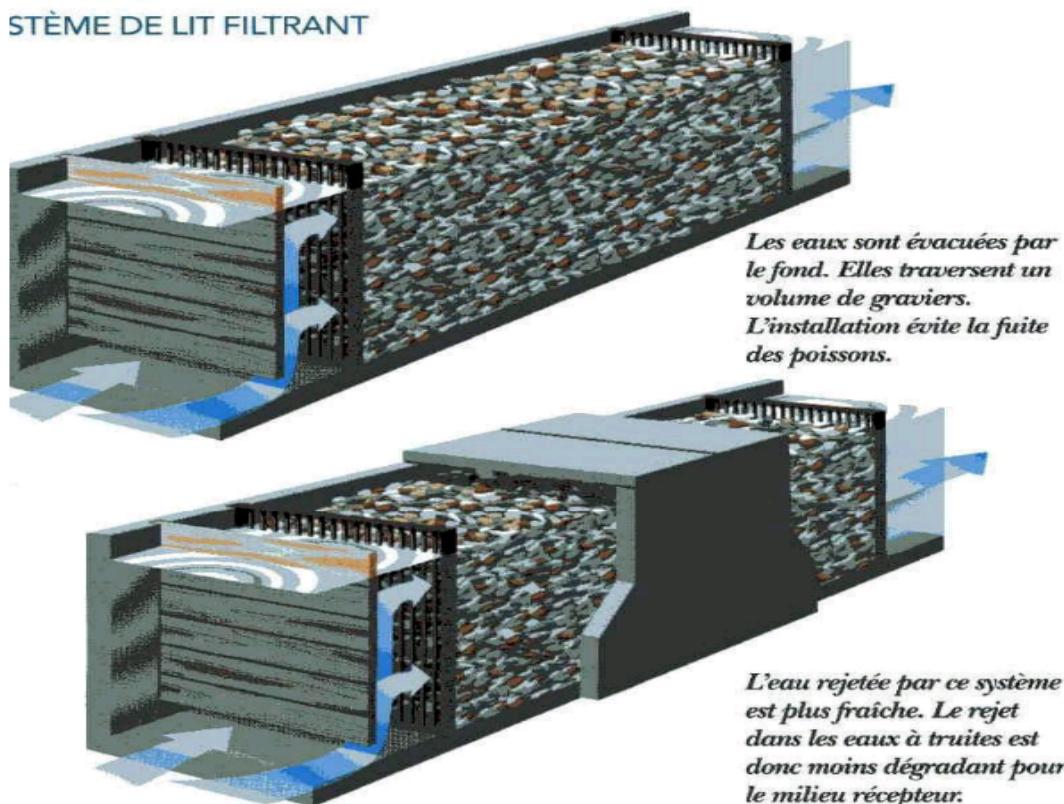
Flacon en polyéthylène

Annexe IV: systèmes de traitement des eaux usées



Filtres à roseaux – © D. Klecka

STÈME DE LIT FILTRANT



B. BRETON. 2001. *Créer et gérer son plan d'eau.*

Annexe V : Limites des classes de l'IPO et interprétation de la moyenne des classes d'après Leclercq (2001)

| Classes | Paramètres | NH ₄ ⁺ (mg/L) | NO ₂ ⁻ (µg/L) | PO ₄ ³⁻ (µg/L) |
|---------|------------|--|--|---|
| 5 | | < 0,1 | ≤ 5 | ≤ 15 |
| 4 | | 0,1 - 0,9 | 6 - 10 | 16 - 75 |
| 3 | | 1 - 2,4 | 11 - 50 | 76 - 250 |
| 2 | | 2,5 - 6 | 51 - 150 | 251 - 900 |

| | | | |
|---|-----|-------|-------|
| 1 | > 6 | > 150 | > 900 |
|---|-----|-------|-------|

| Moyennes des classes | Niveau de pollution organique |
|----------------------|-------------------------------|
| 5,0 – 4,6 | Nulle |
| 4,5 – 4,0 | Faible |
| 3,9 – 3,0 | Modérée |
| 2,9 – 2,0 | Forte |
| 1,9 – 1,0 | Très forte |