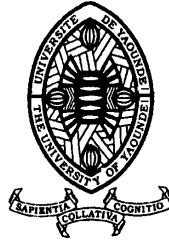


UNIVERSITE DE YAOUNDE I

UNIVERSITY OF YAOUNDE I



FACULTE DES SCIENCES

FACULTY OF SCIENCE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES
DEPARTMENT OF ANIMAL BIOLOGY AND PHYSIOLOGY

LABORATOIRE D' HYDROBIOLOGIE ET ENVIRONNEMENT
LABORATORY OF HYDROBIOLOGY AND ENVIRONMENT

**Taxinomie et Bio-écologie des Crustacés
Décapodes dans le Bassin Versant du Nyong
(Zone Forestière Sud Cameroun)**

THÈSE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat/Ph.D en Biologie des Organismes

Animaux

Option : Hydrobiologie et Environnement

Par :

YOGBACK Gertrude Estelle

Matricule : 08Q1075

Master ès-Sciences

Sous la co-direction de

AJEAGAH Gideon AGHAINDUM

Professeur

DJIETO LORDON Champlain

Professeur

JURY DE SOUTENANCE


Président : BILONG BILONG Charles Felix (*Professeur, UYI*)

Rapporteurs : AJEAGAH Gideon AGHAINDUM (*Professeur, UYI*)
DJIETO LORDON Champlain (*Professeur, UYI*)

Membres : NGEUTSOP Victor Francois (*Professeur, UDshang*)
ZEBAZE TOGOUET Serge Hubert (*Professeur, UYI*)
FOTO MENBOHAN Samuel (*Maitre de Conférence, UYI*)

Année 2021



UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I Faculté des Sciences Division de la Programmation et du Suivi des Activités Académiques		THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I Faculty of Science Division of Programming and Follow-up of Academic Affairs
LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS		LIST OF PERMANENT TEACHING STAFF

ANNÉE ACADEMIQUE 2019/2020
 (Par Département et par Grade)
DATE D'ACTUALISATION 12 Juin 2020

ADMINISTRATION

DOYEN : TCHOUANKEU Jean- Claude, *Maitre de Conférences*
VICE-DOYEN / DPSAA : ATCHADE Alex de Théodore, *Maitre de Conférences*
VICE-DOYEN / DSSE : AJEAGAH Gideon AGHAINDUM, *Professeur*
VICE-DOYEN / DRC : ABOSSOLO Monique, *Maitre de Conférences*
Chef Division Administrative et Financière : NDOYE FOE Marie C. F., *Maitre de Conférences*
Chef Division des Affaires Académiques, de la Scolarité et de la Recherche DAASR : MBAZE MEVA'A Luc Léonard, *Professeur*

1- DÉPARTEMENT DE BIOCHIMIE (BC) (38)

N°	NOMS ET PRÉNOMS	GRADE	OBSERVATIONS
1	BIGOGA DAIGA Jude	Professeur	En poste
2	FEKAM BOYOM Fabrice	Professeur	En poste
3	FOKOU Elie	Professeur	En poste
4	KANSCI Germain	Professeur	En poste
5	MBACHAM FON Wilfried	Professeur	En poste
6	MOUNDIPA FEWOU Paul	Professeur	Chef de Département
7	NINTCHOM PENLAP V. épouse BENG	Professeur	En poste
8	OBEN Julius ENYONG	Professeur	En poste
9	ACHU Merci BIH	Maître de Conférences	En poste
10	ATOGHO Barbara Mma	Maître de Conférences	En poste
11	AZANTSA KINGUE GABIN BORIS	Maître de Conférences	En poste
12	BELINGA née NDOYE FOE M. C. F.	Maître de Conférences	Chef DAF / FS
13	BOUDJEKO Thaddée	Maître de Conférences	En poste
14	DJUIDJE NGOUNOUE Marcelline	Maître de Conférences	En poste
15	EFFA NNOMO Pierre	Maître de Conférences	En poste
16	NANA Louise épouse WAKAM	Maître de Conférences	En poste
17	NGONDI Judith Laure	Maître de Conférences	En poste
18	NGUEFACK Julienne	Maître de Conférences	En poste
19	NJAYOU Frédéric Nico	Maître de Conférences	En poste
20	MOFOR née TEUGWA Clotilde	Maître de Conférences	Inspecteur de Service MINESUP
21	TCHANA KOUATCHOUA Angèle	Maître de Conférences	En poste
22	AKINDEH MBUH NJI	Chargé de Cours	En poste

23	BEBOY EDJENGUELE Sara Nathalie	Chargé de Cours	En poste
24	DAKOLE DABOY Charles	Chargé de Cours	En poste
25	DJUIKWO NKONGA Ruth Viviane	Chargée de Cours	En poste
26	DONGMO LEKAGNE Joseph Blaise	Chargé de Cours	En poste
27	EWANE Cécile Anne	Chargée de Cours	En poste
28	FONKOUA Martin	Chargé de Cours	En poste
29	BEBEE Fadimatou	Chargée de Cours	En poste
30	KOTUE KAPTUE Charles	Chargé de Cours	En poste
31	LUNGA Paul KEILAH	Chargé de Cours	En poste
32	MANANGA Marlyse Joséphine	Chargée de Cours	En poste
33	MBONG ANGIE M. Mary Anne	Chargée de Cours	En poste
34	PECHANGOU NSANGOU Sylvain	Chargé de Cours	En poste
35	Palmer MASUMBE NETONGO	Chargé de Cours	En poste

36	MBOUCHE FANMOE Marceline Joëlle	Assistante	En poste
37	OWONA AYISSI Vincent Brice	Assistant	En poste
38	WILFRIED ANGIE Abia	Assistante	En poste

2- DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES (BPA) (48)
--

1	AJEAGAH Gideon AGHAINDUM	Professeur	<i>VICE-DOYEN / DSSE</i>
2	BILONG BILONG Charles-Félix	Professeur	Chef de Département
3	DIMO Théophile	Professeur	En Poste
4	DJIETO LORDON Champlain	Professeur	En Poste
5	ESSOMBA née NTSAMA MBALA	Professeur	<i>Vice Doyen/FMSB/UIYI</i>
6	FOMENA Abraham	Professeur	En Poste
7	KAMTCHOUING Pierre	Professeur	En poste
8	NJAMEN Dieudonné	Professeur	En poste
9	NJIOKOU Flobert	Professeur	En Poste
10	NOLA Moïse	Professeur	En poste
11	TAN Paul VERNYUY	Professeur	En poste
12	TCHUEM TCHUENTE Louis Albert	Professeur	<i>Inspecteur de service Coord.Progr./MINSANTE</i>
13	ZEBAZE TOGOUET Serge Hubert	Professeur	<i>En poste</i>

14	BILANDA Danielle Claude	Maître de Conférences	En poste
15	DJIOGUE Séfirin	Maître de Conférences	En poste
16	DZEUFJET DJOMENI Paul Désiré	Maître de Conférences	En poste
17	JATSA BOUKENG Hermine épse MEGAPTCHÉ	Maître de Conférences	En Poste
18	KEKEUNOU Sévilor	Maître de Conférences	En poste
19	MEGNEKOU Rosette	Maître de Conférences	En poste
20	MONY Ruth épse NTONE	Maître de Conférences	En Poste
21	NGUEGUIM TSOFAK Florence	Maître de Conférences	En poste
22	TOMBI Jeannette	Maître de Conférences	En poste

23	ALENE Désirée Chantal	Chargée de Cours	En poste
26	ATSAMO Albert Donatien	Chargé de Cours	En poste
27	BELLET EDIMO Oscar Roger	Chargé de Cours	En poste
28	DONFACK Mireille	Chargée de Cours	En poste
29	ETEME ENAMA Serge	Chargé de Cours	En poste
30	GOUNOUE KAMKUMO Raceline	Chargée de Cours	En poste
31	KANDEDA KAVAYE Antoine	Chargé de Cours	En poste

32	LEKEUFACK FOLEFACK Guy B.	Chargé de Cours	En poste
33	MAHOB Raymond Joseph	Chargé de Cours	En poste
34	MBENOUN MASSE Paul Serge	Chargé de Cours	En poste
35	MOUNGANG Luciane Marlyse	Chargée de Cours	En poste
36	MVEYO NDANKEU Yves Patrick	Chargé de Cours	En poste
37	NGOUATEU KENFACK Omer Bébé	Chargé de Cours	En poste
38	NGUEMBOK	Chargé de Cours	En poste
39	NJUA Clarisse Yafi	Chargée de Cours	Chef Div. UBA
40	NOAH EWOTI Olive Vivien	Chargée de Cours	En poste
41	TADU Zephyrin	Chargé de Cours	En poste
42	TAMSA ARFAO Antoine	Chargé de Cours	En poste
43	YEDE	Chargé de Cours	En poste

44	BASSOCK BAYIHA Etienne Didier	Assistant	En poste
45	ESSAMA MBIDA Désirée Sandrine	Assistante	En poste
46	KOGA MANG DOBARA	Assistant	En poste
47	LEME BANOCK Lucie	Assistante	En poste
48	YOUNOUSSA LAME	Assistant	En poste

3- DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES (BPV) (33)

1	AMBANG Zachée	Professeur	Chef Division/UYII
2	BELL Joseph Martin	Professeur	En poste
3	DJOCGOUE Pierre François	Professeur	En poste
4	MOSSEBO Dominique Claude	Professeur	En poste
5	YOUMBI Emmanuel	Professeur	Chef de Département
6	ZAPFACK Louis	Professeur	En poste

7	ANGONI Hyacinthe	Maître de Conférences	En poste
8	BIYE Elvire Hortense	Maître de Conférences	En poste
9	KENGNE NOUMSI Ives Magloire	Maître de Conférences	En poste
10	MALA Armand William	Maître de Conférences	En poste
11	MBARGA BINDZI Marie Alain	Maître de Conférences	CT/ MINESUP
12	MBOLO Marie	Maître de Conférences	En poste
13	NDONGO BEKOLO	Maître de Conférences	CE / MINRESI
14	NGODO MELINGUI Jean Baptiste	Maître de Conférences	En poste
15	NGONKEU MAGAPTCHE Eddy L.	Maître de Conférences	En poste
16	TSOATA Esaïe	Maître de Conférences	En poste
17	TONFACK Libert Brice	Maître de Conférences	En poste

18	DJEUANI Astride Carole	Chargé de Cours	En poste
19	GOMANDJE Christelle	Chargée de Cours	En poste
20	MAFFO MAFFO Nicole Liliane	Chargé de Cours	En poste
21	MAHBOU SOMO TOUKAM. Gabriel	Chargé de Cours	En poste
22	NGALLE Hermine BILLE	Chargée de Cours	En poste
23	NGOUO Lucas Vincent	Chargé de Cours	En poste
24	NNANGA MEBENGA Ruth Laure	Chargé de Cours	En poste
25	NOUKEU KOUAKAM Armelle	Chargé de Cours	En poste
26	ONANA JEAN MICHEL	Chargé de Cours	En poste
27	GODSWILL NTSOMBAH NTSEFONG	Assistant	En poste
28	KABELONG BANAHOU Louis-Paul-Roger	Assistant	En poste
29	KONO Léon Dieudonné	Assistant	En poste

30	LIBALAH Moses BAKONCK	Assistant	En poste
31	LIKENG-LI-NGUE Benoit C	Assistant	En poste
32	TAEDOUNG Evariste Hermann	Assistant	En poste
33	TEMEGNE NONO Carine	Assistant	En poste

4- DÉPARTEMENT DE CHIMIE INORGANIQUE (CI) (34)

1	AGWARA ONDOH Moïse	Professeur	<i>Chef de Département</i>
2	ELIMBI Antoine	Professeur	En poste
3	Florence UFI CHINJE épouse MELO	Professeur	<i>Recteur Univ.Ngaoundere</i>
4	GHO GOMU Paul MINGO	Professeur	<i>Ministre Chargé de Miss.PR</i>
5	NANSEU Njiki Charles Péguy	Professeur	En poste
6	NDIFON Peter TEKE	Professeur	<i>CT MINRESI</i>
7	NGOMO Horace MANGA	Professeur	<i>Vice Chancelor/UB</i>
8	NDIKONTAR Maurice KOR	Professeur	<i>Vice-Doyen Univ. Bamenda</i>
9	NENWA Justin	Professeur	En poste
10	NGAMENI Emmanuel	Professeur	<i>DOYEN FS UDs</i>

11	BABALE née DJAM DOUDOU	Maître de Conférences	<i>Chargée Mission P.R.</i>
12	DJOUFAC WOU MFO Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
13	EMADACK Alphonse	Maître de Conférences	En poste
14	KAMGANG YOUNBI Georges	Maître de Conférences	En poste
15	KEMMEGNE MBOUGUEM Jean C.	Maître de Conférences	En poste
16	KONG SAKEO	Maître de Conférences	En poste
17	NDI NSAMI Julius	Maître de Conférences	En poste
18	NJOMOU C. épouse DJANGANG	Maître de Conférences	En poste
19	NJOYA Dayirou	Maître de Conférences	En poste

20	ACAYANKA Elie	Chargé de Cours	En poste
21	BELIBI BELIBI Placide Désiré	Chargé de Cours	CS/ ENS Bertoua
22	CHEUMANI YONA Arnaud M.	Chargé de Cours	En poste
23	KENNE DEDZO GUSTAVE	Chargé de Cours	En poste
24	KOUOTOU DA OUDA	Chargé de Cours	En poste
25	MAKON Thomas Beauregard	Chargé de Cours	En poste
26	MBEY Jean Aime	Chargé de Cours	En poste
27	NCHIMI NONO KATIA	Chargé de Cours	En poste
28	NEBA nee NDOSIRI Bridget NDOYE	Chargée de Cours	CT/ MINFEM
29	NYAMEN Linda Dyorisse	Chargée de Cours	En poste
30	PABOUDAM GBAMBIE A.	Chargée de Cours	En poste
31	TCHAKOUTE KOUAMO Hervé	Chargé de Cours	En poste
32	NJANKWA NJABONG N. Eric	Assistant	En poste
33	PATOUOSSA ISSOFA	Assistant	En poste
34	SIEWE Jean Mermoz	Assistant	En Poste

5- DÉPARTEMENT DE CHIMIE ORGANIQUE (CO) (35)

1	DONGO Etienne	Professeur	Vice-Doyen
2	GHO GOMU TIH Robert Ralph	Professeur	Dir. IBAF/UDA
3	NGOUELA Silvère Augustin	Professeur	Chef de Département UDS

4	NKENGFACK Augustin Ephrem	Professeur	Chef de Département
5	NYASSE Barthélemy	Professeur	En poste
6	PEGNYEMB Dieudonné Emmanuel	Professeur	<i>Directeur/ MINESUP</i>
7	WANDJI Jean	Professeur	En poste

8	Alex de Théodore ATCHADE	Maître de Conférences	Vice-Doyen / DPSAA
9	EYONG Kenneth OBEN	Maître de Conférences	En poste
10	FOLEFOC Gabriel NGOSONG	Maître de Conférences	En poste
11	FOTSO WABO Ghislain	Maître de Conférences	En poste
12	KEUMEDJIO Félix	Maître de Conférences	En poste
13	KEUMOGNE Marguerite	Maître de Conférences	En poste
14	KOUAM Jacques	Maître de Conférences	En poste
15	MBAZOA née DJAMA Céline	Maître de Conférences	En poste
16	MKOUNGA Pierre	Maître de Conférences	En poste
17	NOTE LOUGBOT Olivier Placide	Maître de Conférences	Chef Service/MINESUP
18	NGO MBING Joséphine	Maître de Conférences	Sous/Direct. MINERESI
19	NGONO BIKOBO Dominique Serge	Maître de Conférences	En poste
20	NOUNGOUE TCHAMO Diderot	Maître de Conférences	En poste
21	TABOPDA KUATE Turibio	Maître de Conférences	En poste
22	TCHOUANKEU Jean-Claude	Maître de Conférences	<i>Doyen /FS/ UYI</i>
23	TIH née NGO BILONG E. Anastasie	Maître de Conférences	En poste
24	YANKEP Emmanuel	Maître de Conférences	En poste

25	AMBASSA Pantaléon	Chargé de Cours	En poste
26	KAMTO Eutrophe Le Doux	Chargé de Cours	En poste
27	MVOT AKAK CARINE	Chargé de Cours	En poste
28	NGNINTEDO Dominique	Chargé de Cours	En poste
29	NGOMO Orléans	Chargée de Cours	En poste
30	OUAHOUE WACHE Blandine M.	Chargée de Cours	En poste
31	SIELINOU TEDJON Valérie	Chargé de Cours	En poste
32	TAGATSING FOTSING Maurice	Chargé de Cours	En poste
33	ZONDENDEGOUMBA Ernestine	Chargée de Cours	En poste

34	MESSI Angélique Nicolas	Assistant	En poste
35	TSEMEUGNE Joseph	Assistant	En poste

6- DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE (IN) (27)

1	ATSA ETOUNDI Roger	Professeur	<i>Chef Div. MINESUP</i>
2	FOUDA NDJODO Marcel Laurent	Professeur	<i>Chef Dpt ENS/Chef IGA. MINESUP</i>

3	NDOUNDAM René	Maître de Conférences	En poste
---	---------------	-----------------------	----------

4	AMINOUE Halidou	Chargé de Cours	<i>Chef de Département</i>
5	DJAM Xaviera YOUH - KIMBI	Chargé de Cours	En Poste
6	EBELE Serge Alain	Chargé de Cours	En poste
7	KOUOKAM KOUOKAM E. A.	Chargé de Cours	En poste
8	MELATAGIA YONTA Paulin	Chargé de Cours	En poste
9	MOTO MPONG Serge Alain	Chargé de Cours	En poste
10	TAPAMO Hyppolite	Chargé de Cours	En poste

11	ABESSOLO ALO'O Gislain	Chargé de Cours	En poste
12	MONTHÉ DJIADEU Valéry M.	Chargé de Cours	En poste
13	OLLE OLLE Daniel Claude Delort	Chargé de Cours	C/D Enset. Ebolowa
14	TINDO Gilbert	Chargé de Cours	En poste
15	TSOPZE Norbert	Chargé de Cours	En poste
16	WAKU KOUAMOU Jules	Chargé de Cours	En poste

17	BAYEM Jacques Narcisse	Assistant	En poste
18	DOMGA KOMGUEM Rodrigue	Assistant	En poste
19	EKODECK Stéphane Gaël Raymond	Assistant	En poste
20	HAMZA Adamou	Assistant	En poste
21	JIOMEKONG AZANZI Fidel	Assistant	En poste
22	MAKEMBE. S . Oswald	Assistant	En poste
23	MESSI NGUELE Thomas	Assistant	En poste
24	MEYEMDOU Nadège Sylvianne	Assistante	En poste
25	NKONDOCK. MI. BAHANACK.N.	Assistant	En poste

7- DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES (MA) (30)

1	EMVUDU WONO Yves S.	Professeur	<i>Inspecteur MINESUP</i>
---	---------------------	------------	---------------------------

2	AYISSI Raoult Domingo	Maître de Conférences	Chef de Département
3	NKUIMI JUGNIA Célestin	Maître de Conférences	En poste
4	NOUNDJEU Pierre	Maître de Conférences	<i>Chef service des programmes & Diplômes</i>
5	MBEHOU Mohamed	Maître de Conférences	En poste
6	TCHAPNDA NJABO Sophonie B.	Maître de Conférences	Directeur/AIMS Rwanda

7	AGHOUKENG JIOFACK Jean Gérard	Chargé de Cours	Chef Cellule MINPLAMAT
8	CHENDJOU Gilbert	Chargé de Cours	En poste
9	DJIADEU NGAHA Michel	Chargé de Cours	En poste
10	DOUANLA YONTA Herman	Chargé de Cours	En poste
11	FOMEKONG Christophe	Chargé de Cours	En poste
12	KIANPI Maurice	Chargé de Cours	En poste
13	KIKI Maxime Armand	Chargé de Cours	En poste
14	MBAKOP Guy Merlin	Chargé de Cours	En poste
15	MBANG Joseph	Chargé de Cours	En poste
16	MBELE BIDIMA Martin Ledoux	Chargé de Cours	En poste
17	MENGUE MENGUE David Joe	Chargé de Cours	En poste
18	NGUEFACK Bernard	Chargé de Cours	En poste
19	NIMPA PEFOUKEU Romain	Chargée de Cours	En poste
20	POLA DOUNDOU Emmanuel	Chargé de Cours	En poste
21	TAKAM SOH Patrice	Chargé de Cours	En poste
22	TCHANGANG Roger Duclos	Chargé de Cours	En poste
23	TCHOUNDJA Edgar Landry	Chargé de Cours	En poste
24	TETSADJIO TCHILEPECK M. E.	Chargée de Cours	En poste
25	TIAYA TSAGUE N. Anne-Marie	Chargée de Cours	En poste

26	MBIAKOP Hilaire George	Assistant	En poste
27	BITYE MVONDO Esther Claudine	Assistante	En poste

28	MBATAKOU Salomon Joseph	Assistant	En poste
29	MEFENZA NOUNTU Thiery	Assistant	En poste
30	TCHEUTIA Daniel Duviol	Assistant	En poste

8- DÉPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE (MIB) (18)

1	ESSIA NGANG Jean Justin	Professeur	<i>Chef de Département</i>
2	BOYOMO ONANA	Maître de Conférences	En poste
3	NWAGA Dieudonné M.	Maître de Conférences	En poste
4	NYEGUE Maximilienne Ascension	Maître de Conférences	En poste
5	RIWOM Sara Honorine	Maître de Conférences	En poste
6	SADO KAMDEM Sylvain Leroy	Maître de Conférences	En poste
7	ASSAM ASSAM Jean Paul	Chargé de Cours	En poste
8	BODA Maurice	Chargé de Cours	En poste
9	BOUGNOM Blaise Pascal	Chargé de Cours	En poste
10	ESSONO OBOUGOU Germain G.	Chargé de Cours	En poste
11	NJIKI BIKOÏ Jacky	Chargée de Cours	En poste
12	TCHIKOUA Roger	Chargé de Cours	En poste
13	ESSONO Damien Marie	Assistant	En poste
14	LAMYE Glory MOH	Assistant	En poste
15	MEYIN A EBONG Solange	Assistante	En poste
16	NKOUDOU ZE Nardis	Assistant	En poste
17	SAKE NGANE Carole Stéphanie	Assistante	En poste
18	TOBOLBAÏ Richard	Assistant	En poste

9. DEPARTEMENT DE PYSIQUE(PHY) (40)

1	BEN- BOLIE Germain Hubert	Professeur	En poste
2	EKOBENA FOU DA Henri Paul	Professeur	<i>Chef Division. UN</i>
3	ESSIMBI ZOBO Bernard	Professeur	En poste
4	KOFANE Timoléon Crépin	Professeur	En poste
5	NANA ENGO Serge Guy	Professeur	En poste
6	NDJAKA Jean Marie Bienvenu	Professeur	Chef de Département
7	NOUAYOU Robert	Professeur	En poste
8	NJANDJOCK NOUCK Philippe	Professeur	<i>Sous Directeur/ MINRESI</i>
9	PEMHA Elkana	Professeur	En poste
10	TABOD Charles TABOD	Professeur	Doyen Univ/Bda
11	TCHAWOUA Clément	Professeur	En poste
12	WOAFO Paul	Professeur	En poste
13	BIYA MOTTO Frédéric	Maître de Conférences	DG/HYDRO Mekin
14	BODO Bertrand	Maître de Conférences	En poste
15	DJUIDJE KENMOE épouse ALOYEM	Maître de Conférences	En poste
16	EYEBE FOU DA Jean sire	Maître de Conférences	En poste

17	FEWO Serge Ibraïd	Maître de Conférences	En poste
18	HONA Jacques	Maître de Conférences	En poste
19	MBANE BIOUELE César	Maître de Conférences	En poste
20	NANA NBENDJO Blaise	Maître de Conférences	En poste
21	NDOP Joseph	Maître de Conférences	En poste
22	SAIDOU	Maître de Conférences	MINERESI
23	SIEWE SIEWE Martin	Maître de Conférences	En poste
24	SIMO Elie	Maître de Conférences	En poste
25	VONDOU Derbetini Appolinaire	Maître de Conférences	En poste
26	WAKATA née BEYA Annie	Maître de Conférences	<i>Sous Directeur/ MINESUP</i>
27	ZEKENG Serge Sylvain	Maître de Conférences	En poste

28	ABDOURAHIMI	Chargé de Cours	En poste
29	EDONGUE HERVAIS	Chargé de Cours	En poste
30	ENYEGUE A NYAM épouse BELINGA	Chargée de Cours	En poste
31	FOUEDJIO David	Chargé de Cours	Chef Cell. MINADER
32	MBINACK Clément	Chargé de Cours	En poste
33	MBONO SAMBA Yves Christian U.	Chargé de Cours	En poste
34	MEL'PI Joelle Larissa	Chargée de Cours	En poste
35	MVOGO ALAIN	Chargé de Cours	En poste
36	OBOUNOU Marcel	Chargé de Cours	DA/Univ Inter Etat/Sangmalima
37	WOULACHE Rosalie Laure	Chargée de Cours	En poste

38	AYISSI EYEBE Guy François Valérie	Assistant	En poste
39	CHAMANI Roméo	Assistant	En poste
40	TEYOU NGOUPPOU Ariel	Assistant	En poste

10- DÉPARTEMENT DE SCIENCES DE LA TERRE (ST) (43)

1	BITOM Dieudonné	Professeur	<i>Doyen / FASA / UDs</i>
2	FOUATEU Rose épouse YONGUE	Professeur	En poste
3	KAMGANG Pierre	Professeur	En poste
4	NDJIGUI Paul Désiré	Professeur	Chef de Département
5	NDAM NGOUPAYOU Jules-Remy	Professeur	En poste
6	NGOS III Simon	Professeur	DAAC/Uma
7	NKOUMBOU Charles	Professeur	En poste
8	NZENTI Jean-Paul	Professeur	En poste

9	ABOSSOLO née ANGUE Monique	Maître de Conférences	<i>Vice-Doyen / DRC</i>
10	GHOUMU Richard TANWI	Maître de Conférences	CD/Uma
11	MOUNDI Amidou	Maître de Conférences	<i>CT/ MINIMDT</i>
12	NGUEUTCHOUA Gabriel	Maître de Conférences	CEA/MINRESI
13	NJILAH Isaac KONFOR	Maître de Conférences	En poste
14	ONANA Vincent Laurent	Maître de Conférences	<i>Chef service Maintenance & du Matériel</i>
15	BISSO Dieudonné	Maître de Conférences	<i>Directeur/Projet Barrage Memve'ele</i>
16	EKOMANE Emile	Maître de Conférences	En poste
17	GANNO Sylvestre	Maître de Conférences	En poste
18	NYECK Bruno	Maître de Conférences	En poste

19	TCHOUANKOUE Jean-Pierre	Maître de Conférences	En poste
20	TEMDJIM Robert	Maître de Conférences	En poste
21	YENE ATANGANA Joseph Q.	Maître de Conférences	<i>Chef Div. /MINTP</i>
22	ZO'O ZAME Philémon	Maître de Conférences	<i>DG/ART</i>

23	ANABA ONANA Achille Basile	Chargé de Cours	En poste
24	BEKOA Etienne	Chargé de Cours	En poste
25	ELISE SABABA	Chargé de Cours	En poste
26	ESSONO Jean	Chargé de Cours	En poste
27	EYONG JOHN TAKEM	Chargé de Cours	En poste
28	FUH Calistus Gentry	Chargé de Cours	<i>Sec. D'Etat/MINMIDT</i>
29	LAMILEN BILLA Daniel	Chargé de Cours	En poste
30	MBESSE CECILE OLIVE	Chargée de Cours	En poste
31	MBIDA YEM	Chargé de Cours	En poste
32	METANG Victor	Chargé de Cours	En poste
33	MINYEM Dieudonné-Lucien	Chargé de Cours	<i>CD/Uma</i>
34	NGO BELNOUN Rose Noël	Chargée de Cours	En poste
35	NGO BIDJECK Louise Marie	Chargée de Cours	En poste
36	NOMO NEGUE Emmanuel	Chargé de Cours	En poste
37	NTSAMA ATANGANA Jacqueline	Chargé de Cours	En poste
38	TCHAKOUNTE J. épouse NOUMBEM	Chargée de Cours	<i>Chef.cell / MINRESI</i>
39	TCHAPTCHET TCHATO De P.	Chargé de Cours	En poste
40	TEHNA Nathanaël	Chargé de Cours	En poste
41	TEMGA Jean Pierre	Chargé de Cours	En poste
42	FEUMBA Roger	Assistant	En poste
43	MBANGA NYOBE Jules	Assistant	En poste

Répartition chiffrée des Enseignants de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I

NOMBRE D'ENSEIGNANTS

DÉPARTEMENT	Professeurs	Maîtres de Conférences	Chargés de Cours	Assistants	Total
BCH	9 (1)	13 (09)	14 (06)	3 (2)	39 (18)
BPA	13 (1)	09 (06)	19 (05)	05 (2)	46 (14)
BPV	06 (0)	11 (02)	9 (06)	07 (01)	33 (9)
CI	10 (1)	9 (02)	12 (02)	03 (0)	34 (5)
CO	7 (0)	17 (04)	09 (03)	02 (0)	35(7)
IN	2 (0)	1 (0)	13 (01)	09 (01)	25 (2)
MAT	1 (0)	5 (0)	19 (01)	05 (02)	30 (3)
MIB	1 (0)	5 (02)	06 (01)	06 (02)	18 (5)
PHY	12 (0)	15 (02)	10 (03)	03 (0)	40 (5)
ST	8 (1)	14 (01)	19 (05)	02 (0)	43(7)
Total	69 (4)	99 (28)	130 (33)	45 (10)	343 (75)

Soit un total de **344 (75)** dont :

- Professeurs **68 (4)**
- Maîtres de Conférences **99 (28)**
- Chargés de Cours **130 (33)**
- Assistants **46 (10)**

() = Nombre de Femmes

75

DEDICACE

À

Ma tendre et adorable mère **NGO NDJOCK Marie Françoise**, pour son amour sans faille, sa complicité, son attention à mon égard depuis ma naissance jusqu'à ce jour.

REMERCIEMENTS

Je rends Grâce à DIEU Tout Puissant et Miséricordieux qui m'a guidé et m'a donné les ressources spirituelle, morale, financière et physique pour mener à bien ce travail.

Les travaux présentés dans cette thèse ont été réalisés d'une part, au sein du Laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I et au sein du Research Laboratory of School of Biological and Physical Sciences of Jaramogi Oginga Odinga University Of Sciences and Technology au Kenya d'autre part.

A l'issue de ce travail, je tiens très sincèrement à exprimer ma gratitude aux nombreuses personnes qui, d'une manière ou d'une autre ont contribué à sa réalisation. Je dis tout d'abord un grand merci au Professeur **AJEAGAH Gideon AGHAINDUM** pour avoir cru en moi en acceptant de m'encadrer depuis les travaux de master jusqu'à ce jour. Son expertise, son dévouement au travail, sa rigueur scientifique et sa disponibilité, votre simplicité ont été pour moi des éléments catalyseurs pour effectuer un travail consciencieux et rigoureux. Les conseils qu'il m'a prodigué, son encadrement, son aide dans la procuration du matériel d'analyses d'eau et d'identification biologique, votre disponibilité, votre aide comme fil conducteur dans l'obtention de la bourse de mobilité Exceed-Swindon au Kenya ont été un plus à l'exécution de ce projet de recherche. Je lui serai éternellement reconnaissante.

Je remercie le Professeur **DJIETO Lordon Champlain** d'avoir accepté ce Co-encadrement. Il a été d'un très grand appui à la réalisation de ce travail notamment sa rigueur au travail, ses critiques constructrices et ses conseils scientifiques de haut niveau. J'éprouve à ton égard, un sentiment de profonde estime et d'infine gratitude.

Qu'il me soit permis de remercier par anticipation tous les éminents membres du jury qui me font le grand honneur de juger ce travail et qui ont accepté d'y consacrer une part non négligeable de leur précieux temps pour apporter leurs observations. J'exprime toute ma gratitude à l'endroit de tous les enseignants du Département de Biologie et Physiologie Animales de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I, pour la formation reçue, leurs encouragements et leurs conseils prodigués lors de l'accomplissement de ce travail. Particulièrement, je dis un immense merci aux Professeurs **NOLA Moïse, FOTO MENBOHAN Samuel, ZÉBAZÉ TOGOUET Serge Hubert, BILONG BILONG Charles Felix, FOMENA Abraham,** et **KEKEUNOU Sévilor** dont les enseignements, les conseils scientifiques, le dynamisme, la simplicité et l'humour permanents ont été pour moi, des sources d'inspiration et d'encouragement.

Je voudrais adresser mon infinie reconnaissance au Dr **SILAS CHERUIYOT Lagat** et au Dr **Salomon OMWOMA** du Laboratoire de chimie et physique de Jaramogi Oginga Odinga University of Sciences And Technology. Ils ont été d'une aide inestimable pour l'étude des paramètres physicochimiques et dans la facilitation de l'acquisition du matériel d'identification biologiques et de l'hébergement le temps de mon séjour au Kenya. Toujours disponible, j'ai pu profiter pleinement de leur expérience et de leur rigueur scientifique. J'espère que cette collaboration fructifiera et perdurera entre nos deux universités.

Cette thèse a reçu le soutien financier du Programme de Mobilité **EXCEED-SWINDON** qui a financé mes stages et mes séjours au Kenya, ce même programme a financé ma participation au workshop en Afrique du Sud, au cours d'été à Lomé au Togo.

Mes sorties sur le terrain et les observations d'identification m'ont permis de prendre conscience de la difficulté d'obtenir des données hydrobiologique. Il s'agit nécessairement d'un travail d'équipe qui n'aurait pas été faisable sans la collaboration du Dr **TCHAKONTE Siméon**, du Dr **KAPSO Mireille**, du Dr **ENAH Dickson Achuo**, Dr **BIRAM A NGON Eric**, de madame **NGAKOMO ANANGA Rose Pulcherie**, **TSOWA PIANTA Leonelle** et de messieurs **MBOUOMBOUO Mama**, **FOSTSEU Arnold**, **NWAHA Patrick**, **OWONA EDOA François** à qui je tiens à témoigner tout particulièrement ma sympathie et ma reconnaissance.

Je dis toute ma gratitude à mes amis et collègues **MEKE MEKE Armel**, **NYEMBE ETAME Ghislain** et leurs familles pour leur hospitalité chaleureuse à Akonolinga et Edéa 1^{er}. Je n'oublie point les familles **NDJOCK** et **BINYAM** ainsi que mes cousins et neveux pour leurs encouragements et leurs soutiens au cours des différentes phases de cette thèse. Il me tient à cœur de remercier mon oncle **NDJOCK Jean Pierre**, pour son soutien multiforme et son sens de responsabilité car m'ayant servi de guide dans l'arrondissement de Makak.

C'est avec beaucoup d'émotion et une immense affection que je remercie très sincèrement mon papa **BINYAM Dieudonné**, mon fiancé **ZINGA ESSIMI Achile** pour leur affection, leur amitié inestimable et leur soutien. Je remercie ma fille **NDJOCK ZINGA Marie Anaëlle** qui est ma source de motivation.

A toutes ces nombreuses personnes qui, de près ou de loin, ont contribué par quelque façon que ce soit à l'aboutissement de ce travail et que je n'ai pas pu citer, j'adresse mes sincères remerciements.

SOMMAIRE

DÉDICACE	x
SOMMAIRE	xiii
LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES	xv
LISTE DES ANNEXES	xxiii
ABSTRACT	xxvi
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I: REVUE DE LA LITTERATURE	6
I.1. Ecologie des écosystèmes lotiques	7
I.2. Caractéristiques hydrologiques et physicochimiques des cours d'eau	8
I.2.1. Caractéristiques hydrologiques	8
I.2.2. Caractéristiques physicochimiques	10
I.3. Activités anthropiques et altération des cours d'eau	13
I.4. Présentation des Crustacés	14
I.4.1. Généralités sur les Crustacés.....	14
I.4.2. Crustacés décapodes	15
CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES	29
II.1. Matériel	30
II.1.1. Présentation générale de la zone d'étude	30
II.1.2. Délimitation géographique des différents sous bassins versants et stations étudiés	32
II.1.3. Description des sous bassins versants et des stations d'échantillonnage.....	37
II.2. Méthodes	48
II.2.1. Evaluation des variables environnementales	49
II.2.2. Evaluation des variables biologiques.....	51
II.2.3. Analyse des données et tests statistiques	52
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	58
III.1. Résultats	59
III.1.1. Caractérisation hydrologique des stations	59
III.1.2. Caractérisation abiotique	63
III.1.3. Caractérisation statistique des stations par des variables physicochimiques : typologie abiotique des stations.....	101
III.1.4. Caractérisation biologique.....	106

III.1.5. Analyse des données et tests statistiques	160
III.1.6. Typologie des stations en fonction de la richesse et de la composition spécifique	164
III.1.8. Quelques paramètres biologiques des espèces de décapodes dans le bassin versant du Nyong	169
III.2. Discussion	180
III.2.1. Caractérisation hydrologique	180
III.2.2. Caractérisation physico-chimique	180
III.2.2. Caractéristiques des variables biologiques	184
CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES	191
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	196
ANNEXES	216
LISTE DES PUBLICATIONS ISSUES DE LA THÈSE	243

LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES

AE	: Agence de l'Eau
APHA	: American Public Health Association
CDB	: Convention sur la Diversité Biologique
CEAEQ	: Centre d'Expertise en Analyses Environnementales du Québec
CITES/ CCIEFFSME	: Convention sur le commerce International des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction
MEA/EM	: Millenium Ecosystèmes Assessment
FAO	: Food and Agriculture Organization
FEM	: Fonds pour l'Environnement Mondial
OFEV	: Office fédéral de l'environnement
FTU	: Formazine Turbidity Unit
IBGE	: Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement
INC	: Institut National de Cartographie
INRA	: Institut National de la Recherche Agronomique
IRD	: Institut de Recherche pour le Développement
MDDEFP	: Ministère du Développement Durable, de L'environnement, de La Faune et des Parcs
MDDELCC	: Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MELCC	: Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques
MES	: Matières en Suspension
MINEF	: Ministère de l'Environnement et des Forêts

MINFOF	: Ministère de la Forêt et de la Faune
MINRESI	: Ministère de la Recherche Scientifique et de l’Innovation
MNHN	: Muséum National d’Histoire Naturelle
SPANB	: Stratégie et Plan d’Action National de la biodiversité
OCDE	: Organisation de Coopération et de Développement Economiques
OIEau	: Office International de l’eau
OMMM	: Observatoire du Milieu Marin Martiniquais
ONU DI	: Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel
PANGIRE	: Plan d’Action National de Gestion Integree des Ressources en Eau
PNUD	: Programme des Nations Unies pour le Développement
PSU	: Pratical Salinity Unit
SPANB	: Stratégie et Plan d’Action National pour la Biodiversité
PCTC	: Programme de Coopération Technique du Cameroun
TDS	: Total Dissolved Solid
UICN	: Union Internationale pour la Conservation de la Nature

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Classification générale des Crustacés	15
Figure 2 : Organisation générale d'une crevette	17
Figure 3 : Caractéristiques distinctives des Caridea (a) et des Peneidea (b).....	19
Figure 4 : Schéma général d'un crabe	19
Figure 5 : Illustration des différents groupes de décapodes	20
Figure 6 : Réseau hydrographique dans le bassin versant du Nyong (Olivry, 1986).....	30
Figure 7 : Cartes de localisation des sous-bassins versants d'étude et des stations d'échantillonnage.....	36
Figure 8 : Vue partielle des stations d'échantillonnage dans la zone d'Abong-Mbang	38
Figure 9 : Vue partielle des stations d'échantillonnage dans la zone d'Akonolinga	40
Figure 10 : Vue partielle des stations d'échantillonnage dans la zone de Mbalmayo	42
Figure 11 : Vue partielle des stations d'échantillonnage dans la zone de Makak.....	45
Figure 12 :Vue partielle des stations d'échantillonnage dans la zone littorale	48
Figure 14 : Variation spatio-temporelle de la température pendant la période d'étude	66
Figure 15 : Variation spatio-temporelle de la turbidité pendant la période d'étude.....	68
Figure 16 : Variation spatio-temporelle de MES pendant la période d'étude.....	70
Figure 17 : Variation spatio-temporelle des valeurs de la couleur pendant la période d'étude	72
Figure 18 : Variation spatio-temporelle des valeurs des teneurs en oxygène dissous, du pourcentage de saturation en oxygène et de l'oxydabilité pendant la période d'étude	77
Figure 19 : Variation spatio- temporelle du pH, de l'alcalinité et des teneurs en CO ₂ dissous pendant la période d'étude	82
Figure 20 : Variation spatio - temporelle des valeurs de la conductivité et des teneurs en Solides Totaux Dissous pendant la période d'étude.....	86
Figure 21 : Variation spatio- temporelle des teneurs en nitrates, en azote ammoniacal et en orthophosphates pendant la période d'étude	92

Figure 22 : Variation spatio - temporelle des valeurs de la salinité et de la résistivité pendant la période d'étude.....	96
Figure 23 : Variation spatio-temporelle des valeurs de la dureté calcique, de la dureté magnésique et de la dureté totale pendant la période d'étude	101
Figure 24 : Classification hiérarchique des stations d'échantillonnage à partir des valeurs des paramètres physiques et chimiques enregistrés pendant la période d'étude	102
Figure 25 : Résultat de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) effectuée sur les variables environnementales dans les différentes stations pendant la période d'étude	106
Figure 26 : Schéma montrant les caractéristiques morphologiques générales des taxons de l'Infra-ordre des Caridea	107
Figure 27 : Vues montrant les caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium vollenhovenii</i>	108
Figure 28 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium lepidactylus</i>	109
Figure 29 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium idella</i>	110
Figure 30 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium equidens</i>	111
Figure 31 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	111
Figure 32 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium latimanus</i>	112
Figure 33 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium dux</i>	113
Figure 34 : Vues montrant les caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium lanceifrons</i>	113
Figure 35 : Vues montrant les caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium rude</i>	114
Figure 36 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium</i> sp.1	115
Figure 37 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium</i> sp.2.....	116

Figure 38 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium</i> sp.3.....	116
Figure 39 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium</i> sp.4.....	117
Figure 40 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium</i> sp.7.....	118
Figure 41 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium</i> sp.8.....	118
Figure 42 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium</i> sp.9.....	119
Figure 43 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium</i> sp.10.....	120
Figure 44 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium</i> sp.11 : rostre (a), péréiopode 2 (P2) (b) et pince (c).....	120
Figure 45 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium</i> sp.12.....	121
Figure 46 :Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Macrobrachium</i> sp.13.....	121
Figure 47 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques du Morphotype I de <i>Palaemon</i> sp.....	122
Figure 48 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques du Morphotype II de <i>Palaemon</i> sp.....	123
Figure 49 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques du Morphotype III de <i>Palaemon</i> sp.....	123
Figure 50 : Vues montrant les caractéristiques morphologiques de <i>Automate</i> sp.....	124
Figure 51 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques du cephalotyhorax de <i>Caridina africana</i>	125
Figure 52 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Caridina nilotica</i> . .	125
Figure 53 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Caridina</i> sp.1.....	126
Figure 54 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Caridina</i> sp.2.....	127
Figure 55 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques générales des crabes brachyours.....	128

Figure 56 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Sudanonautes faradjensis</i>	129
Figure 57 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Sudanonautes aubryi</i>	129
Figure 58 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Sudanonautes africanus</i> ventro -dorsale.	130
Figure 59 : Vue montrant quelques caractéristiques morphologiques de la face dorsale de <i>Sudanonautes granulatus</i>	131
Figure 60 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Sudanonautes floweri</i>	132
Figure 61 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Sudanonautes chavanesii</i>	133
Figure 62 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de <i>Potamonantes</i> sp..	134
Figure 63 : Courbes de raréfaction mettant en exergue l'évolution de la richesse spécifique en fonction des abondances et des efforts d'échantillonnage par zone d'étude dans le bassin versant du Nyong.....	136
Figure 64 : Abondances relatives des abondances relatives des décapodes dans les différents sous bassins versant pendant la période d'étude	139
Figure 65 : Distribution des espèces de décapodes dans l'ensemble du bassin versant du Nyong	140
Figure 66 : Variations spatiales de l'abondance relative des décapodes dans le bassin versant du Nyong : familles et genres identifiées pendant la période d'étude.	141
Figure 67 : Variations spatiales des abondances relatives des espèces	143
Figure 68 : Abondances relatives des espèces de Décapodes dans les différents cours d'eau	147
Figure 69 : Abondances relatives des espèces de crevettes et de crabes par saison au cours de la période d'étude.	149
Figure 70 : Féquence d'occurrence des différentes espèces pendant la période d'étude	159
Figure 71 : Courbe d'abondance-espèce : distribution en série géométrique.	160

Figure 72 : Variation de l'indice de diversité de Shannon et Weaver, et d'Equitabilité (J) de Piélou	163
Figure 73 : Analyse factorielle montrant la caractérisation des stations en fonction de la composition spécifique	164
Figure 74 : Corrélation entre les principaux taxons et les variables environnementales par la RDA	168
Figure 75 : Courbe de croissance de l'espèce <i>Macrobrachium</i> sp.3 dans les cours d'eau pendant la période d'étude.....	170
Figure 76 : Courbe de croissance de l'espèce <i>Macrobrachium</i> sp. 4 dans les cours d'eau pendant la période d'étude.....	171
Figure 77 : Courbe de croissance de l'espèce <i>Macrobrachium</i> sp.8 dans les cours d'eau pendant la période d'étude.....	171
Figure 78 : Courbe de croissance de l'espèce <i>M. vollenhovenii</i> dans les cours d'eau pendant la période d'étude.....	172
Figure 79 : Courbe de croissance de l'espèce <i>M. equidens</i> dans les cours d'eau pendant la période d'étude.	173
Figure 80 : Courbe de croissance de l'espèce <i>M. idella</i> dans le Nyong pendant la période d'étude.	173
Figure 81 : Courbe de croissance de l'espèce <i>S. africanus</i> dans le bassin versant du Nyong pendant la période d'étude.....	174
Figure 82 : Courbe de croissance de l'espèce <i>S. aubryi</i> pendant la période d'étude.	175
Figure 83 : Courbe de croissance de l'espèce <i>S. faradjensis</i> pendant la période d'étude.	175
Figure 84 : Droite de régression entre le poids et la longueur totale du corps chez <i>S. floweri</i> dans le cours d'eau Ndjockyambi pendant la période d'étude.....	176

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Classification justifiée des décapodes (Martin et Davis (2001)	15
Tableau II : Valeurs des paramètres hydrologiques relevées dans les différentes stations pendant l'étude.....	59
Tableau III : Valeurs moyennes de la température ambiante dans chaque zone du bassin versant du Nyong pendant la période d'étude	63
Tableau IV : Evaluation du succès d'échantillonnage à l'aide des estimateurs non-paramétriques de la richesse spécifique dans les différents cours d'eau du Bassin versant du Nyong	134
Tableau V : Liste des taxa des décapodes récoltés dans les différentes stations d'échantillonnage des onze bassins versants étudiés pendant la période d'étude	136
Tableau VI : Variation spatio-temporelle des abondances des espèces de décapodes dans la zone d'Abong- Mbang pendant la période d'étude.....	150
Tableau VII : Variation spatio-temporelle des abondances des espèces décapodes dans le cours d'eau Mbem de la zone d'Akonolinga pendant la période d'étude.....	151
Tableau VIII : Variation spatio-temporelle des abondances des espèces décapodes dans la zone de Mbalmayo pendant la période d'étude	152
Tableau IX : Variations spatio-temporelle des abondances des espèces de décapodes dans la zone de Makak pendant la période d'étude	154
Tableau X : Variations spatio-temporelle des abondances des espèces décapodes dans la zone littorale pendant la période d'étude	156
Tableau XI : Fécondité absolue, relative et rapport Gonado-somatique chez <i>Macrobrachium</i> sp.12 dans le cours d'eau Ndjockyambi	177
Tableau XII : Fécondité absolue, relative et rapport Gonado-somatique chez <i>Macrobrachium equidens</i> dans le Nyong	178
Tableau XIII : Fécondité absolue, relative et rapport Gonado-somatique chez <i>Macrobrachium dux</i> dans le cours d'eau Lepmassoun.....	179
Tableau XIV : Fécondité absolue, relative et rapport Gonado-somatique chez <i>Macrobrachium</i> sp. 3 dans les cours d'eau Ndjockyambi, Mbem et Ondoameza ...	179

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Récapitulatif des valeurs minimales (Min), maximales (Max), moyennes (Moy) \pm écart-types (σ) des paramètres physicochimiques mesurés pendant la période d'étude	216
Annexe 2 : Caractéristiques morphologiques des espèces de crevettes dans le bassin versant du Nyong.....	232
Annexe 3 : Tableau récapitulatif des caractéristiques morphologiques chez les espèces de crabes.....	234
Annexe 4 : Evaluation de l'effort d'échantillonnage à l'aide des estimateurs non-paramétriques de la richesse spécifique dans les différents cours d'eau du Bassin versant du Nyong.....	236
Annexe 5 : Pourcentage d'occurrence des espèces en fonction des stations dans le bassin versant du Nyong.....	236
Annexe 6 : Variation temporelle de l'indice H' de Shannon et Weaver et d'Equitabilité (J) de Piélou, IS de Sorensen, les abondances spécifiques (N), et la richesse spécifique (S) pendant la période d'étude.	237
Annexe 7 : Variation spatiale de l'indice H' de Shannon et Weaver, d'équitabilité (J) de Piélou, des abondances spécifiques (N), et de la richesse spécifique (S) dans les stations pendant la période d'étude.	238
Annexe 8 : Variation des indices de diversité, des abondances spécifiques (N), et de la richesse spécifique (S) par zone pendant la période d'étude.....	238
Annexe 9 : Valeurs du coefficient de similarité de Sørensen (%) entre les communautés de décapodes récoltées aux différentes stations d'échantillonnage dans chaque zone pendant la période d'étude.	239
Annexe 10 : Paramètres morphométriques et les facteurs de condition K chez les espèces de crevette dans les différents sous bassin versant du Nyong.....	241
Annexe 11 : Paramètres morphométriques chez les espèces de crabes dans le bassin versant du Nyong.....	242

RÉSUMÉ

Les crustacés décapodes sont d'une grande importance économique, écologique et sanitaire. Ces organismes sont en voie de disparition à cause de la dégradation de l'environnement due aux pollutions diverses et à la surexploitation de cette ressource. Ce groupe biologique voit ainsi sa biodiversité se modifier et décroître au fil des années bien qu'étant mal ou peu connue au Cameroun. Vu le manque de données, il a été nécessaire d'étudier la biodiversité de ces organismes dans le bassin versant du Nyong en zone forestière au Cameroun. Le présent travail a pour objectif de faire un état de lieux du bassin versant du Nyong en étudiant la taxinomie et la bio-écologie des décapodes et plus spécifiquement il s'est agi de caractériser le milieu de vie des décapodes dans le bassin versant du Nyong; d'évaluer la composition et la structuration des peuplements de décapodes, d'étudier quelques paramètres de croissance et de reproduction des espèces échantillonnées et de déterminer les conditions du milieu qui influencent la distribution spatio-temporelle des peuplements de décapodes dans la zone d'échantillonnage.

La présente étude a été effectuée de janvier 2017 à février 2018 dans le Nyong et dans onze de ses affluents. Les échantillonnages se sont déroulés suivant un pas saisonnier dans 3 stations par affluent dans chacun et 5 stations dans le Nyong pour un total de 38 stations. La caractérisation de l'habitat et les analyses physicochimiques ont été effectuées suivant les méthodes standards. L'approche multihabitat a été utilisée pour la capture des spécimens à l'aide d'un filet troubleau de 30 cm de côté et 400 μm d'ouverture de maille, les organismes ont ensuite été dénombrés et identifiés sous une loupe binoculaire grâce aux clés et aux ouvrages d'identification adéquats.

Les analyses physicochimiques révèlent que les eaux du bassin versant du Nyong sont acides à légèrement basiques ($6,06 < \text{pH} < 7,79$ UC), moyennement oxygénées ($50 \% < \text{O}_2 < 70 \%$ d'oxygène dissous), faiblement minéralisées ($16,01 \text{ mg/l} < \text{conductivité électrique} < 155,20 \text{ mg/l}$) et présentent de faibles charges en matières organiques ($0,22 \text{ mg/l} < \text{oxydabilité} < 1,53 \text{ mg/L}$). Les cours d'eau de ce bassin versant sont peu anthropisés et témoignent d'une qualité écologique bonne à très bonne, excepté les fortes valeurs de la couleur et la conductivité du cours d'eau Kongolo (station Kon 3) de la zone de Mbalmayo.

Un total de 4877 individus appartenant à deux sous-Ordres les Caridea et les Brachyours et à 37 morphotypes de décapodes ont été identifiés. Il s'agit de 30 taxa de crevettes Caridea soit du genre *Caridina* (*C. nilotica*, *C. africanus*, *Caridina* sp.1 et *Caridina* sp.2), le genre *Macrobrachium* (*M. latimanus*, *M. rude*, *M. niloticus*, *M. dux*, *M. macrobrachion*, *M. equidens*,

M. vollenhovenii, *M. lepidactylus*, *M. idella*, *M. lanceifrons*, *M. rosenbergehii*, *Macrobrachium* spp. (Treize Morphotypes), le genre *Palaemon* (*Palaemon* sp.) et le genre *Automate* (*Automate* sp.) et 7 taxa de crabes brachyours dont du genre *Sudanonautes* (*S. africanus*, *S. faradjensis*, *S. aubryi*, *S. granulatus*, *S. chavanesii* et *S. floweri*) et du genre *Potamonautes* (*Potamonautes* sp.). L'espèce *C. africana* a dominé le peuplement (67,27 %) dans le bassin versant pendant la période d'étude excepté dans les cours d'eau littoraux où *Caridina* sp.2, *Palaemon* sp. et *M. idella* ont été les plus échantillonnés respectivement dans le Mibangue, le Ongue et le Nyong. En terme de diversité, le peuplement de décapodes dans le bassin versant du Nyong est peu diversifié avec une très forte abondance de *Caridina africana* (2,05bit/ind, J= 0,40). Les indices de diversité (H' et J) croissent de l'amont vers l'aval du bassin versant du Nyong. Ainsi, la zone littorale est plus diversifiée avec une meilleure équipartition des espèces.

Les espèces *Macrobrachium* sp.8, *S. faradjensis* et *S. aubryi* ont une croissance isométrique alors que *M. equidens*, *S. floweri* ont une croissance allométrique positive contrairement à *S. africanus*, *M. vollenhovenii*, *Macrobrachium* sp.3 et *Macrobrachium* sp.4 qui ont une croissance allométrique négative dans le bassin versant du Nyong. L'espèce *M. equidens* est la plus productive (FT= 1643 œufs/g) par rapport à *M. dux*, *Macrobrachium* sp.3 et *Macrobrachium* sp.12 ; sa période de reproduction s'étend de la grande saison de pluies à la grande saison sèche. Les espèces *Macrobrachium dux*, *Macrobrachium* sp.3 se reproduisent deux fois l'année pendant la grande saison sèche et la petite saison sèche. Les faibles fécondités absolues et les petites tailles moyennes des femelles de *M. dux*, *Macrobrachium* sp.3 et *Macrobrachium* sp.12 font penser à un cas de fécondité précoce à l'état juvénile.

Les analyses statistiques (Analyse Canonique de Correspondance et le test de corrélation de Spearman) ont montré certaines corrélations entre les paramètres environnementales et les décapodes. Ainsi, les paramètres physicochimiques (température, pH, alcalinité, Oxygène dissous, Matières en suspension, turbidité, nitrate, azote ammoniacal), la nature du substrat, la profondeur de l'eau, la distance des cours d'eau par rapport à la mer et les activités anthropiques ont influencé la distribution spatiale des différentes espèces de décapodes dans le bassin versant du Nyong.

Mots clés : Bio-écologie, taxinomie, crustacés décapodes, croissance, fécondité, rapport gonadosomatique, Bassin versant du Nyong.

ABSTRACT

Decapod crustaceans are of high economic, ecological and health importance. These organisms are endangered by the degradation of the environment caused by various pollutions and the overexploitation of this resource. This biological group thus sees its diversity change and decrease over the years although it is poorly or little known in Cameroon. Few data are available on the diversity of these organisms, systematics and even biology. Based on the above reasons, it was essential to study the biodiversity of these organisms in the Nyong drainage basin in the forest zone of Cameroon. The purpose of this work is to assess the structural composition of decapod population in some rivers of the Nyong drainage basin, to determine their seasonal and longitudinal dynamics in this drainage basin, to evaluate the growth and reproduction of decapods and to assess the environmental conditions that influence the spatio-temporal distribution of decapods in the drainage basin.

The study was carried out from January 2017 to February 2018 in the Nyong and eleven of its tributaries. Sampling took place on a seasonal basis in 11 rivers, i.e. 3 sampling stations in each of tributaries and 5 stations along river Nyong making a total of 38 stations. The characterization of the habitat and the physicochemical analyzes were carried out following standard methods. The multihabitat approach was used for the specimens sampling using a hand net of 30 cm square and 400 μ m mesh opening and the organisms were enumerated and identified under a binocular magnifying glass with the help of appropriate taxonomic and identification keys.

Physicochemical analyzes reveal that the waters of the Nyong drainage basin are slightly basic to acidic ($6.06 < \text{pH} < 7.79$ UC), moderately oxygenated ($50\% < \text{O}_2 < 70\%$ dissolved oxygen), poorly mineralized ($16.01 \text{ mg / l} < \text{electrical conductivity} < 155.20 \text{ mg / l}$) and have low loads of organic matter ($0.22 \text{ mg / l} < \text{oxidability} < 1.53 \text{ mg / L}$). This drainage basin is not very anthropized and shows a good to very good ecological quality except for the high values of color and electrical conductivity at the Kongola river (Kon 3 station) in the Mbalmayo area.

A total of 4877 organisms were collected belonging to two Sub-Orders, Caridea and Brachyura, or 37 morphotypes of decapod were identified. Out of these, 30 species were Caridea shrimp of the genus *Caridina* (*C. nilotica*, *C. africanus*, *Caridina* sp.1 and *Caridina* sp.2), the genus *Macrobrachium* (*M. latimanus*, *M. rude*, *M. niloticus*, *M. dux*, *M. macrobrachion*, *M. equidens*, *M. vollenhovenii*, *M. lepidactylus*, *M. idella*, *M. lanceifrons*, *M. rosenbergii*, *Macrobrachium* spp. (Comprising thirteen morphotypes), the genus *Palaemon* (*Palaemon* sp.) and the genus *Automate* (*Automate* sp.). 7 species of brachyuran crabs were identified among

which 6 of the species belong to the genus *Sudanonautes* (*S. africanus*, *S. faradjensis*, *S. aubryi*, *S. granulatus*, *S. chavanesii* and *S. floweri*) and a species of the genus *Potamonautes* (*Potamonautes* sp.). The species *C. africana* was the most dominant (67.27%) in the entire drainage basin during the study period. The dominance of this species *Caridina africana* was observed in most streams except in streams of the littoral zone where dominance was reversed by *Caridina* sp. 2, *Palaemon* sp., *M. idella* in the Mibangue, Ongue and Nyong rivers respectively. In terms of diversity, the Nyong drainage basin is not very diversified with a very high abundance of *Caridina africana* (2.05bit / ind, P = 0.40). The diversity indices (H' and P) increase from upstream to downstream of the Nyong drainage basin. Thus, the coastal zone is more diversified with a clear even distribution of species.

Macrobrachium sp.8, *S. faradjensis* and *S. aubryi* species have isometric growth while *M. equidens*, and *S. floweri* have positive allometric growth on the other hand, *S. africanus*, *M. vollenhovenii*, *Macrobrachium* sp.3 and *Macrobrachium* sp. 4 have negative growth in the Nyong drainage basin. The *M. equidens* is the most prolific species (FT = 1643 eggs / g) compared to *M. dux*, *Macrobrachium* sp.3 and *Macrobrachium* sp.12 and its breeding period extends from mid raining season into mid dry season. *M. dux* and *Macrobrachium* sp.3 breed twice a year during the long dry season and the short dry season. The low fertility mean rates in *M. dux*, *Macrobrachium* sp.3 and *Macrobrachium* sp.12 suggest a case of early fertility in the juvenile state.

Statistical analyzes (Canonical Correspondence Analysis and Spearman correlation tests) showed that physicochemical parameters (temperature, pH, alkalinity, dissolved oxygen, suspended matter, turbidity, nitrate, ammoniacal nitrogen), the nature of the substrate, the depth of the water and the type of microhabitats are the main environmental factors that influence the spatial distribution of the different decapod species in the Nyong drainage basin.

Keywords: Bioecology, taxonomy, decapod crustaceans, growth, fecundity, gonadosomatic ratio, Nyong drainage basin.



INTRODUCTION

«Crise de biodiversité» Est-ce un slogan médiatique ou une réalité scientifique? Comme pour les changements climatiques, les messages envoyés par les chercheurs sur la biodiversité sont alarmants et contradictoire ; d'un côté les tropiques constitueraient des réservoirs extraordinaires d'espèces inconnues, de l'autre le taux d'extinction des espèces y serait plus élevé (Santos, 2006). Certaines questions fondamentales sur la biodiversité comme les suivantes restent sans réponses pour saisir les enjeux, l'ampleur et les conséquences de sa perte: quelle est la dimension réelle de la biodiversité dans les compartiments les plus divers et dans les milieux les plus riches ? Quel est le poids des espèces rares dans la composition des peuplements? Quelle est la dimension spatiale de la biodiversité? (Santos, 2006). Il ressort de ces questions qu'il y'a une insuffisance de données sur diverses composantes de la biodiversité de même que sur leur perte. De nombreuses causes sont à l'origine de la perte de la diversité biologique, il y'a entre autres le commerce international des espèces sauvages, la surexploitation des ressources forestières et halieutiques, les perturbations climatiques, la déforestation et la perte des habitats naturels suite aux modifications de l'environnement et aux activités humaines (Teyssède *et al.*, 2010 ; Guillermo, 2014). La perte de la biodiversité est inquiétante pour la population actuelle et future car elle procure les bienfaits aux êtres vivants particulièrement à l'homme. Le rôle de la biodiversité va au-delà du simple fait qu'elle assure la disponibilité en matières premières ; elle concerne également la sécurité, la résilience, les relations sociales, la santé et la liberté (Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire, 2005 ; Serpantié *et al.*, 2012)

Différents sommets et conventions se sont penchés sur les problèmes mondiaux de gestion de diversité biologique ; cela a été le cas de la Convention sur le commerce international des espèces de la faune et de la flore menacées d'extinction de 1973 encore appelée Convention de Washington avec pour sigle de CITES et de la conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement Durable communément appelée le sommet de Rio de juin 1992 qui a permis la prise de conscience mondiale d'une responsabilité collective des nations vis-à-vis de l'équilibre planétaire. Ce sommet a donné naissance aux concepts de biodiversité et de développement durable des écosystèmes naturels. Il avait trois buts principaux: la conservation de la biodiversité, l'utilisation durable de ses éléments et le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques. Cette convention a montré le caractère transversal de la dimension environnementale dans toutes les politiques sectorielles de développement et le caractère planétaire des conséquences, à long terme du non-respect de cette dimension. Elle a convaincu le monde entier que la perte de la biodiversité concerne aussi bien les milieux terrestres que les milieux aquatiques (MERF, 2003 ; Mbade Séné, 2010).

Les milieux aquatiques, composante du patrimoine naturel essentiel pour le bien être des générations actuelles et futures (Point, 1999 ; UICN, 2012), sont aussi concernés par le problème de

perte de biodiversité. En effet, ils regorgent d'une biodiversité très importante qui est sous une menace constante d'extinction du fait de certaines activités anthropiques (Fouillet, 2019). A cet effet, la forte urbanisation, l'industrialisation, l'agriculture intensive, les extractions des sols et de minerais, l'utilisation des sols et le remblaiement induisent, avec les changements climatique, des perturbations diverses qui altèrent considérablement l'environnement et les écosystèmes aquatiques qui constituent le réceptacle majeur de tous les polluants (Wang *et al.*, 2012 ; Borics *et al.*, 2013 ; Colas *et al.*, 2014 ; Fouillet, 2019). Ces polluants entraînent la dégradation non seulement de la qualité de l'eau des hydrosystèmes mais aussi la diversité et des types de communautés biologiques qui s'y trouvent (Lévêque, 1998 ; Aplin *et al.*, 1999 ; Davies *et al.*, 2010 ; Wangs *et al.*, 2012 ; Colas *et al.*, 2014; Fouillet, 2019).

La pêche intensive est également une menace de la biodiversité (Rachid, 2010 ; Michelet, 2017) surtout pour des organismes ayant une importance socio-culturelle et économique tels que les crustacés décapodes. La surpêche crée une perturbation supérieure d'origine humaine des écosystèmes incluant la pollution, la dégradation de la qualité de l'eau et le changement climatique anthropique selon certains auteurs tels Jackson (2001), Watson *et al.*, (2013) et Fouillet, (2019). Il en découle que si la pression environnementale due à l'homme ne diminue pas, les espèces les plus couramment pêchées pourront disparaître (Worm *et al.*, 2006). Les crustacés sont à cet effet très sensibles aux modifications de l'environnement telles que la pollution, le remblaiement, l'eutrophisation (Grille & Malmqvist, 1998) et aux pressions de pêche (Barnabé, 1994). Au regard de l'impact de ces perturbations anthropiques, il devient impératif de gérer durablement les ressources en eau et des organismes qui y vivent.

Les Crustacés appartiennent à l'embranchement des Arthropodes ; leur corps est revêtu d'un exosquelette chitino protéique, appelé exocuticule, souvent imprégné de Carbonate de calcium. Le nombre d'espèces de crustacés de la faune actuelle est supérieur à 68 000 (Poupin, 2008). Celles qui composent la classe des Crustacés présentent une grande diversité de formes et de modes de vie, allant du zooplancton marin jusqu'aux énormes crabes dont l'envergure peut atteindre le mètre (Bodin, 2005). La classe des crustacés est sub-divisée en plusieurs ordres parmi lesquels celui des Décapodes. Cet ordre est très diversifié puisqu'il représente 75 à 80% de toutes les espèces décrites dans l'embranchement des Arthropodes (Forest & Von Vaupel Klein, 2004 ; Bodin, 2005). Les décapodes ont un corps divisé en deux parties à savoir le céphalothorax, qui porte 5 paires de pattes ambulatoires, et l'abdomen. Parmi les décapodes il y'a des organismes communément appelés crevettes, dont le corps est comprimé latéralement et prolongé en avant par un rostre et à l'arrière par un telson, et ceux communément appelés crabes dont le corps est aplati dorso-ventralement avec un abdomen replié sous la carapace. Les décapodes sont très sensibles aux pollutions anthropiques et seraient de bons indicateurs de la qualité des eaux en zone tropicale (Cumberlidge, 2011 a-b). En outre, ils constituent

une importante source alimentaire pour les animaux aquatiques et l'homme (Cumberlidge, 2006 ; Devi & Smija, 2013 ; Agadjihouede, 2006). De nombreuses espèces microphages de ce taxon filtrent l'eau et contrôlent la prolifération des algues dans les milieux aquatiques (MNHN & UICN, 2012). Les décapodes interviennent dans divers processus écologiques des écosystèmes aquatiques, ils sont notamment membres de différents niveaux trophiques en tant que herbivores, détritivores, prédateurs ou proies. En tant que macroinvertébrés, les décapodes forment un groupe complexe d'organismes bien visibles dans les écosystèmes de mangroves et d'eau douce côtiers et non-côtiers du Cameroun. Par ailleurs, les abondantes populations de crabes actifs de jour comme de nuit, selon les espèces, représentent des proies importantes pour diverses espèces d'oiseaux limniques se nourrissant sur les vasières soumises aux marées (Cumberlidge, 2006). Les décapodes ont un impact important sur le plan médical. Ils peuvent soit servir d'hôtes intermédiaires dans le cycle évolutif de certains parasites (Ollivier *et al.*, 1995, Gnamien, 2013 ; Cumberlidge & Clark 1992), soit héberger certaines bactéries pathogènes (Kodji *et al.*, 2015).

Un total de 77 espèces de décapodes sont connues dans les écosystèmes de mangroves et d'eau douces d'Afrique de l'ouest (Cumberlidge, 2006). Les travaux portant sur des crabes et crevettes de cette partie du continent sont ceux de Rathbun (1900) ; Holthuis (1951) ; Monod (1956, 1977 et 1980) ; Manning & Holthuis (1981) ; Powell (1976, 1977, 1979, 1980, 1983, 1985) ; Monod, (1977, 1980) ; Cumberlidge (1985, 1986, 1987, 1989, 1991, 1992, 1993 a et b, 1996 a, b, 1999, 2006, 2011) ; Cumberlidge & Huguet (2003) ; Poupin (2005, 2015) ; Juncker et Poupin (2009) ; Poupin et Bouchard (2010) ; Poupin *et al.* (2013) ; Poupin & Lemaitre (2014), Ils sont pour la plupart anciens et seraient probablement obsolètes au vu des modifications permanentes de l'environnement.

Au Cameroun, la plupart des travaux effectués en milieux lenticules et lotiques, urbains et périurbains, ont eu pour but l'évaluation de leur état de santé en se basant sur la structure des communautés de macroinvertébrés, du zooplancton, des bactéries et des protistes (Foto Menboham & Njiné, 1998 ; Foto *et al.*, 2002 ; Zébazé Togouet *et al.*, 2005, 2006 ; Zébazé Togouet, 2008 ; Ajeegah *et al.*, 2010, 2013, 2014, 2016 ; Foto Menboham, 2010 ; Ajeegah *et al.*, 2013, Tening *et al.*, 2013 a et b ; Ajeegah *et al.*, 2016 ; Foto Menboham *et al.*, 2010, 2013, 2016 ; Ajeegah & Foto Menboham, 2017 ; Ajeegah *et al.*, 2017 ; Biram A Ngon, 2018). Cependant, peu de données sont disponibles sur les décapodes, qui pourtant jouent des rôles importants écologiques, socio-économiques et sanitaires. Les seuls travaux se rapportant à ce groupe zoologique sont ceux de : Tchakonté *et al.* (2014_a) ont évalué l'impact de l'activité anthropique sur la qualité de l'eau, la diversité et la distribution des crevettes dans cinq cours d'eau de Douala ; Kodji *et al.* (2015) ont évalué l'abondance des cellules de *Vibrio* spp. sur les carapaces des Atyidae dans les eaux de surface à Edéa et Douala ; Makombu *et al.* (2015) ont étudié la biodiversité des espèces du genre *Macrobrachium* (Palaemonidae) dans la Lokoundjé, la Kienké et

Lobé dans la Région Sud ; Doume Doume *et al.* (2017) ont évalué l'effet des facteurs endogènes et exogènes sur la croissance de la crevette géante d'eau douce *Macrobrachium rosenbergii* le long du fleuve Wouri ; Mvogo Ndongo *et al.* (2017 et 2018) ont étudié respectivement la systématique et la morphologie des crabes Potamonautidae et la diversité des décapodes en zone côtière au Cameroun.

Une meilleure connaissance de la biodiversité des décapodes par la détermination de la composition spécifique et leurs structuration des communautés, en relation avec la qualité physicochimique des eaux de cours d'eau du Cameroun en générale et en particulier du bassin versant du Nyong permettrait d'avoir une idée plus exacte du potentiel existant, de disposer d'un véritable guide faunistique sous - régional, avec des clés de détermination et des illustrations de la plupart des espèces, d'avoir un référentiel sur la qualité des eaux pour une bonne croissance de ces organismes enfin de proposer des stratégies d'une exploitation rationnelle des stocks pour une gestion durable. C'est dans ce cadre qu'une évaluation de la diversité des décapodes du bassin versant du Nyong a été menée, par l'étude de leur taxinomie et de leur bio-écologie.

Les objectifs spécifiques ont consisté à:

- caractériser le milieu de vie des décapodes à partir de l'étude de la qualité des eaux à travers une analyse saisonnière de quelques paramètres hydrologiques et physicochimiques du Nyong et de quelques-uns de ses affluents;
- décrire la structure et les compositions spécifiques des peuplements des décapodes échantillonnés;
- déterminer quelques indicateurs de croissance et de reproduction des espèces échantillonnées;
- déterminer les conditions abiotiques du milieu qui influencent la distribution spatio-temporelle des peuplements de décapodes dans le bassin du Nyong.

A decorative border resembling a scroll, with a vertical line on the left and a horizontal line at the top and bottom. The corners are rounded and feature a grey scroll-like effect.

CHAPITRE I:
REVUE DE LA LITTÉRATURE

I.1. Ecologie des écosystèmes lotiques

L'écologie de systèmes lotiques est l'étude des interactions biotiques et abiotiques dans les flux d'eaux courantes continentales (Angelier, 2003). Les écosystèmes lotiques sont dans certains cas des moyens d'évacuation du trop-plein des lacs ; ils prennent des formes diverses allant du ruisseau peu large aux grands fleuves de plusieurs kilomètres de large (Allan, 2004), mais ils présentent des invariances (Giller & Malmqvist 1998) qui justifient leur étude commune. Certaines caractéristiques communes rendent les eaux coulantes uniques par rapport aux autres habitats aquatiques. Il s'agit de la durée de vie longue à l'échelle géologique, de l'écoulement sous l'effet de pente, de la vitesse d'écoulement hétérogène et de la faible profondeur qui leur confère une zonation longitudinale. Les eaux coulantes sont des écosystèmes ouverts ayant des apports externes de matières organiques et minérales, un courant qui assure le brassage et l'échange de matière, une forêt et une nappe qui peuvent réguler le débit d'eau la première étant un consommateur important et la deuxième assurant un apport et des flots unidirectionnels. Ces systèmes sont avec un haut degré d'hétérogénéité spatiale et temporelle à toutes les échelles. Selon leur salinité on classe les eaux en cinq catégories à savoir : les eaux potables : $S < 0,5\text{‰}$, les eaux douces : $0,5 < S < 2,5 \text{‰}$, les eaux saumâtres : $2,5 < S < 5\text{‰}$, les eaux salées : $S > 5\text{‰}$ et les eaux très salées : $S > 30\text{‰}$ (Zhibotareur, 1956). Kloppmann *et al.* (2011), quant à eux considèrent 3 groupes toniques en fonction de la salinité à savoir : les eaux douces : $< 1\text{g/L}$, les eaux saumâtres : $1 > S < 10\text{ g/L}$ et les eaux salines $10 > S < 35\text{ g/L}$.

L'intégrité écologique est un concept qui illustre l'ensemble des composantes et processus propres à un milieu donné (Chouinard, 2010). Dans les milieux aquatiques, elle est représentée selon trois grandes catégories indissociables soit l'intégrité chimique, l'intégrité physique et l'intégrité biologique. Des composantes physiques des rivières réfèrent majoritairement à l'hydrologie et à la géomorphologie (Norris & Thoms, 1999). L'hydrologie, la morphologie et la végétation rivulaire déterminent conjointement toute la diversité de l'habitat aquatique. L'intégrité chimique, pour sa part, concerne la composition chimique de l'eau et des sédiments non nuisibles au biote aquatique. Le suivi des milieux aquatiques a longtemps été exclusivement limité à la mesure des paramètres physicochimiques de l'eau et à la caractérisation de leurs différentes menaces. La surveillance physicochimique détermine les agents stressants du milieu aquatique ou, en d'autres mots, étudie la contamination environnementale. Étant donné la diversité des milieux lotiques et la variété des composantes qui leur sont propres, le suivi de l'intégrité écologique s'attèle de plus en plus à évaluer les différentes variables (environnementales et biologiques) aptes à estimer l'état général des écosystèmes ciblés (Chouinard, 2010).

Les organismes qui peuplent les cours d'eau se répartissent en fonction d'une part de leurs exigences vis-à-vis de certaines conditions hydrologiques et physicochimiques et, d'autre part, de leur

affinité avec les microhabitats présents (Angelier, 2003 ; Moisan & Pelletier, 2008). L'appréciation de la qualité des eaux de surface dépend de la mesure des paramètres physicochimiques et de la présence ou l'absence des organismes aquatiques (IBGE, 2005). Les communautés biologiques des rivières sont structurées en fonction de l'évolution des conditions abiotiques de l'amont vers l'aval, notamment de la vitesse du courant et de la nature des ressources trophiques disponibles à chaque niveau. La rivière apparaît comme un continuum défini par des transferts longitudinaux permanents et une zonation amont-aval. Au sein d'un même système lotique, on peut distinguer principalement trois zones écologiques : le crénon ou zone de source, le rithron ou cours supérieur plus proche des sources, le potamon ou cours inférieur qui est de basse altitude (Illies & Botosaneanu, 1963). Au niveau du crénon, l'eau a une température faible et constante, elle provient des hydrosystèmes souterrains ou de la confluence de petits ruisseaux. Souvent associée à des zones de fortes pentes, cette eau est vive, rapide, claire et fortement oxygénée. Elle est riche en éléments minéraux mais dépourvue de matière organique ou particulaire fine (Bloch, 178). C'est au niveau du rithron que les communautés commencent à se diversifier. Cette zone est caractérisée par une pente forte ($< 1,5 \%$), des courants rapides favorables à une érosion marquée et une faible sédimentation fine. À partir du potamon, la pente faible ($> 1,5 \%$) ralentit les courants et limite les phénomènes érosifs. L'eau présente un écoulement laminaire sur un fond alternant progressivement les graviers, le sable et les sédiments fins.

I.2. Caractéristiques hydrologiques et physicochimiques des cours d'eau

I.2.1. Caractéristiques hydrologiques

Les conditions hydrologiques du milieu récepteur déterminent de nombreux facteurs physiques comme la dilution, la dispersion longitudinale, la sédimentation, la remise en suspension, l'adsorption, la désorption et les échanges gazeux avec l'atmosphère (Shorter *et al.*, 2001). Un cours d'eau en bon état morphologique peut ne pas présenter un bon état biologique du seul fait des dysfonctionnements hydrologiques (FNE, 2012). Les caractéristiques hydrologiques d'un cours d'eau sont la morphologie du réseau hydrographique, le profil, la vitesse d'écoulement et le débit de l'eau.

I.2.1.1. Morphologie du réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est un ensemble d'affluents qui se jettent les uns dans les autres pour former un cours d'eau principal (Pinchemel, 1950 ; Thiéry, 2012). Chaque cours d'eau obéit à une hiérarchie qui n'augmente pas tant que ce dernier reçoit un affluent d'ordre inférieur. La densité du réseau hydrographique dépend du substrat ; il est d'autant plus dense que le climat est plus humide, que les pluies sont plus abondantes, les pentes plus fortes, les roches ou formations superficielles moins perméables (Dacharry, 1999). L'agencement des éléments du réseau dépend de la structure, de la géologie et du relief. On distingue ainsi un type de réseau arborescent, ou dentritique où la rivière reçoit

plusieurs affluents, eux mêmes alimentés par leurs propres tributaires. Quand les branches convergent en patte d'oie vers un même point, le réseau est digité. Le réseau est penné ou en arête de poisson quand, à un axe principal, se raccordent des branches faisant avec lui un angle aigu ouvert vers l'amont. D'autres types sont encore distingués : radial, en parallèle, en treillis, en éventail.

I.2.1.2. Profil

➤ **Profil en long**

Le profil en long d'un cours d'eau correspond à l'évolution de la pente depuis sa source jusqu'à son embouchure. Il désigne également la ligne joignant les points les plus bas du talweg d'un cours d'eau de sa source à son embouchure. Son allure générale est toujours hyperbolique plus ou moins régulière (Chuzeville, 1990). L'on peut avoir différents types de profils mais dans tous les cas, des régulations s'opèrent et aboutissent à un équilibre, correspondant au niveau où le cours d'eau cesse de creuser son talweg. Le profil en long fournit des renseignements sur la pente qui est en général plus forte en amont qu'en aval (Chuzeville, 1990).

➤ **Profil transversal**

Le profil transversal ou en travers renseigne sur la forme de la vallée dans laquelle coule le cours d'eau.

I.2.1.3. Débit

Le débit d'un cours d'eau est la quantité d'eau qui s'écoule en un de ses points par unité de temps. Le débit varie avec la vitesse de l'eau, la section mouillée, la perméabilité du sol, le climat et le relief du bassin versant. Il a une grande influence sur son fonctionnement morphologique et biologique (FNE, 2012). En effet, les débits conditionnent le modelage du lit mineur par différenciation des granulométries, les pentes, l'érosion de l'extérieur des méandres et la sédimentation à l'intérieur, l'alternance des zones de radier et des zones profondes, le modelage de la berge, l'oxygénation, le profil en long et la température de l'eau. Selon Angelier (2000), l'installation, la répartition et la stabilité des communautés lotiques dépendent du débit. En général, les forts débits entraînent une dérive des organismes jeunes et adultes ou mal adaptés, tandis que les débits très faibles créent des conditions de sous oxygénation et d'envasement des fonds (Jullian *et al.*, 2005).

I.2.1.4. Vitesse du courant

Le courant est la caractéristique fondamentale d'un cours d'eau ; il dépend de la pente, de la longueur du cours d'eau, de sa profondeur et de la rugosité du fond (Newbury & Gaboury, 1993). Le courant a une action contre l'eutrophisation en assurant l'oxygénation des eaux ; il permet l'évacuation des déchets, l'homogénéité des paramètres physicochimiques ainsi qu'une action de sélection des

organismes selon sa force. La vitesse d'écoulement détermine l'habitat et la répartition des espèces aquatiques. Beaucoup d'invertébrés ont un besoin au niveau du courant ainsi qu'une limite supérieure de tolérance (Hynes, 1970 ; Minshall, 1984). On classe ainsi ces dernières en espèces rhéophiles parcequ'elles sont capables de vivre en plein courant, espèces lénitophiles qui se développent dans les eaux stagnantes ou à courant très faible, et espèces torrenticoles qui peuvent résister à de forts courants ; elles vivent dans des rapides. Les courants violents provoquent une instabilité du substratum et des communautés benthiques (Angelier, 2003).

I.2.2. Caractéristiques physicochimiques

De nombreuses études ont montré que les variables physiques et chimiques affectent soit négativement, soit positivement les communautés d'invertébrés aquatiques.

I.2.2.1. Variables Physiques

➤ Température

La température est un facteur clé qui influence la distribution des espèces lotiques qui sont pour la plupart poïkilothermes (Giller & Malmqvist, 1999 ; OFEV, 2010). Dans les systèmes lotiques, l'altitude et l'ensoleillement affectent la température de l'eau qui conditionne la solubilité des gaz et des sels, la vitesse des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur d'environ 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 degrés Celsius (Hecky, 2000 ; IBGE, 2005). L'activité métabolique des organismes aquatiques est également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît mais il faut aussi noter que des changements brusques de température de plus de 3° C s'avèrent souvent néfastes (IBGE, 2005).

➤ Matières en Suspension (MES), Turbidité et Couleur

Les matières en suspension (MES) comprennent toutes les substances 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 teneurs en MES varient selon le type de bassin versant, la nature des terrains traversés et les apports éventuels des effluents (Rodier *et al.*, 2009). La quantité de MES varie notamment avec la saison et le régime d'écoulement des eaux. Elles affectent la transparence de l'eau, diminuent la pénétration de la lumière et par la suite, la capacité photosynthétique (IBG, 2005). Les teneurs élevées en MES peuvent devenir un facteur limitant pour l'installation et le développement de la faune benthique, en provoquant leur mort suite au colmatage des organes respiratoires (Camacho, 1992). La matière en suspension diminue la teneur en oxygène et limite le développement de la vie aquatique (Zébazé Togouet, 2000).

La turbidité indique l'état trouble d'une eau. Une turbidité élevée réduit la quantité de lumière qui pénètre dans la colonne d'eau et, par conséquent, diminue la productivité des végétaux autotrophes phytoplanctoniques (Dajoz, 1985).

La couleur de l'eau est une variable essentielle de la mesure de la pollution esthétique. Elle est due naturellement à la minéralisation, la présence de substances humiques, et à l'eutrophisation qui engendre une augmentation exponentielle des algues et des bactéries.

I.2.2.2. Variables chimiques

➤ Potentiel d'Hydrogène (pH)

Le potentiel d'hydrogène (pH) est l'un des premiers indicateurs d'une altération chimique de la qualité des eaux. Il est principalement déterminé par les équilibres calco-carboniques et par les conditions géochimiques du bassin versant (OFEV, 2010). En effet, il varie selon la nature géologique du lit du bassin versant, celle des apports des effluents industriels et domestiques mais aussi avec l'activité biologique (Jullian *et al.*, 2005). 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 (IBGE, 2005). La température et le processus biologique tels que la photosynthèse ou la décomposition du matériel organique agissent sur le pH (Milot, 2020). Ainsi une température croissante diminue la solubilité du CO₂ et baisse la valeur du pH. En prenant du CO₂ et du HCO³⁻, dans l'eau, la photosynthèse accroît le pH. La décomposition aérobie de la matière organique libère du CO₂ et provoque ainsi une baisse du pH.

➤ Dioxyde de Carbone dissous (CO₂)

Le carbone organique dissous (CO₂) peut constituer un indicateur de pollution anthropique d'un cours d'eau (OFEV, 2010).

➤ Conductivité électrique

La conductivité électrique est déterminée par la teneur en substances dissoutes, la charge ionique, la capacité d'ionisation, la mobilité et la température de l'eau (Derwich *et al.*, 2010). La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs contrairement aux composés organiques qui sont de mauvais conducteurs. La conductivité varie en fonction de l'origine des eaux, la nature géologique du substrat, les confluences ou les afférences souterraines et la pollution du support aqueux (Camacho, 1992 ; Jullian *et al.*, 2005). La connaissance du contenu en sels dissous dans l'eau d'un cours d'eau est importante dans la mesure où chaque organisme aquatique a des exigences propres concernant ces éléments. En général, les espèces aquatiques ne supportent pas de fortes variations en sels dissous comme celles observées, par exemple, en cas de déversement d'eaux usées. La conductivité électrique d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 µS/cm (IBGE, 2005).

➤ **Teneur en Oxygène dissous (O₂)**

L'oxygène dissous est une variable chimique et biologique dont la teneur possède une signification propre relative à la qualité biologique du support aqueux. C'est un paramètre non négligeable pour la survie des espèces, les processus biochimiques de dégradation de la matière organique et la respiration cellulaire. Parmi les nombreux facteurs qui influencent l'oxygénation de l'eau on peut citer la température et la salinité. La température et la salinité augmentant quand l'O₂ diminue. La teneur en oxygène dissous varie avec celles des matières organiques fermentescibles, des hydrocarbures, des détergents et du nombre d'organismes aérobiques (Rodier *et al.*, 2009). Une bonne oxygénation de l'eau, notamment à l'interface eau/sédiments est favorable à l'installation des communautés benthiques (Devidal *et al.*, 2007).

➤ **Composés azotés**

Dans les hydrosystèmes, l'azote se trouve sous formes d'azote organique, d'azote ammoniacal, de nitrites (NO₂⁻), de nitrates (NO₃⁻) ou associé à d'autres composés. Les concentrations en NO₂⁻, NO₃⁻, NH₃ et NH₄⁺, phosphates (PO₄³⁻), azote (N) et phosphore (P) servent au suivi de la qualité des eaux de surface (IBGE, 2005). Toutefois, l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement de l'eau en azote par un apport d'effluents urbains et industriels, des rejets d'eaux usées domestiques, le lessivage des sols agricoles fortement enrichis en engrais (Jullian *et al.*, 2005). Des fortes concentrations d'ammonium indiquent une pollution des eaux causée par des eaux usées communales ou par l'érosion et le lessivage de terres agricoles. La teneur en azote ammoniacal est très élevée dans les eaux riches en matières organiques lorsque le pourcentage de saturation en oxygène est insuffisant pour assurer sa transformation (CEAEQ, 2007). La teneur en nitrates croît généralement de la source à l'embouchure d'un cours d'eau avec un enrichissement par des apports latéraux successifs et une accumulation des matières organiques endogènes progressivement minéralisées. L'azote est un nutriment indispensable pour les organismes aquatiques ; les végétaux l'absorbent plus particulièrement sous forme de nitrates qui constituent l'essentiel de l'azote inorganique contenu dans les eaux OFEV (2010).

➤ **Orthophosphates**

Les orthophosphates ou «phosphores réactifs» représentent la forme de phosphate bi-disponible dans les milieux aquatiques (CEAEQ, 2000). Une concentration élevée en orthophosphates dans les eaux naturelles est un indice de leur pollution par les eaux vannes et les effluents industriels qui contiennent des phosphates organiques et des détergents synthétiques (INRA, 2005). Le phosphore parvient dans les eaux de manière diffuse par lessivage des terres agricoles et, ponctuellement, par les rejets d'eaux usées et les déversoirs d'orage (OFEV, 2010). Les fortes teneurs en orthophosphates

entraînent généralement des blooms algaux avec pour conséquences une réduction de l'éclairement en profondeur, l'anoxie nocturne, les variations diurnes de pH et, à long terme, l'eutrophisation car le phosphore est un nutriment vital pour les organismes aquatiques (Devidal *et al.*, 2007). Comme les eaux n'en reçoivent que de faibles quantités dans un environnement naturel, ce sont les apports d'origine anthropique qui conditionnent la croissance des plantes aquatiques (OFEV, 2010).

➤ **Alcalinité**

L'alcalinité d'une eau témoigne de la présence conjuguée d'hydrogénocarbonates (HCO_3^-), de carbonates (CO_3^{2-}) et d'ions hydroxydes (OH^-). Les variations de cette composition sont à rapprocher de celles des degrés de minéralisation des eaux, d'oxydation des composés organiques, enfin de la teneur en anhydre carbonique (Levêque and Balian, 2005).

➤ **Oxydabilité**

Derwich *et al.* (2010) soulignent que dans les milieux récepteurs, l'oxydabilité correspond à l'estimation globale de la concentration en matières organiques biodégradables, par l'évaluation de la quantité d'oxygène enlevée à un oxydant tel que le permanganate de potassium dans des conditions précises. Toutefois, l'harmonie de ce milieu salvateur se heurte à certains effets naturels ou artificiels qui provoquent son altération et/ou son dysfonctionnement.

➤ **Dureté calcique**

La dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques, excepté des métaux alcalins (Na^+ , K^+) et H^+ . Elle est souvent due aux ions Ca^{2+} et Mg^{2+} dont la présence dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux (IBGN, 2005).

I.3. Activités anthropiques et altération des cours d'eau

Les activités anthropiques de plus en plus exercent sur le milieu naturel une pression néfaste du fait de l'urbanisation anarchique, de l'industrialisation, de la mécanisation et de l'intensification de l'agriculture, qui sont couplées à une explosion démographique sans cesse croissante (Devidal *et al.*, 2007). Ces impacts néfastes entraînent d'année en année la dégradation de la qualité des eaux des hydrosystèmes. Les cours d'eau, surtout ceux situés en milieu urbain ou qui le traversent, sont particulièrement plus vulnérables et plus sensibles car ils constituent le réceptacle majeur des déchets, des substances ou des composés polluants de l'environnement (Foto *et al.*, 2002 ; Allan, 2004 ; Devidal *et al.*, 2007). L'intégrité biotique et/ou abiotique de ces cours d'eau est nettement fragilisée du fait de la variation de l'hydrologie, la qualité physicochimique des eaux, la modification de l'habitat et la baisse de la biodiversité (Sweeney *et al.*, 2004). Plusieurs grands groupes à l'instar des macroinvertébrés benthiques sont affectés par la dégradation de l'environnement.

La macrofaune benthique désigne l'ensemble des organismes dépourvus de squelette osseux ou cartilagineux, visibles à l'œil nu et qui vivent dans les zones benthiques des milieux aquatiques ou qui ne s'en éloignent que de peu durant la majeure partie de leur cycle de vie (Moisan, 2006). Parmi les communautés biologiques, celles des macroinvertébrés benthiques sont plus utilisées pour évaluer l'état de santé globale des écosystèmes aquatiques (Barbour *et al.*, 1999). Ces organismes vivent inféodés à divers types de microhabitats avec une mobilité réduite à quelques dizaines de mètres dans les conditions normales ; ils n'ont donc pas d'autre choix, mis à part une certaine dérive, que de subir les effets des perturbations soit en subsistant, soit en mourant (Charvet, 1995 ; Moisan & Pelletier, 2008). La macrofaune benthique est principalement constituée des Insectes aquatiques (larves et adultes), des Plathelminthes, des Némathelminthes, des Mollusques, des Annélides et des Crustacés (Tienkiano, 2017 ; MDDEFP, 2013 ; Moisan & Pellier, 2008). Les crustacés de taille moyenne ou grande sont un groupe un peu particulier. En effet, leur aptitude à la nage et à la marche, donc leur capacité à se déplacer voire à migrer à grande amplitude, les distingue de ce que l'on nomme classiquement le benthos. De plus, contrairement à la plupart des organismes benthiques, certains crustacés font l'objet d'une exploitation halieutique.

I.4. Présentation des Crustacés

I.4.1. Généralités sur les Crustacés

Les crustacés sont de arthropodes, généralement aquatiques, à respiration branchiale dont la carapace est formée de chitine imprégnée de calcaire ; ce sous-phylum comprend 6 classes, parmi lesquelles les Malacostracés, c'est-à-dire les Crabes, les Crevettes, les Homards, les Langoustes (Barbier, 2010). Leur exosquelette chitino-protéique est plus ou moins rigide, sauf en certaines zones souples qui permettent l'articulation des différentes parties du corps et des appendices. Le corps des crustacés est constitué d'une succession de métamères avant et à l'arrière desquels on trouve respectivement l'acron et le telson. Il est généralement divisé en 03 tagmes : la tête ou céphalon, le thorax ou péréion, l'abdomen ou pléon (Laughlin & Bliss, 1982). Chaque somite ou métamère porte fondamentalement une paire d'appendices qui sont, à l'origine, biramés, dont les fonctions varient selon les groupes (locomotion, nage ou marche, capture de la nourriture, perception de l'environnement, respiration, accouplement).

Les crustacés sont très diversifiés mais occupent la quatrième place en termes de nombre d'espèces, parmi les Métazoaires, après les Insectes, les Mollusques et les Chélicérates (Martin & Davis, 2001). A ce jour, le nombre d'espèces de Crustacés décrites dépasse 68 000 (Poupin, 2008). Les crustacés incluent des organismes de tailles variées qu'on peut regrouper en microcrustacés, qui sont de très petite taille comme le zooplancton, les copépodes, les larves de certains crabes et crevettes ; et les macrocrustacés, parmi lesquels on cite les crabes et certaines espèces de crevettes, et dont

l'envergure peut atteindre 4m. Ces organismes colonisent divers milieux aquatiques (dulcicoles, saumâtres, marins) et terrestres ; ils sont présents aussi bien dans les zones polaires que tempérées et tropicales (Barbier, 2010). Ils ont des modes de vie variés ; ils peuvent être soit libres ou mobiles, soit fixés à un support inerte ou vivant. Certains crustacés sont parasites ou commensaux d'autres animaux. En milieu marin, ils sont répartis tout au long de la colonne d'eau c'est-à-dire de la zone épipélagique (0 à 100 m de profondeur) à la zone mésopélagique (100 à 1000 m) voire bathypélagique (1000 à 3000 m) (Bui, 2006). Martin & Davis (2001) classent le Sous - Embranchement des Crustacés dans l'Embranchement des Arthropodes et ils proposent une mise à jour de cette classification au sein de ce Sous-Embranchement (Figure 1). Ce sous - embranchement est constitué de 6 classes, 3 sous classes, 3 Super - Ordres et 3 Ordres parmi lesquels celui des Décapodes (Martin & Davis, 2001).

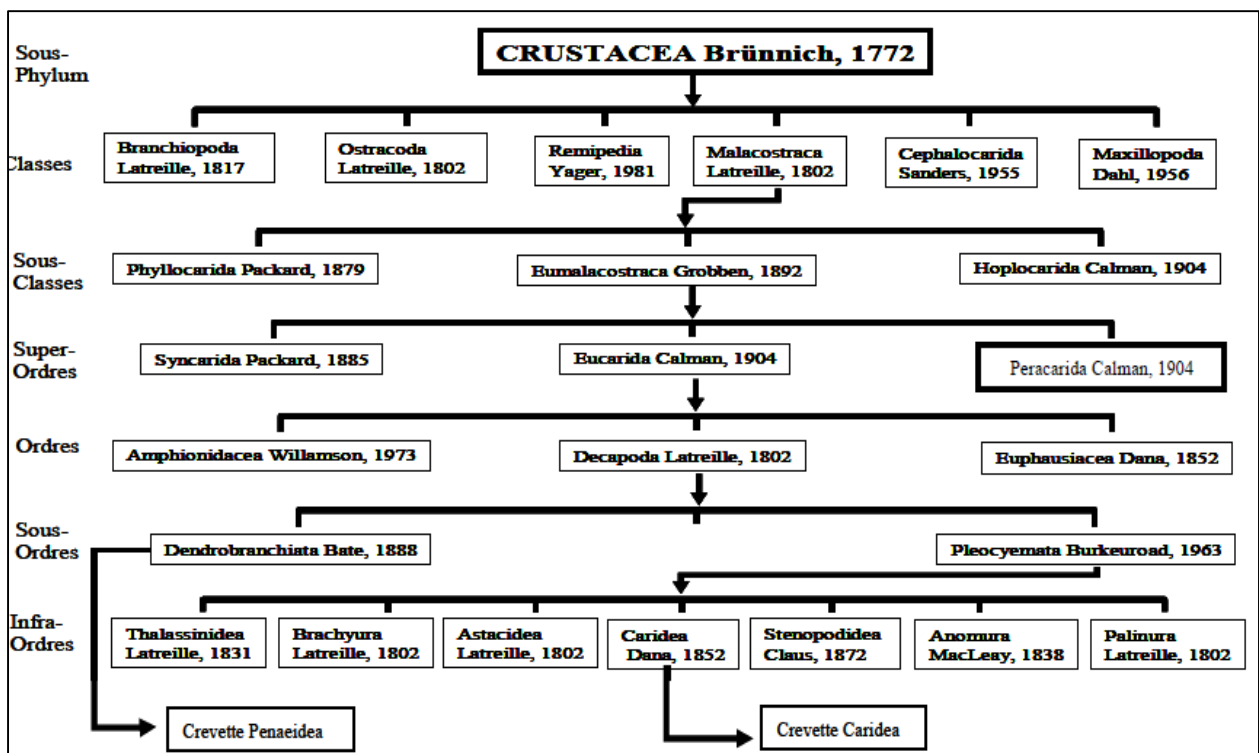


Figure 1 : Classification générale des Crustacés (Martin & Davis, 2001).

I.4.2. Crustacés décapodes

I.4.2.1. Systématique et classification

D'après la classification phylogénétique ou classification cladistique, les Décapodes sont des Métazoaires Triploblastiques Coelomates Protostomiens à symétrie bilatérale (Miller & Harley, 1996). Selon la WoRMS (2008), l'ordre des Décapodes appartient à l'Embranchement des Arthropoda (le corps est segmenté, les membres ou les articles sont composés d'articles et l'ensemble est recouvert par un exosquelette chitineux), Sous- Embranchement de Crustacea (le corps est divisé en trois tagmes (cephalon, thorax et Abdomen, la présence de deux paires d'antennes : antennules et antennes ; les

appendices sont de nature biramées et la cuticule est constituée en plus de la chitine de carbonate de calcium et de phosphate de calcium et de magnésium.), Classe des Malacostraca (Les yeux sont composés et le péréion ou thorax porte 8 somites et le corps est moue au niveau des articulation), Sous -Classe des Eumalacostraca (Le pléon porte 6 somites, les antennes sont uniramées et les antennules biramées.), Super-Ordre des Eucarida (Yeux pédonculés, La carapace recouvre totalement le cephalon et le thorax pour former céphalothorax.).

La systématique des crustacés est en perpétuel changement. Dans ce travail la classification de Martin & Davis (2001) a été retenue car elle la plus utilisée, la plus simple et permet de comprendre l'origine des espèces. Cette classification, divise les Décapodes en deux Sous - Ordres, les Dendrobranchiata et les Pleocyemata. Le Sous-Ordre des Dendrobranchiata renferme les crevettes de l'Infra – Ordre des Penaeidea, alors que les Pleocyemata sont constitués de sept Infra-Ordres à savoir les Stenopodidea, les Astacidea, les Thalassinidea, les Caridea, les Palinura, les Anomura et les Brachyura. Seuls les quatre derniers sont ici représentés (Tableau I).

Tableau I: Classification des décapodes (Martin & Davis (2001))

Ordre	Sous-Ordre	Infra-Ordre
Décapodes : corps divisé en deux partie ; le céphalothorax et l'abdomen ; le céphalothorax porte 5 paires de pattes ambulatoires.	Dendrobranchiata : pourvus des dendrobranchies c'est à dire avec des lamelles branchiales découpées en de multiples arborescences ; femelles pondant leurs œufs dans l'eau où ils sont fécondés avec éclosion au stade très précoce de Nauplius, ce qui est un caractère primitif.	Péneidea : deuxième segment abdominal ne recouvrant pas le premier et le troisième segment abdominal.
		Caridea : deuxième segment abdominal recouvrant le deuxième et le troisième segment abdominal.
		Palinoure : abdomen très développé ; les pattes sans pinces ; la carapace épineuse.
		Anomura : tendance à une réduction de l'abdomen (brachyourisation). pédoncules oculaires, typiquement allongés et parallèles, se situant entre les antennes. La première paire de pattes portant de fortes pinces ; dernière paire (et parfois l'avant dernière) petite, affectée au nettoyage des branchies ; dernier segment thoracique les portant, ou du moins son sternite, indépendant ; au stade Zoé
	Pleocyemata : incubent leurs œufs accrochés aux appendices abdominaux	Brachyura : Réduction du pléon, absence de nageoire caudale typiquement, rabattu sous le céphalothorax.

I.4.2.2. Caractéristiques morphologiques générales des décapodes

Comparativement aux autres crustacés, le corps des décapodes est divisé en 2 parties, à savoir le céphalothorax et le pléon ou l'abdomen. Le céphalothorax est issu de la jonction du céphalon et du péréon ou thorax ; c'est le phénomène de «céphalisation». Ce tagme incorpore l'acron, porteur d'une paire d'yeux. Les yeux sont généralement composés, sessiles ou pédonculés. A l'acron s'ajoute 5 métamères caractérisant la cephalon des crustacés ; ce sont : l'antennulaire, porteur de la première paire d'antennes, les antennules (A1), l'antennaire, porteur de la deuxième paire d'antennes (A2) ; le mandibulaire muni d'une paire de mandibules (Md) ; le maxillulaire muni d'une paire de maxillules (Mx1) et le maxillaire, muni d'une paire de maxilles (Mx2) ; le thoracomère ou péréonite muni de 5 paires de péréiopodes ou maxillipèdes ou pattes mâchoires (Durand & Levêque, 1991). L'abdomen ou pléon est généralement plus étroit que le thorax et pourvu d'appendices moins développés. Ses métamères appelés pléomères ou pléonites, portent des appendices appelés les pléopodes qui peuvent être natatoires, respiratoires, porteurs d'œufs, modifiés en vue de la fécondation (Tipic, 2007). Certaines caractéristiques morphologiques comme la forme des organismes permettent de rassembler les décapodes en plusieurs grands groupes que sont les crevettes, les Brachyours (Crabes et Araignées), les macroures, les anomoures.

➤ Crevettes

Ce sont des décapodes dont le corps est comprimé latéralement, c'est le cas des Caridea, des Dendrobranchiata et des Euphausiaces (Figure 2). Leurs pléopodes sont adaptés à la nage ; ils sont de fines et longues antennes.

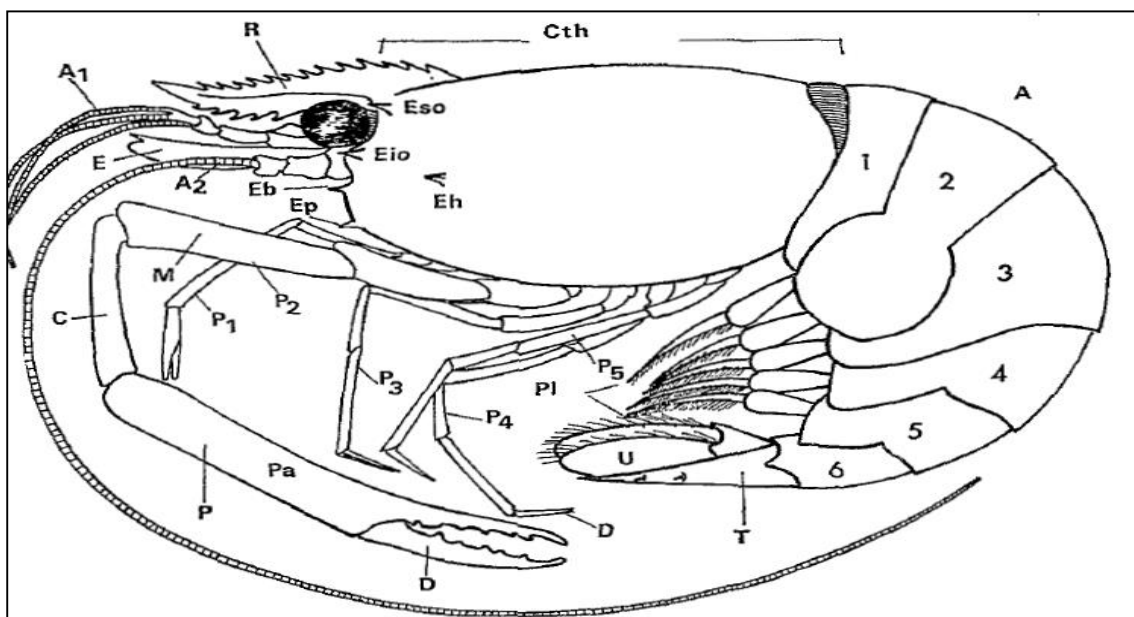


Figure 2 : Organisation générale d'une crevette (Monod, 1980): A: abdomen(1- 6) ; A1: antennule; A2: antenne; C:carpe; Cth: céphalothorax; D: pince ; E: écaille antennaire; Eb : épine branchiostège; Eh: épine hépatique; Eio:

épine infra-orbitale; Ep: épine ptérygostomienne; Eso: épine supra-orbital; M: mérus; P: propode; P₁ - P₅: péréiopodes; Pa: paume; Pl: pléopodes; R: rostre; T: telson, U: uropode.

❖ **Peneidea**

Les Pénéidea sont de grosses crevettes pêchées dans presque toutes les mers chaudes et tempérées ; aujourd'hui, ils font l'objet d'élevages industriels très importants. On les différencie des autres crevettes par la présence des pinces aux trois premières paires de pattes thoraxiques (maxillipèdes). Ils diffèrent également de tous les autres décapodes car ils possèdent des dendrobranchies, c'est-à-dire des lamelles branchiales découpées en de multiples arborescences et leur éclosion se fait au stade très précoce de nauplius, ce qui est un caractère primitif (Kouhoundji, 2012).

❖ **Euphausiacea**

A cause de leurs appendices thoraciques biramés, les Euphausiacea ont autrefois été réunis aux mysidacés dans l'ordre des Schizopodes; toutefois, leur carapace réunissant tous les segments thoraciques et le fait que les deux premiers appendices thoraciques ne sont pas transformés en maxillipèdes, ils sont considérés comme les plus primitifs des Eucarides à côté des Décapodes (Cassanova, 2004). Ils sont essentiellement pélagiques et nagent par myriades de plus de 1000 individus par mètre cube jusqu'à des profondeurs marines de 1500 mètres et plus (Steele, 2001). Ils constituent le "krill", aliment de base des baleines (Murphy, 2001).

❖ **Caridea**

Les Crevettes Caridea (ou Chevrettes) étaient antérieurement regroupés avec les Pénéidés (ou Gambas) au sein des Décapodes Nageurs ou Natantia (Echalier *et al.*, 2002). En effet, elles ont également une capacité de nage, un squelette externe relativement mince, peu ou pas minéralisé, un corps comprimé latéralement et un abdomen allongé et musculéux porteur d'appendices natatoires biramés. Les Caridea se distinguent cependant par certaines caractéristiques qui ont conduit à les séparer des Pénéidés et à les rapprocher davantage des Décapodes Reptantia. Il s'agit entre autres, des branchies type phyllobranchies et non dendrobranchie, des extrémités coupantes et broyeuses de leurs mandibules, des premières et deuxièmes paires de pattes terminées par des pinces, enfin de éclosion se produisant au stade de Zoé à pattes thoraciques encore incomplètes et non au stade de nauplius (Echalier *et al.*, 2002). Ils ont un deuxième pleura (segment) abdominal qui recouvre les deux segments immédiats, c'est-à-dire le premier et le troisième. Selon Monod (1980), ce caractère est le principal caractère de la diagnose des crevettes Caridea qui les différencie des Penaeidae (Figure 3).

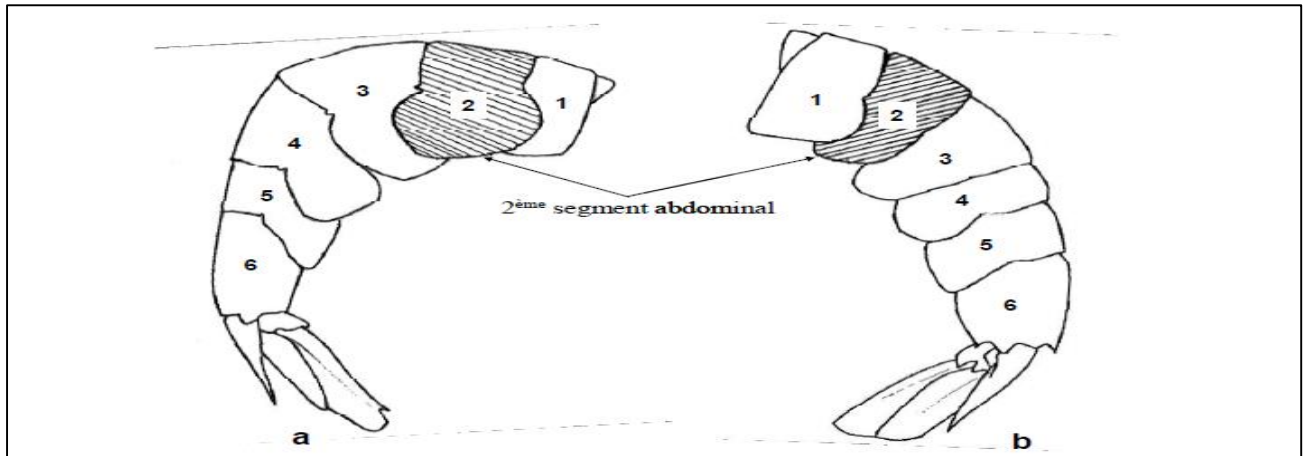


Figure 3 : Caractéristiques distinctives des Caridea (a) et des Peneidea (b) selon Fincham & Wickins (1976) : 1-6 : segments abdominaux.

➤ **Brachyoures (Crabes et Araignées)**

Le mot grec "Brachyoure "signifie à queue courte et fait allusion chez ces organismes à la réduction de leur pléon, dépourvu de nageoire caudale et typiquement rabattu sous le céphalothorax. Les Brachyoures ou « vrais Crabes » sont les Décapodes les plus évolués. Leur corps comporte 19 segments entre l'Acron et le telson c'est-à-dire 5 céphaliques+8 thoraciques + 6 abdominaux. La tête et thorax sont fusionnés en un Céphalothorax protégé par une épaisse carapace ; les appendices des 3 premiers métamères thoraciques, mis au service de la bouche, sont des pattes mâchoires. Les cinq autres métamères portent 5 paires de pattes locomotrices dont la première se termine par des pinces plus ou moins fortes (Figure 4).

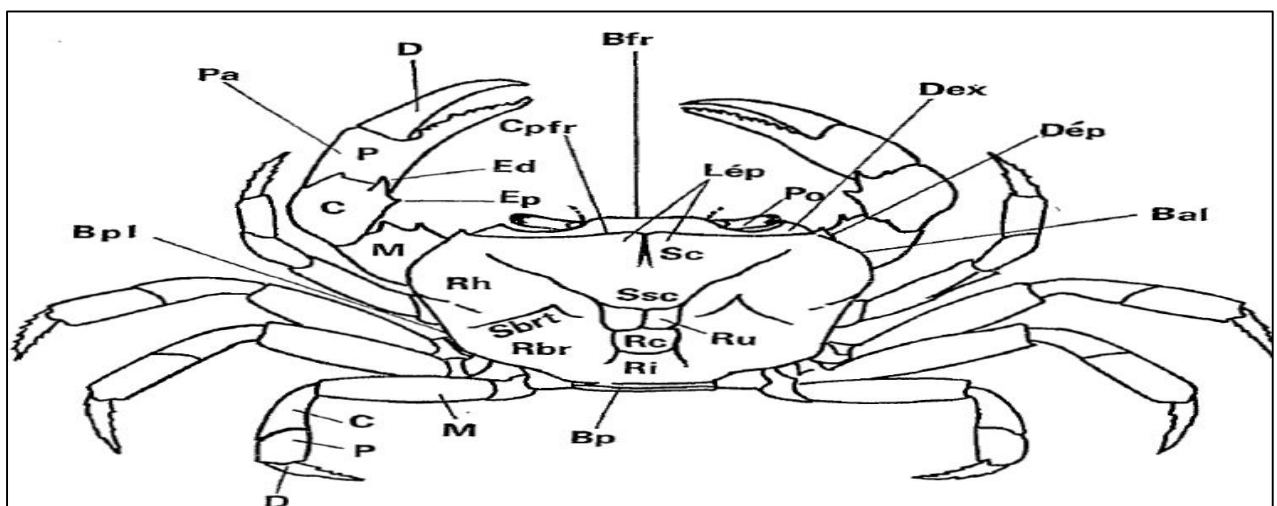


Figure 4 : Schéma général d'un crabe (Monod, 1980) : Bal: bord antérolatéral; Bfr: bord frontal; Bp: bord postérieure; Bpl: bord postéro-latéral; C: carpe; Cpfr: crête post-frontale; D: pince; Dep: dent épibranchiale; Dex:dent exorbitale; Ed: épine distale du carpe; Ep: épine proximale du carpe; LéP: lobes épigastrique; M:

méris; P: propode; Pa: paume; Po: pédoncule oculaire; Rbr: région branchiale; Rc: région cardiaque; Rh: région hépatique; Ri: région intestinale; Ru: région urogastrique; Sbrt: sillon branchial transversal; Sc: sillon cervical.

➤ **Macroures**

Chez les Macroures, on distingue les homards et les écrevisses avec leurs fortes pinces, les Astacidea, les langoustes qui en sont dépourvues (Figure 5). Leur développement est direct ou, du moins, les stades larvaires relativement "condensés" des premiers contrastent avec les étapes planctoniques multiples et particulières des seconds (Echalier *et al.*, 2002).

➤ **Anomoures**

L'abdomen des anomoures peut être développé, mou, dissymétrique, enroulé en spirale (cas des Pagures), plus ou moins réduit, calcifié, symétrique et rabattu sous le céphalothorax (Galathéides ou des Hippides). Leurs pédoncules oculaires, typiquement allongés et parallèles, se situent entre les antennes. La première paire de pattes porte de fortes pinces ; la dernière paire (et parfois l'avant dernière) est petite et affectée au nettoyage des branchies ; le dernier segment thoracique qui les porte, ou du moins son sternite, est indépendant (Echalier *et al.*, 2002). L'éclosion des œufs se fait au stade Zoé ; absence du stade Mysis mais un stade décapodite nageur. Les espèces les plus connues sont le Bernard l'Hermite, le crabe des cocotiers, le crabe le royal ou galathée (Figure 5 i,j, k et l).

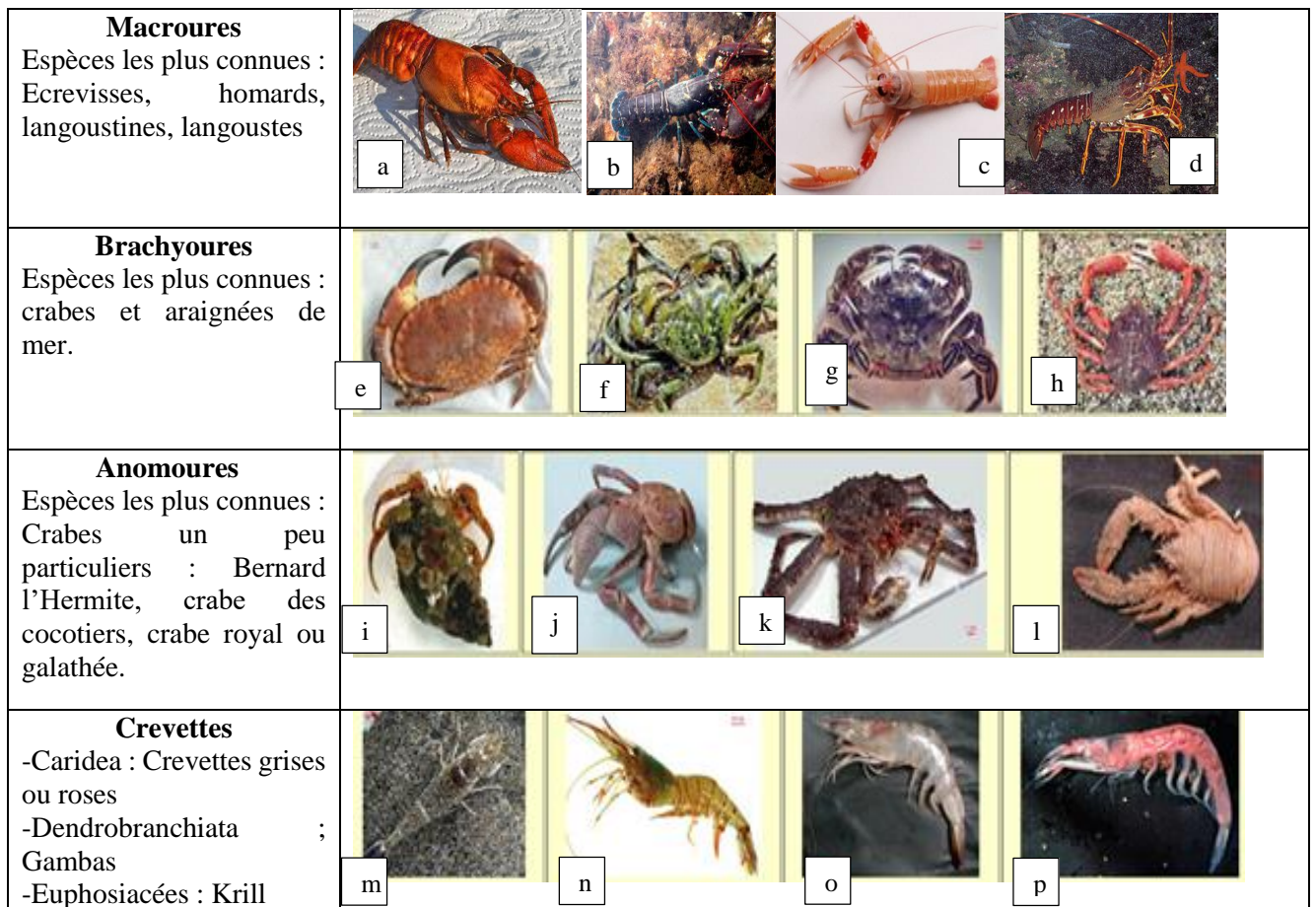


Figure 5 : Illustration des différents groupes de décapodes selon Echalier *et al.*, 2002 : *Procambarus clarkii* (a), *Homarus americanus* (b), *Nephrops norvegicus* (c), *Palinurus elepas* (d), *Cancer pagurus* (e),

Carcinus moenas (f), *Portunus puber* (g), *Maja squinado*(h), *Pagurus bernhardus*(i), *Birgus latro* (j) *Paralithodes camtschaticus* (K), *Galathea squamifera* (l), *Crangon crangon* (m), *Palaemon serratus* (n), *Penaeus monodon* (o) *Euphausia superba* (p).

I.4.2.3. Diversité taxonomique des grandes catégories de Décapodes

➤ Infra-Ordre des Caridea

L'infra-Ordre des Caridea regroupe environ 2500 espèces décrites, réparties en 31 Familles et 10 Super- Familles (Martin & Davis, 2001 ; De Grave, 2007; De Grave *et al.*, 2008). Seuls les spécimens de huit familles se rencontrent dans les eaux douces. Il s'agit des Alpheidae Rafinesque, 1815, des Atyidae De Haan, 1849, des Desmocarididae Borradaile, 1915, des Palaemonidae Rafinesque, 1815, des Euryrhynchidae Holthuis, 1950, des Kakaducarididae Bruce, 1993 et des Typhlocarididae Bate, 1888 (De Grave *et al.*, 2008). Ces auteurs indiquent que les quatre premières familles citées sont présentes en Afrique de l'Ouest.

- Diagnose de la famille des Atyidae selon Monod, 1980

Les crevettes de la famille des Atyidae sont caractérisées par : deux premières paires de péréiopodes plus ou moins identiques ; carpes de la deuxième paire de péréiopodes non subdivisés ; pattes des deux premières paires de péréiopodes terminées par des pinces insérées plus ou moins obliquement dans une échancrure distale du carpe ; doigts des pattes des deux premières paires de péréiopodes prolongés par un pinceau de soies, à l'exception de l'espèce *Xiphocaris elongata* Hann, 1844, d'après Lévêque, 1974) ; mandibules sans palpe. Selon Monod, (1980), Cette famille comprend entre autres les genres *Atya* Leach, 1816, le genre *Caridinopsis* Bouvier, 1912 et le genre *Caridina* Edwards, 1837.

- Diagnose et diversité du genre *Caridina*

Les caractéristiques telles que : lerostre dorsalement spinuleux; le péréiopode 1 (P1) avec échancrure carpienne totale et arthrobranchie à sa base, l'absence d'épines supraorbitales, le carpe des pattes antérieures de forme non allongée et grêle permettent de classer les organismes dans le genre *Caridina*.

L'Afrique soudanienne compte deux grandes espèces, l'une tropico-africaine (*Caridina africana* Kingsley, 1882) et l'autre afro-orientale (*Caridina nilotica* Roux, 1833) présent en Afrique de l'Est et du Nord-Est où elle peut être en sympatrie avec *C. africana* ; sa répartition s'étend en Asie du Sud-Est, en Indonésie et en Océanie (Monod, 1980). *Caridina africana* et *C. nilotica* ont été identifiés au Cameroun (Tchakonté *et al.*, 2014 ; Foto Menboham *et al.*, 2014 ; Chinché, 2021).

❖ **Diagnose de la famille des Palaemonidae selon Monod, 1980**

Les crevettes appartenant à la famille des Palaemonidae ont : deux premières paires de pattes (P1 et P2) dissemblables terminées par des pinces, doigts tapissés de petites soies, seule la deuxième paire de pattes est plus développée (plus puissante) avec un carpe simple et non divisé (Monod, 1980). La famille des Palaemonidae comprend des espèces adaptées aussi bien aux milieux marins qu'aux eaux douces et saumâtres (Fischer *et al.*, 1981 ; Schneider, 1992 ; Valencia & Campos, 2007). Selon De Grave *et al.* (2008), cette famille est présente dans sept régions biogéographiques (Paléarctique, Néarctique, Néotropique, Afrotropique, Orientale, Australasienne, Iles pacifiques océaniques).

La famille des Palaemonidae renferme deux sous-familles : les Palaemoninae et les Pontoniinae (De Grave *et al.*, 2008). La sous-famille des Pontoniinae renferme uniquement des espèces marines (Valencia & Campos, 2007). La sous-famille des Palaemoninae regroupe des espèces marines, estuariennes et d'eaux douces. Selon Monod (1966 et 1980), les crevettes de la sous famille de Palaemoninae sont caractérisées par : deux premières paires de pattes plus ou moins dissemblables; les pattes des deux premières paires de péréiopodes terminées par des pinces normales situées dans le prolongement du carpe et sans pinceaux de soies sur les doigts ; le carpe des pattes de la deuxième paire de péréiopodes non segmenté mais plutôt entier et rostre bien développé et denté. Cette sous-famille comporte plus de 17 genres (Holthuis, 1980 ; Ramos-Porto & Coelho, 1998 ; Valencia & Campos, 2007) parmi lesquels les genres *Leander* Desmarest, 1849, *Desmocarid* Bouvier, 191, *Palaemon* Weber, 1795, *Brachycarpus* Bate, 1888 et *Macrobrachium* Bate, 1868 qui sont présents en Afrique de l'Ouest.

- **Diagnose et diversité du genre *Macrobrachium***

Selon Monod (1966, 1980), les caractéristiques suivantes : doigts des trois dernières paires de pattes (3-5) simples (sans pinces), présence d'épines hépatiques, absence d'épines supra-orbitaires et branchiostèges et pattes de la deuxième paire robustes avec de fortes pinces permettent de rattacher les crevettes au genre *Macrobrachium* qui comporte plus de 240 espèces (Wowor *et al.*, 2009) et possède des espèces de plus grande taille de tous les genres de la famille des *Palaemonidae* (De Grave *et al.*, 2009). Les espèces de ce genre sont des composantes importantes des écosystèmes d'eaux douces et estuariennes. Elles se retrouvent dans la plupart des niches incluant les lacs, les rivières, les étangs, les barrages, etc. Le genre *Macrobrachium* est rencontré dans toutes les régions biogéographiques, excepté en Europe (Barko & Hrabik, 2004 ; Chen *et al.*, 2009). Typiquement ces espèces sont épigées, épibenthiques et largement nocturnes, quoique d'autres espèces hypogées ont été aussi décrites (Short, 2004). Les espèces de genre *Macrobrachium* sont habituellement référées comme crevettes d'eau douce, alors que quelques espèces sont uniquement et strictement estuariennes requièrent une influence marine durant le développement larvaire (Shorter, 2004).

En Afrique de l'Ouest, 11 espèces sont connues dont une non décrite (Holthuis, 1980; Monod, 1980 ; Powell, 1980). Au Cameroun, les espèces *Macrobrachium thysi* Powell, 1980, *Macrobrachium scabriculum* Heller, 1862, *Macrobrachium equidens* Dana, 1852, *Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1978, *Macrobrachium vollenhovenii* Herklots, 1857, *Macrobrachium dux* Lenz, 1910, *Macrobrachium macrobrachion* Herklots, 1851, *Macrobrachium sollaudii* De Man, 1912; *Macrobrachium chevalieri* Roux, 1935, *Macrobrachium felicinum* Holthuis, 1949 et *Macrobrachium* sp. on été signalées dans les cours d'eau (Tchakonté *et al.*, 2014 ; Oben *et al.*, 2015; Makombu *et al.*, 2015 ; Mvogo Ndong, 2018).

- **Diagnose et diversité du genre *Palaemon***

Les espèces du genre *Palaemon* sont caractérisées par : des pinces du péréiopode 2 identiques mais seulement légèrement plus longues que celles du péréiopode 1; une carapace portant deux paires d'antennes, des épines branchiostégales mais sans épines hépatiques ; une longueur totale du corps se situant entre 30-80 mm (Monod, 1966 et 1980). Trois espèces du genre *Palaemon* sont rapportées dans les eaux marines et saumâtres d'Afrique de l'Ouest tropicale, dont une est actuellement considérée endémique à cette région. Les deux autres espèces sont signalées en Afrique de l'Ouest à savoir *Palaemon elegans* Rathke, 1837 et *Palaemon serratus* Pennant, 1777. Celles-ci ont des répartitions géographiques étendues dans l'Océan Atlantique Oriental. L'espèce *Palaemon elegans* est présente du Sud-Ouest de la Norvège à la Namibie Méridionale, dans la Méditerranéen et dans la Mer Noire. Tandis que *Palaemon serratus* a une étendue allant du Danemark au Cap Blanco en Sahara occidental (Holthuis, 1951). La seule espèce endémique en l'Afrique de l'Ouest seraient *Palaemon maculatus* Thallwitz, 1892, retrouvée au Libéria (Rathbun, 1900 ; Johnston, 1906) et l'Angola méridional (Rapport de Balss, 1916). Dans le rapport sur les crustacés décapodes du Delta Niger, Powell (1983 ; 1985) mentionne la présence d'une espèce du genre *Palaemon* non décrite. *Palaemon powelli* Ashelby & De Grave, 2009 a été mentionné au Nigeria (Ashelby & De Grave, 2009). *Palaemon hastacus* Aurivillus, 1898 et *Palaemon vollenhovenii* Herklots, 1857 ont été identifiés dans l'estuaire, les lagunes et les rivières près de la côte camerounaise (SCET, 1971 ; TCP, 1991).

❖ **Famille des Alpheidae**

D'après plusieurs sources (Beaumont *et al.*, 1998 ; Durant *et al.*, 2002 ; Klotz, 2009 ; Latreille, 1831 ; Martin & George, 2001 ; De Grave *et al.*, 2009), les crevettes de la famille des Alpheidae appartiennent au Sous-ordre des Pleocyemate, à l'Infra-ordre des Caridea et à la Super famille des Alpheoidea. Les crevettes sont de petites tailles ; ont un rostre court, aigu, parfois absent ; des yeux entièrement ou partiellement recouverts par la carapace alors que chez d'autres espèces les yeux sont visibles dorsalement (Monod, 1980). Deux premières paires de péréiopodes munies de pinces dont les

doigts ne se terminent pas en pointes noires ; les pinces de la première paire de péréïodes très robustes, beaucoup plus fortes que celles de la deuxième paire, et souvent inégales ; les péréïopodes de la deuxième paire minces sur toute leur longueur avec des pinces de même largeur que les autres segments ; le carpe subdivisé en plusieurs articles. Les espèces de cette famille sont pour la plupart marines bien que d'autres sont estuariennes. Cette famille comprend entre autres les genres *Alpheus* Fabricius, 1798, *Synalpheus* Bate, 1888 et *Automate* Man, 1888.

- **Diagnose et diversité du genre *Automate***

Les individus du genre *Automate* sont caractérisés par : des yeux visibles dorsalement ; le bord antérieur de la carapace avec une profonde concavité dorsomédiale et un petit rostre ne dépassant pas le niveau des yeux. Deux espèces à savoir *Automate evermanni* Rathbun, 1901 et *Automate talismani* Coutière, 1902, ont été signalées dans l'Atlantique orientale. *Automate evermanni* était jusqu'ici connu de sa localité-type soit Porto-Rico, dans les îles du Cap Vert, au Libéria, au Ghana, au Nigeria, à Sao de Tomé et ses localités et dans l'île Principe (Crosnier & Forest, 1966). L'espèce *Automate gardineri* Coutière, 1902 a été signalée en Polynésie Française (Poupin, 2005). *Automate branchialis* Holthuis & Gottlieb, 1958 a été identifié en mer au Nord Aegéen de la mer méditerranéenne (Katagan & Kocatas, 2002).

➤ **Infra-Ordre des Brachyura**

La position systématique des crabes de cet Infra-ordre, qui fait l'objet de la présente étude, est celle de Martin & Davis (2001). Les crabes sont caractérisés par un corps aplati dorso-ventralement et une carapace élargie transversalement, sans rostre saillant individualisé ; un abdomen très réduit, aplati, replié sous le céphalothorax et ne portant pas d'éventail caudal ; un péréïopode P₁ terminé par une pince ou chélicère. Ces crabes sont marins et d'eau douce. Ceux d'eau douce se sont complètement affranchis du berceau originel, la mer, et peuplent les régions tropicales et les zones chaudes-tempérées à tempérées des cinq continents (Cumberlidge, 1999). Ils passent alors toute leur existence en dehors du milieu marin ; habitent à l'intérieur des cours d'eau, ou près des berges, dans les lacs, les étangs, les mares, parfois au cœur des montagnes jusqu'à 3 000 m d'altitude dans les torrents ou s'aventurent sur la terre ferme dans la forêt humide. Certaines espèces peuvent non seulement survivre en dehors de l'eau mais aussi tolérer des conditions relativement sèches en allant jusqu'à des centaines de kilomètres des eaux (Poupin, 2008).

Ce groupe regroupe plusieurs familles parmi lesquelles celle des Potamonautidae (Bott, 1970a). Selon Cumberlidge (1999), les crabes de la famille des Potamonautidae ont un palpe mandibulaire avec un article terminal entier, adjacent à la mandibule, un palpe mandibulaire à deux segments à savoir le segment basique ou subterminal (probablement formé de la fusion des deux premiers segments) et le segment terminal qui est un grand lobe ovale placé derrière la mandibule inférieure. Le contour de la carapace est transversalement ovale et le plus large ; la marge antérolatérale commence à l'angle

exorbital qui peut être façonné en une dent pointue ou peut être bas et continu avec la marge antérolatérale ; derrière l'angle exorbital existe une dent épibranchiale. Cette famille est représentée par quatre genres en Afrique de l'Ouest : *Potamonautes* MacLeay, 1835, *Liberonautes* Bott, 1955 et *Sudanonautes* Bott, 1955, *Potamonemus* Cumberlidge & Clark, 1992.

❖ **Diagnose et diversité du genre *Sudanonautes***

D'après plusieurs sources (Beaumont *et al.*, 1998; Durant *et al.*, 2002 ; Klotz, 2009 ; Latreille, 1831; Martin et George, 2001 ; De Grave *et al.*, 2009), les crabes du genre *Sudanonautes* appartiennent au sous-ordre des Pleocyemate Burkenroad, 1963, à l'Infra-ordre des Brachyoure Dana, 1852, à la Super famille des Potamoidea Ortmann, 1896, à la famille des Potamonautidae Bott, 1970, à la Sous-famille des Potamonautinae Bott, 1970. Les crabes de ce genre ont une crête postfrontale en avant, presque horizontale et accomplie ; des extrémités latérales qui rencontrent les marges antérolatérales ; le palpe mandibulaire à deux segments : le segment terminal se composant d'un grand lobe postérieur ovale, l'article terminal du gonopode 1 étant très court (environ 0,05-0,07 fois plus long que le segment de subterminal de gonopode 2) et dirigé à l'extérieur ; la crête postfrontale complète rencontre toujours les marges antérolatérales au niveau ou derrière les dents épibranchiales ; le flagellum sur l'exopode du tiers maxillipède est toujours présent (Cumberlidge, 1999) ; le segment antérieur du bord antérolatéral sont pourvu d'une dent intermédiaire en plus des dent exorbitale et épibranchiale, absente chez les autres genres qui n'en ont pas (Cumberlidge, 1999).

En Afrique, et particulièrement au Cameroun, ont été signalés dans les cours d'eau les espèces comme *S. africanus* A. Milne-Edwards, 1869, *S. floweri* De Man, 1901, *S. chavanesii* A. Milne Edwards, 1886, *S. granulatus* Balss, 1929, *S. aubryi* H. Milne-Edwards, 1853, *S. faradjensis* Rathbun, 1921 (Cumberlidge, 2009 ; Nvongo Ndong, 2018).

❖ **Diagnose et diversité du genre *Potamonautes***

D'après plusieurs sources (Beaumont *et al.*, 1998 ; Durant *et al.*, 2002 ; Klotz, 2009 ; Latreille, 1831 ; Martin & George, 2001 ; De Grave *et al.*, 2009), les crabes du genre *Potamonautes* appartiennent à la Super famille des Potamoidea Ortmann, 1896, à la Famille des Potamonautidae Bott, 1970, à la Sous-famille des Potamonautinae Bott, 1970. Ce genre est décrit par une multitude de caractéristiques parmi lesquelles l'absence d'une dent intermédiaire sur le segment antérieur du bord antérolatéral, la sulcature s1/s2 de Sternal clairement évidente, un croisement complet de s3/s4 avec le sternum ; l'article terminal du gonopode 1 plus court (environ un quart à un tiers de la longueur du segment de subterminal de gonopode 1) (Cumberlidge, 1999).

D'après Cumberlidge (1999) la majorité des espèces du genre *Potamonautes* sont trouvées dans le sud continental du Sahara, bien que deux espèces soient trouvées le long de la vallée du Nil, loin au

nord comme le Caïre. L'espèce *P. margaritarius* A. Milne-Edwards, 1869 est trouvée seulement sur l'île du Sao Tomé. Seulement quatre espèces de ce genre se retrouvent en Afrique occidentale (*P. ecorseii* Marchand, 1902, *P. triangulus* Bott, 1959, *P. senegalensis* Bott, 1970 et *P. reidi* Cumberlidge, 1999. L'espèce *P. dentatus* Stewart Coke & Cook 1995 a été signalée à Douala au Cameroun Tchakonté (2007).

I.4.2.4. Régime alimentaire des décapodes

Le régime alimentaire des décapodes est varié et assez opportuniste. Ces organismes sont surtout détritivores mais certaines espèces sont omnivores ou prédateurs actifs c'est le cas des crabes, des homards, des crevettes (Meynecke *et al.*, 2010). Les espèces peu mobiles ou sessiles sont essentiellement des animaux filtreurs ou microphages cas des balanes ou des porcellanes et des Euphausiacés (Wajs, 2008). Quelques espèces décapodes comme le crabe de cocotier ont un régime à dominance phytophage. Toutefois, il mange des œufs de tortues, des cadavres d'animaux en putréfaction (rats, poissons...) (Kessler, 2005 ; Sulistiono, 2019).

I.4.2.5. Sexualité et reproduction des décapodes

Chez la majorité des crustacés, les sexes sont séparés ; le mâle attend la mue de la femelle pour la féconder, lorsque sa carapace encore molle permet l'introduction des stylets copulateurs du mâle. La femelle signale sa disponibilité au mâle en libérant des phéromones dans le milieu. La fécondation peut être précédée d'une parade nuptiale. Il existe aussi des cas d'hermaphroditisme chez de nombreuses espèces comme chez la crevette du Nord *Pandalus borealis* Kroyer, 1838 (Noel, 2010). Les Décapodes sont ovovivipares, les œufs sont généralement conservés dans une poche intracorporelle de la femelle jusqu'à leur éclosion.

A l'éclosion, la larve est un nauplius planctonique muni de 3 paires d'appendices natatoires: Aantennes (A1), antennules (A2) et Mandibule (Md). Chez certaines espèces, l'éclosion intervient à un état plus avancé dans le développement, c'est la larve Zoé ; le plan d'organisation des larves varie d'une espèce à l'autre. La plupart des crustacés ont une reproduction à développement indirect, on parle du développement holométabole ; c'est le cas des espèces marines et amphidromes (Tipic, 2007) comme les crevettes Pénaeidae. Les différents stades de développement prémarginaux sont: le nauplius, le métanauplius, la protozoé, la zoé et le mysis ; ils sont tous planctoniques. D'autres crustacés, comme ceux d'eau douce ont un développement direct (FP, 2012), c'est le cas des crevettes de genres *Caridina* et *Macrobrachium* et des crabes d'eau douce. Chez certaines espèces, on note un dimorphisme sexuel au niveau soit de la taille, soit de la forme du pléon, ou des pinces (Monod, 1980).

I.4.2.6. Respiration des décapodes

Chez les décapodes, la respiration se fait au moyen d'organes spécialisés comme des branchies situées soit sous le thorax, soit sous l'abdomen. Chez les formes terrestres comme les crabes Gécarcinidae, leurs branchies s'apparentent aux poumons avec des tissus autres que les branchies impliquées dans les échanges gazeux (Toulec, 2019).

I.4.2.7. Habitat des décapodes

Les Crustacés Décapodes sont presque ubiquistes sur la planète où ils remplissent de multiples fonctions au sein des écosystèmes dont de multiples services pour l'humanité (Poupin, 2008). La plupart sont marins, d'autres vivent en eau douce comme les écrevisses et d'autres mènent une vie terrestre dans les endroits humides comme les mangroves (crabes cocotiers) (Cumberlidge, 2006).

I.4.2.8. Vie associative des décapodes

De nombreuses espèces de crevettes vivent en association avec d'autres organismes, par exemple, les crevettes des genres *Periclimenes*, *Alpheus* se rencontrent dans les anémones collantes, les étoiles de mer, les holothuries ; d'autres sont associées aux Ooursins, aux gorgones, aux éponges, etc... Des crevettes Alpheidae sont associées à des gobies, ainsi, elles creusent un terrier pour des associés qui, en contrepartie, leur assurent protection et nourriture (Preston, 1978). D'autres crabes dits honteux se camouflent en plaçant sur leur carapace une éponge tandis que le Bernard l'Ermite, en plus de se loger dans la coquille vide de mollusque assure sa défense en y fixant une ou plusieurs anémones urticantes (Antoniadou *et al.*, 2013). Il existe également des crustacés décapodes hôtes d'autres organismes cas des nematodes qui parasitent les crabes brachyoure (Vivares, 2017). Certains crustacés parasitent même d'autres crustacés (Noel, 2010), l'anilocre est un parasite externe des poissons et la sacculine un parasite interne qui féminise les crabes mâles.

I.4.2.9. Importance économique des décapodes

➤ Pêche et aquaculture

L'aquaculture intensive des crevettes surtout, des pénéidés, a connu à la suite des travaux de Hudinaga (1942) un fort développement dans les régions tropicales. Ainsi, en 2005, la capture, la pêche et la carcinoculture ont rendu 6.10^6 tonnes et de 4.10^6 tonnes respectivement au niveau mondial, soit au total environ 6,4 % de l'ensemble des ressources halieutiques. En 2000, la production globale de

crustacés en aquaculture a atteint 45,72 millions de tonnes et les crustacés ont représenté 16,6 % des ressources économiques mondiale (FAO, 2003).

Au Cameroun, la production artisanale des crevettes baisse considérablement au fil des années. Dans le rapport technique final du programme ACPFish en 2011, elle était de 2000 tonnes en 1972 (10millards Fcfa) et a baissée d'environ de 250 à 450 tonnes en 2006 (1à 2 milliards). Les espèces de crustacés qui sont exploitées dans la zone côtière et marine sont entre autre: *Parapenaeopsis atlantica* Balss, 1914, *Penaeus duorarum* Burkenroad, 1939, *Palaemon hastacus* Aurivillus, 1898, *Ocypoda ippus* Oliviers, 1804, *Penaeus duorarum* Burkenroad, 1939, *Euparopeus africanus*, *Macrobrachium vollenhovenii* Herklots, 185, *Nematopaleamon hastacus hastacus* Aurivillus, 1898 et *Callinectes latimatus* (MINEF-C/ONUUDI/PNUD-FEM, 1999 ; UNIDO & GOLDF, 2007 ; ACPFishII, 2011).

➤ **Crustacés comme œuvre de décoration (Aquariologie)**

Certaines Décapodes surtout, les espèces de petites tailles, sont très exploitées en aquariologie du fait de leurs couleurs variées. Dans les années 1980, le commerce des crustacés en aquariophilie était un domaine confidentiel et le nombre d'amateurs était très limité (Barbier, 2010). De nos jours, cette activité se répand de plus en plus, les espèces du genre *Caridina* sont utilisées pour égayer les aquariums.

➤ **Santé**

Les Crustacés d'eau douce sont des hôtes intermédiaires de certains parasites de l'homme ; c'est le cas des crabes d'eau douce (*Liberonautes latidactylus*, *sudanonautes* spp., *Callinecte* spp.) qui sont des hôtes intermédiaires de *Paragonimus* sp., la douve du poumon qui cause la paragonimiose chez l'homme (ollivier *et al.*, 1995 ; Cumberlidge, 2006 ; Gnamien, 2013). Certaines études comme celles de Kodji *et al.*, (2015) ont montré que la cuticule des crustacés est très colonisée par des bactéries du genre *vibrio* susceptibles de causer des maladies comme le cholera. Certaines espèces de décapodes sont endémiques en Afrique à l'instar de *Macrobrachium tysi* (Powell, 1980).



CHAPITRE II:
MATERIEL ET METHODES

II.1. Matériel

II.1.1. Présentation générale de la zone d'étude

II.1.1.1. Cadre géographique du bassin versant du Nyong

➤ Localisation

Le Nyong est le deuxième fleuve du plateau sud-camerounais en terme de longueur et entièrement inclus dans le territoire de la République du Cameroun (Olivry, 1986). La superficie de son bassin versant est de 27 800 km² et les limites de ce dernier sont comprises entre 2°48' N et 4°32' N d'altitude Nord et entre 9°54' E et 13°30' E de longitudes Est. Le bassin du Nyong a la forme d'une enclume dont la base reposerait sur le parallèle d'Ebolowa-Sangmélima (environ 3° N) et les bigornes seraient constituées par son estuaire alors que le haut bassin se trouve en amont d'Abong-Mbang (Figure 6). D'une longueur d'environ 400 km, le Nyong est orienté entre les directions EO et ENE-OSO. La largeur moyenne du bassin versant est d'environ 70 km mais peut tomber à 40 km au niveau de Makak et aller jusqu'à 120 km à la longitude de Yaoundé (Olivry, 1979). Ce bassin versant englobe les départements du Haut Nyong, du Nyong et Mfoumou, du Nyong et So'o, du Nyong et Kellé, de la Sanaga Maritime et de l'Océan.

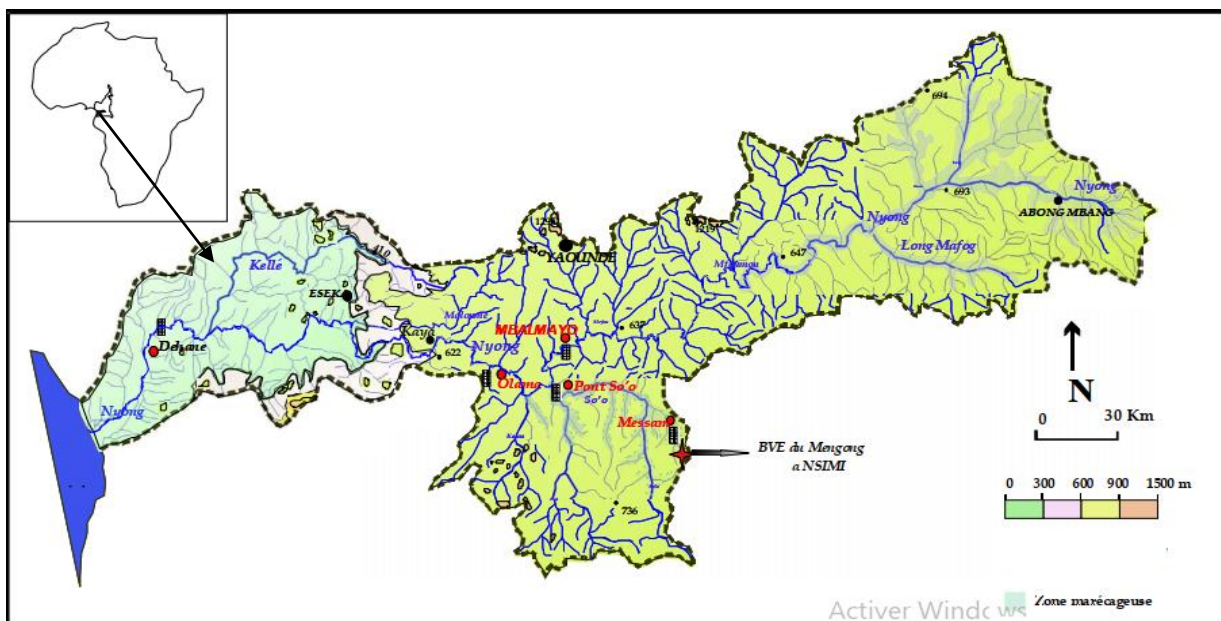


Figure 6 : Réseau hydrographique dans le bassin versant du Nyong (Olivry, 1986).

➤ Climatologie et hydrologie

Le bassin versant du Nyong est soumis à un climat équatorial de transition, marqué dans l'année par deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses d'inégales importances : la grande saison sèche (mi-novembre à mi-mars), la petite de pluies (mi-mars à fin juin), la petite saison sèche (juillet-août) et la grande saison de pluies (septembre à mi-novembre) (Kuété, 1987, Lienou *et al.*, 2005).

L'extension en longitude affecte surtout la répartition des précipitations annuelles reçues sur le bassin. De l'ouest vers l'est, la quantité de précipitations diminue régulièrement, passant de 3 000 mm à l'embouchure du Nyong à 1500 mm sur le haut-bassin ; les températures moyennes varient de 23,4⁰C à Abong -Mbang à 26,4⁰ C à Edéa (Lienou *et al.*, 2005). Dans la partie amont du bassin versant, les débits des cours d'eau sont pour la plupart liés aux précipitations et à l'évapotranspiration qui y est relativement constante. Ainsi, le régime hydrologique est assez simple et caractérisé par : une remontée des eaux lors de la petite saison des pluies vers mars-avril, une dépression peu marquée en petite saison sèche, des hautes eaux pendant la grande saison de pluies du fait des fortes précipitations, enfin des étiages durant la grande saison sèche.

➤ **Substratum géologique et pédologie**

Le bassin versant du Nyong a une couverture essentiellement précambrienne avec les dépôts de sédiments en bordure du noyau le plus ancien (Catarchéen) du craton congolais dans ce qui aurait pu être un géosynclinal de la zone mobile (Martin & Segalen, 1966 ; Yonta Ngoune, 2010). Les roches qui témoignent aujourd'hui de ces dépôts indiquent que les sédiments étaient principalement marneux, argilo-calcaires et rarement gréseux. Ces sédiments ont été traversés par des roches éruptives, granites syntectoniques anciens, diorites et gabbros, et ont subi par ailleurs un métamorphisme intense et profond (Catazone) (Martin & Segalen, 1966). Sur le plan pétrographique, les sols se présentent sous trois types dont les sols ferrallitiques rouges rencontrés sur le sommet des interfluves et en bas des pentes, les sols hydromorphes et les sols peu évolués jaune rencontrés respectivement dans les vallées marécageuses et sur les reliefs montagneux à forte pente (Onguéné, 1993). Les sols jaunes peuvent atteindre une épaisseur très importante (5 à 15 m), ce qui témoigne d'une pédogenèse ancienne et le pH dans ce bassin est acide mais croît avec la profondeur de 2 à 6 % (Martin & Segalen, 1966).

➤ **Végétation**

Le bassin versant du Nyong est constitué des formations marécageuses, d'une végétation flottante, de quelques mangroves et des plantations de cocotiers et des palmerais (Lienou, 2007). Il est naturellement couvert de la grande forêt humide (Rain Forest) caractérisée par : un étage dominant d'arbres élevés aux vastes frondaisons, aux fûts verticaux souvent munis à la base de contreforts ; un étage moyen d'arbres au feuillage dense; un étage inférieur constituant le sous-bois formé d'arbres, de rares plantes herbacées, de lianes aux aspects multiples. Les précipitations et les températures sont favorables pour que le bassin soit entièrement couvert d'une forêt est assez dégradée sur le cours moyen du fleuve, où la population humaine est très dense suite à l'urbanisation et à l'expansion des sociétés industrielles surtout forestières. Sur le bassin aval vers l'embouchure du Nyong, la faible densité du peuplement humain explique le paysage de forêt dense qui y est observé. Dans son cours

supérieur, le Nyong est envahi uniquement sur les berges par une prairie inondée constituée de graminées représentées essentiellement par les espèces *Fescuca arundinaca* et *Echinochloa stagina*, qui témoigne de son eutrophisation due à la pollution des eaux par des produits chimiques issus de l'agriculture qui y est pratiquée (Gansop Kouemegne & Lima Mahop, 2012). La partie inférieure du bassin versant est constituée d'une la forêt ombrophile de basse altitude, dite forêt littorale, qui s'étend de la zone côtière jusqu'à la latitude de Yaoundé (Letouzey, 1958). De Dehane à d'Edéa, les grandes plantations industrielles et villageoises de palmeraies, de bananeraies et d'hévéa ont pratiquement remplacé la forêt (Letouzey, 1958).

➤ **Milieu humain**

Le bassin versant du Nyong couvre une superficie de 475 000 km² ; il est occupé par une population d'environ 40368 habitants. La vallée inondable du Haut-Nyong inclut des petits centres urbains tels que Akonolinga (43 000 habitants), Abong -Mbang (39 000 habitants), Ayos (24 000 habitants), Messamena et Nguелеmedouga (Fomete Nembot & Tchanou, 1998). Les abords de ce fleuve sont densément peuplés en particulier entre Akonolinga et Abong -Mbang. Ce facteur humain pourrait s'avérer d'une importance capitale dans les évolutions ultérieures de ce milieu. L'agriculture, la pêche, la chasse et la collecte des produits forestiers constituent les principales activités dans les périphéries et à l'intérieur des réserves existantes. L'agriculture pratiquée est celle des cultures vivrières, la cacao-culture et la culture de la banane plantain et les palmerais. Au fil du temps, l'emploi des engrais et des pesticides se fait de plus en plus croissante dans le domaine de l'agriculture. Le site connaît un braconnage qui s'intensifie au fil des années et les industries prolifèrent dans la zone d'étude (la ferme suisse...).

II.1.2. Délimitation géographique des différents sous bassins versants et stations étudiés

Douze sous bassins versants ont fait l'objet de cette étude dans le bassin versant du Nyong soit trente - huit stations sélectionnées (Figure 7a). Dans la zone Abong- Mbang, 3 stations d'échantillonnage ont été sélectionnées dans le cours d'eau Atsale et une autre dans le Nyong (Figure 7b). Ces stations sont situées dans la région de l'Est, dans le département du Haut Nyong, dans l'arrondissement d'Abong-Mbang et dans le village Abong-Doum. L'Atsale a une longueur d'environ 3,5 km et prend sa source dans le marécage d'Abong Doum ; il le parcourt avant de se jeter dans le Nyong.

Dans la zone d'Akonolinga, le Mbem et le Nyelbeu ont été concernés dans la présente étude, avec 3 stations dans chaque cours d'eau et une station sur le Nyong. Ces stations sont localisées dans la région du Centre, le département du Nyong et Mfoumou et dans l'arrondissement d'Akonolinga

(Figure 7c). La végétation dans cette zone est une mosaïque constituée par une forêt secondaire qui alternent avec des champs vivriers sans emploi d'engrais et des cacaoyères avec parfois usage des pesticides. Le Mbem long d'environ 11,39 km, son premier bras prend sa source dans le village Loum, traverse le village Akwom puis Ong'o où il se jette, sur la rive gauche dans le Nyong. Il reçoit 7 petits affluents de l'amont en aval, Le deuxième bras prend sa source à Ngonanga et traverse le village Mingan. Ces deux bras se rencontrent à la limite des villages Efoulan et Bes puis la rivière ainsi formée passe à la limite des villages Wouma et Andom et se jette sur la rive droite dans le Nyong à Eboa.

Dns la zone de Mbalmayo, sept stations d'échantillonnage ont été choisies pour cette étude, soit 3 stations d'échantillonnage dans chacun des cours d'eau Ondoamedza et Kongolo et un autre dans le Nyong. Ces stations sont localisées dans région du Centre, dans le département du Nyong et So'o et dans l'arrondissement de Mbalmayo (Figure 7d). L'Ondoamedza affluent du Nyong en rive droite coule dans le village Malombo de la réserve forestière de Mbalmayo, il a une longueur d'environ 2,642 km. Le Kongolo, long d'environ 10 Km, prend sa source au sud de Zoatoupsi et est orienté dans le sens Nord-Sud ; il se jette dans le Nyong sur la rive gauche au Sud de Mbalmayo. Il reçoit 7 petits affluents tout au long de son parcours.

Dans la zone de Makak, 10 stations d'échantillonnage ont été retenues dans la présente étude. 3 stations d'échantillonnage ont été retenues dans chacun des cours d'eau Ndjockyambi, Lepmassoun, Matourou et une autre sur le Nyong. Ces stations sont localisées dans la région du Centre, dans le département du Nyong et Kellé et dans l'arrondissement de Makak (Figure 4e). Le Ndjockyambi prend sa source dans le village Makômôl, traverse les villages Ngougoum 1, Mbeng, Sépp, Lép-Libong et Bakoukouè où il se jette en rive droite dans le Nyong. Ce cours d'eau, long d'environ 14,15 km, est alimenté par six petits affluents qui sont le Zoocyambi, le Sehad, le Lép-wol, le Lép-Soo, le Man-Ndjockyambi et le Lep-Matôs. Le cours d'eau Lepmassoun prend sa source dans le village Mboum Kock ; il marque la limite naturelle entre les villages Mboum Kock et Mbem Ndjock. Long d'environ 6,292 km, il reçoit successivement de l'amont vers l'aval 6 affluents avant de se jeter dans le Nyong en rive gauche. Le cours d'eau Matourou est situé dans le village Koukoum à environ 10 km du centre de la ville de Makak. Il est long d'environ 3,70 km et prend sa source dans le bas fond du village Koukoum à 3°31'N et 010°57'E ; il est orienté dans le sens Nord-Est et alimenté par 4 affluents à savoir : le Makoube, le Bissai, le Mabogoo et le Man Matourou.

Dans la zone du littoral, dix stations d'échantillonnage ont été concernées dans cette étude, soit 3 stations dans chacun des cours d'eau Moungoe, Mibangue, Ongue et une autre sur le. Ces stations sont situées dans les arrondissements d'Edéa 1er et de la Lokoundjé (Figure 7f). La Moungoe est située dans la région du Sud, dans le département de l'Océan et dans l'arrondissement de la Lokoundjé. Ce

cours d'eau, long d'environ 4,88 km, prend sa source et coule dans le village Mbonguen se jeter dans le Nyong en rive gauche après avoir reçu 6 affluents. Le Mibangue est situé dans la région du Littoral, département de la Sanaga Maritime ; arrondissement d'Edéa 1^{er}. Il prend sa source et coule dans le village Apouh A Ngock et est long d'environ 13, 04 km. Il reçoit 13 affluents et les effluents de la ferme suisse avant de se jeter en rive droite dans le Nyong. Le cours d'eau Ongue est localisé dans la région du Littoral, le département de la Sanaga maritime ; l'arrondissement d'Edéa 1^{er}. Il long d'environ 32,6km est prend sa source vers Mouanko ; Il parcourt les villages Dok- Koré, Apouh à Ngock, le canton Yassoukou avant de se jeter en rive droite du Nyong à Dehané. Il marque la limite naturelle des villages Dok- Koré et Apouh à Ngock et sa partie supérieure est dans la Reserve de Faune de Douala Edéa. Il reçoit successivement 23 affluents avant de se jeter dans le Nyong.

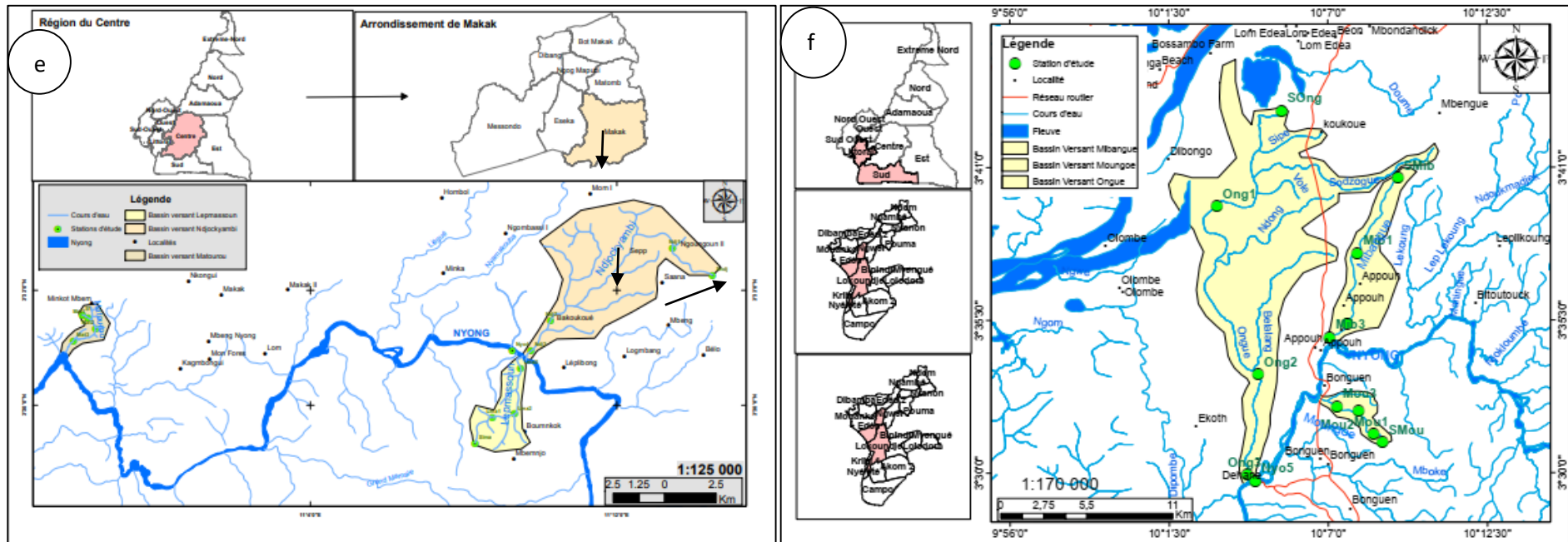


Figure 7 : Cartes de localisation des sous-bassins versants d'étude et des stations d'échantillonnage : vue d'ensemble du bassin versant du Nyong (a), zone d'Abong -Mbang (b), Zone d'Akonolinga (c), zone de Mbalmayo (d), zone de Makak (e), Zone côtière (f) (Source : fonds topographique de l'INC).

II.1.3. Description des sous bassins versants et des stations d'échantillonnage

Les stations d'échantillonnage ont été choisies suivant les critères tels que la facilité d'accessibilité, la compartimentation du cours d'eau et les sources de pollution.

II.1.3.1. Zone d'Abong -Mbang

Dans le bassin versant d'Atsale, les activités anthropiques sont principalement la lessive, la baignade et la pêche. On pratique la pêche à la nasse et au barrage. Dans l'ensemble, les habitations sont regroupées en petits blocs le long de la route et l'effectif de la population est y est faible (466 habitants). Les activités anthropiques qui peuvent influencer le bassin versant sont moins intenses car ce dernier se trouve en milieu rural.

➤ Station Atsale1 (Ats 1)

La station Ats 1 (N 03°58'14,2'', E 013°13'08'46,2'', Altitude 669 m) est située à environ 1,18 km de la source. L'eau a une profondeur d'environ 0,50 m en période d'étiage et une largeur d'environ 1m. En période de crue, la profondeur de l'eau est d'environ 1m et la largeur du lit est d'environ 2 m. La ripisylve, abondante de part et d'autre du lit du cours d'eau, est dominée par les fougères. Le substrat est vaseux-sableux et le couvert végétal est quasi absent (Figure 8a), il y'avait un champ de cultures vivrières à environ 5 m sur la rive droite, les champs était plus éloignés sur la rive gauche.

➤ Station Atsale 2 (Ats 2)

La station Ats 2 (N 03°58'20,8'', E 013°08'57,8'', Altitude 667m) est située dans le cours moyen d'Atsale à environ 3,50 km de la source. La profondeur de l'eau à ce niveau est d'environ 0,30 m et la largeur d'environ 1,5 m en période d'étiage. En période de crue, la profondeur de l'eau a atteint 0,50 m et la largeur environ 3,2 m. Le substrat est sableux ; la canopée y est présente et la ripisylve peu abondante était dominée par les raphias qui occupaient les berges et le lit du cours d'eau (Figure 8b). Au niveau de cette station, les riverains pratiquent la pêche au barrage et à la ligne pendant la saison sèche.

➤ Station Atsale 3 (Ats 3)

La station Ats 3 (N 03°58'20,8'', E 013°08'57,8'', Altitude 658m) est située dans la zone du potamon du cours d'eau à environ 4,97 km de la source. La profondeur de la colonne d'eau est d'environ 0,40 m et sa largeur d'environ 2,5 m en période d'étiage ; en période de crue la profondeur avait atteint 0,80 m et la largeur était de 2,90 m. Le substrat est sableux et la ripisylve peu abondante était dominée par l'espèce *Raphia* sp. qui se trouvent dans le lit et sur les berges (Figure 8c).

➤ **Station Nyong 1 (Nyo 1)**

Cette station (N 03°59'36,8'', E 013°09'50,6', Altitude 662 m) est située dans le Nyong entre les villages Abong- Doum et Abong –Mbang centre, en aval de la route Yaoundé – Abong -Mbang et d'un petit abattoir de bovins. La ripisylve abondante étaient dominée par *Panicum maximum* ; la canopée était plus ou moins présente ; le substrat était sableux caillouteux (Figure 8d).



Figure 8 : Vue partielle des stations d'échantillonnage dans la zone d'Abong-Mbang : Ats 1 (a), Ats 2 (b), Ats 3 (c).

II.1.3.2. Zone d'Akonolinga

La pêche au barrage, à l'hameçon et au filet était très pratiquée dans ce cours d'eau Nyelbeu. En quelques activités anthropiques telles que le lavage des motos et des automobiles et la lessive ont été notées. Trois stations d'échantillonnage ont été choisies dans les cours d'eau Mbem (Mbe1, Mbe 2 et Mbe 3) et dans le Nyelbeu (Nye 1, Nye2, et Nye3).

➤ **Station Mbem 1(Mbe 1)**

La station Mbe 1 (N 03°50'8,77'', E 012°17'15,813'', Altitude 663 m) est située dans le village Akwom à environ 4 km de la source de Mbem et en aval du pont joignant les localités Ekwa er Mangan. La ripisylve était peu abondante, alors que le substrat est gaillonneux. En ce lieu, la colonne d'eau a une profondeur d'environ 80 cm en période de crue et la largeur du lit d'environ 3 m. En période sèche, la profondeur diminue à 50 cm et la largeur à environ 1,5 m. Le lit était jonché de troncs, de branches d'arbre, de rameaux de raphia secs (Figure 9a).

➤ **Station Mbem 2 (Mbe 2)**

La station Mbe 2 (N 03°50'0,213'', E 012°17'58,67'' et Altitude 654 m) est située dans le village Ango'o en amont de la route joignant Ngoulmakong à Miendé, à environ 5,44 km de sa source. La ripisylve était assez abondante, le substrat y est sableux caillouteux avec les gravillons (Figure 9b). Cette station a une profondeur d'environ 80 cm en période de crue et une largeur d'environ 2,9 m, contre une profondeur d'environ 25 cm et une largeur d'environ 1 m en période sèche. Pendant la dernière campagne, cette station était perturbée par l'extraction de sable.

➤ **Mbem 3 (Mbe 3)**

La station Mbe 3 (N 03°49'9,48'', E 012°19'16,844'', Altitude 652 m) est située à environ 8,58 Km de la source du Mbem, dans le village Ango'o, au bord d'une zone marécageuse à environ 3,08 km du Nyong. En période de crue la largeur du lit est d'environ 4,5 m contre 1,5 m en période d'étiage. La profondeur, varie d'environ 50 cm à 20 cm en période d'étiage. La ripisylve était plus ou moins abondante et dominée par le raphia ; le substrat est sableux et caillouteux ; les rameaux de raphia secs jonchent le lit du cours d'eau par endroits (Figure 9c).

➤ **Station Nyelbeu 1(Nye 1)**

Cette station (N 03°42'10,814'', E 012°14'3,721'', Altitude 671 m) est située à environ 2,5 km de la source de son premier bras dans le village Mingan. La ripisylve, plus ou moins abondante, était composée et dominée de fougères *Steridium* sp. et de *Halopegia azurea* (feuille de baton), le substrat est sableux et fin. La profondeur de la colonne d'eau est d'environ 18 cm en saison sèche contre environ 20 cm en période de crue ; la largeur du lit varie très peu d'environ 1 m à 1,8 m (Figure 9d).

➤ **Station Nyelbeu 2 (Nye 2)**

La station Nye 2 (N 03°44'52,6'', E 012°15'02,4'', Altitude 647 m) est située dans le village Eboa en aval de la route Akonolinga-Madjap à environ 7,5 km de la source de son premier bras. En amont de cette station, à environ 50 m, les riverains lavent les automobiles et les motos ; la ripisylve est plus ou moins abondante et le substrat est sableux (Figure 9e). L'eau à cette station a une profondeur d'environ 25 cm en saison sèche contre environ 40 cm en période de crue et une largeur qui varie d'environ 1,96 m en étiage à environ 3 m en période de crue.

➤ **Station Nyelbeu 3 (Nye 3)**

La station Nye 3 (N 03°44'49,406'', E 012°15'22,109'' Altitude 647 m) est située dans le village Eboa à environ 8,46 km de la source du premier bras de Nyelbeu et à 1,22 km du Nyong. Le substrat est sableux et la ripisylve moins abondante est constituée de *Panicum maximum* (cissogo), *Halopegia azurea* (feuilles de bâton) (Figure 9f). Pendant la saison des pluies cette station est inondée par le Nyong. En saison sèche, l'eau a une profondeur de 10 cm ; le lit une largeur d'environ 1,50 m, contre une profondeur d'environ 80 cm et une largeur d'environ 8m en période de crue l'eau.

➤ **Station Nyong 2 (Nyo 2)**

Cette station du Nyong (N 03°45'52,045'', E 013°09'50,6'', Altitude 646 m) est située à la sortie de la ville d'Akonolinga sous le pont d'Akonolinga. La ripisylve abondante est dominée par *Panicum maximum*. (Figure 9g).

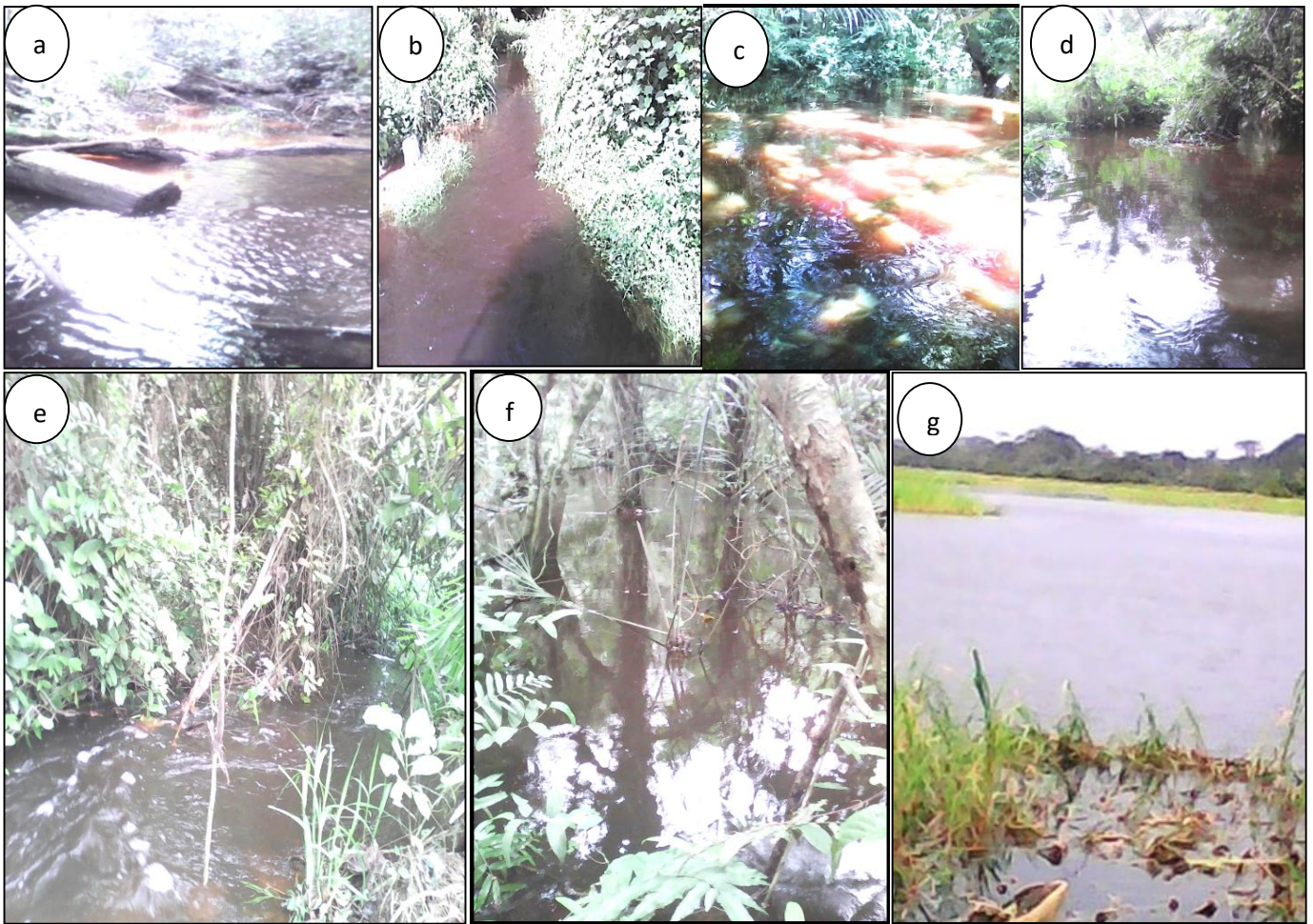


Figure 9: Vue partielle des stations d'échantillonnage dans la zone d'Akonolinga : Mbe 1 (a), Mbe 2 (b) et Mbe 3 (c) Nye 1 (d), Nye 2 (e) et Nye 3 (f), Nyo 2 (g).

II.1.3.3. Zone de Mbalmayo

Dans la zone de Mbalmayo 7 stations d'échantillonnage ont été choisies, soit trois dans le cours d'eau Ondoamedza (Ond 1, Ond 2 et Ond 3), trois dans le cours d'eau Kongolo (Kon 1, Kon 2 et Kon 3) et une dans le Nyong (Nyo 3). Dans le bassin versant d'Odoamedza affluent du Nyong en rive droite, la pratique des cultures maraichères (tomate, piment, concombre...) avec usage des engrais et pesticides commence à s'installer dans le bassin versant du cours d'eau Ondoamedza surtout dans son cours supérieur. Le cours d'eau Kongolo reçoit des effluents domestiques de la ville de Mbalmayo sur sa partie inférieure.

➤ Station Ondoamedza 1 (Ond 1)

Cette station (N 03°29'40,25'', E 011°32'38,336'', Altitude 686 m) est située à environ 1,05 km de la source. A ce niveau, l'eau a une profondeur d'environ 10 cm, une largeur de 90 cm en période d'étiage contre une profondeur de 15 cm, une largeur du lit d'environ 1,3 m en période de crue. La

ripisylve peu abondante est dominée de *Pteridium* sp. et de *Raphia* sp. ; le substrat est sableux et caillouteux (Figure 10a).

➤ **Station Ondoamedza 2 (Ond 2)**

La station Ond 2 (N 03°30'1,451'', E 011°32'43,048'', Altitude 665 m) se trouve à environ 0,68 km de la source. Cette station a une profondeur d'eau d'environ 1 m en période de crue et une largeur d'environ 1,50 m. La profondeur de l'eau à cette station est d'environ 80 cm et sa largeur est de 1,10m en période d'étiage. La ripisylve peu abondante est dominée des *Raphias* sp. et de *Pteridium* sp. Le substrat est sableux caillouteux et les branches d'arbre, les rameaux de raphia jonchent le lit. (Figure 10b).

➤ **Ondoamedza 3 (Ond 3)**

Cette station (N 03°30'18,9'', E 011°32'33,4'' Altitude 641 m) est située à environ 0,573 km de la source et à 0,339 km du Nyong. Ici l'eau a une profondeur qui varie d'environ 20 cm (saison sèche) et 1,2m en période de crue. La largeur du lit a varié de 1,05 m en période d'étiage à environ 7 m en période de crue. La ripisylve est moins abondante ; le substrat est sableux caillouteux et les branches d'arbre, les rameaux de raphia jonchent le lit (Figure 10c).

➤ **Station Kongolo 1 (Kon 1)**

Cette station (N 03°34'54,573'', E 011°29'56,065'' Altitude 673 m) est située à Zamakoé, à environ 800 m de la source. L'eau a une profondeur d'eau qui varie d'environ 10 cm en période d'étiage à 15 cm en période de crue et la largeur varie de 1,10 m (saison sèche) à 1,8 m (saison pluvieuse). La ripisylve plus ou moins abondante est constituée entre autre de *Raphia* sp., de *Pteridium* sp. et de *Panicum maximum*. Le substrat est sableux et gravillonneux et le lit est jonché des branches d'arbre et des rameaux de raphia (Figure 10d).

➤ **Station Kongolo 2 (Kon 2)**

La station Kon 2 (N 03°31'52,887'', E 011°30'32,728'', Altitude 653 m) est située dans le quartier Mokolo 2 de la ville Mbalmayo à environ 6,31 km de la source. L'eau a une profondeur d'environ 1,5 m en et une largeur d'environ 5 m en période de crue. En période d'étiage, la profondeur est d'environ 70 cm et la largeur est d'environ 2,8 m. La ripisylve peu abondante est dominée par les espèces végétales *Panicum maximum*, *Pteridium* sp. et *Raphia* sp. ; le substrat est sableux caillouteux et gravillonneux. Les branches sèches d'arbre et les rameaux de raphia jonchent le lit du cours d'eau (Figure 10e). Les riverains y creusent du sable aussi bien dans le lit que sur les berges en saison sèche. Sur la berge rive gauche à environ 500 m de la station se trouve un dépôt d'ordures issus des ménages.

➤ **Station Kongolo 3 (Kon 3)**

Cette station (N 03°31'13,963'', E 011°3'59,934'', Altitude 640 m) est située dans le quartier Ngok de la ville de Mbalmayo à environ 8,590 km de sa source et 1 km du Nyong. L'eau a une profondeur d'environ 1,5 m et une largeur du lit d'environ 5 m en période de crue contre une profondeur de 1,10m et une largeur d'environ 4,30 m en période d'étiage. A cette station, la ripisylve abondante, est dominée par *Panicum maximum* et le substrat est sableux vaseux et gravillonneux (Figure 10f). En amont sur la berge gauche de cette station se trouve un dépôt d'ordures menagers. Cette station se trouve en aval des effluents domestiques du marché Newton et des habitations.

➤ **Station Nyong 3 (Nyo 3)**

Cette station (N 03°30'44,484'', E 011°30'1,702'', Altitude 641m), est située dans la ville de Mbalmayo en aval du marché Japon et de l'ancien pont joignant Mbalmayo - Sangmélina. La ripisylve est plus ou moins abondante (Figure 10g).

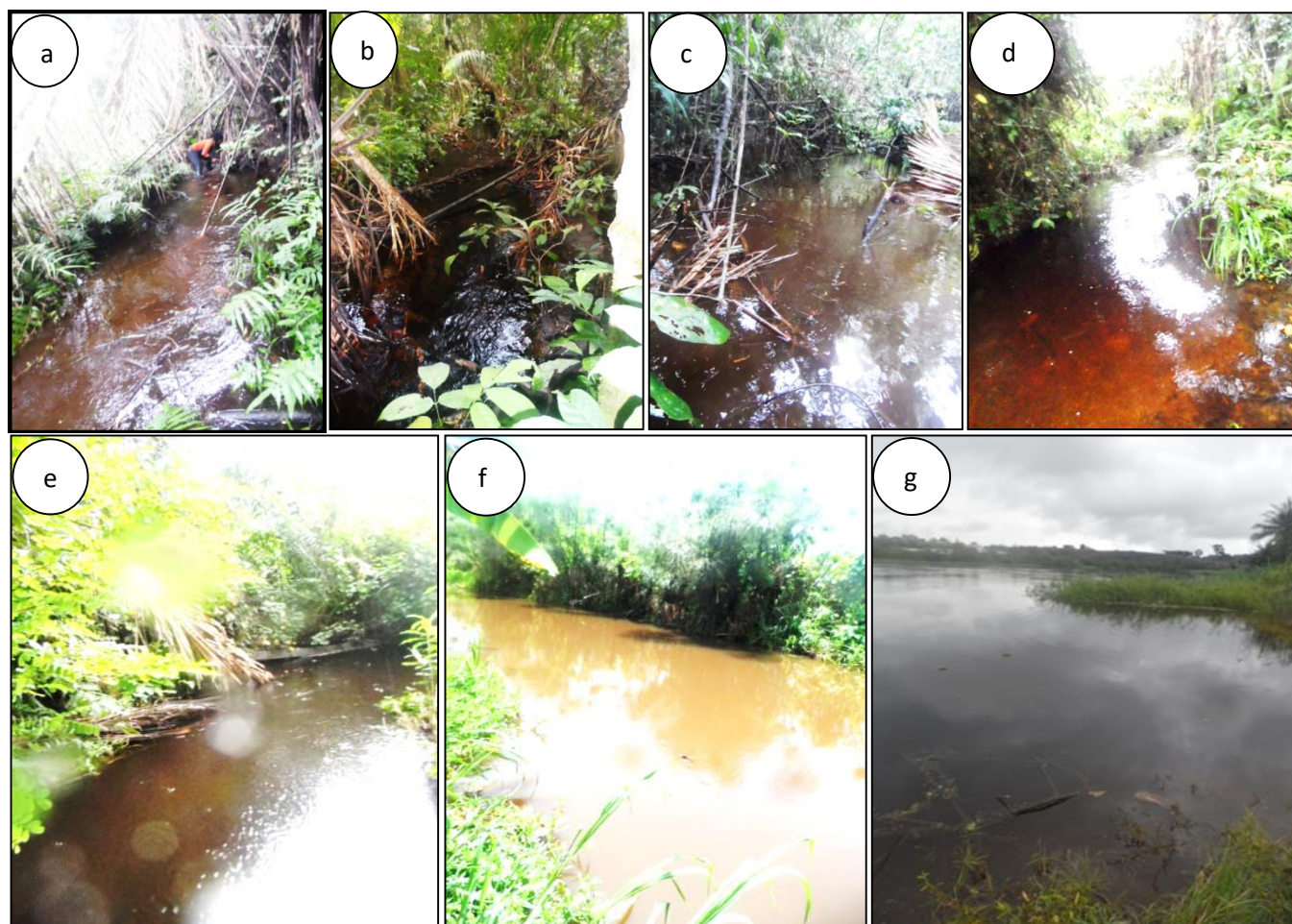


Figure 10: Vue partielle des stations d'échantillonnage dans la zone de Mbalmayo : Ond 1 (a), Ond 2 (b), Ond 3 (c), Kon 1 (d), Kon 2 (e), Kon 3 (f) et Nyo 3 (g).

II.1.3.4. Zone de Makak

Dans la zone de Mbalmayo 10 stations d'échantillonnage ont été choisies, soit trois dans le cours d'eau Ndjockyambi (Ndj1, Ndj2 et Ndj 3), trois dans le cours d'eau Lepmassoun (Lma1, Lma 2

et Lma 3), trois dans le cours d'eau Matourou (Mat1, Mat2 et Mat3) et une station dans le Nyong (Nyo 4). La végétation dans la zone est une mosaïque faite par une forêt secondaire où alternent des champs de cultures vivrières, les palmerais et des cacaoyères avec usage des pesticides de temps à autre.

➤ **Station Ndjockyambi 1 (Ndj 1)**

La station Ndj 1 (N 03°34'7,189'', E 011°13'26,968'', Altitude 681 m) est située à environ 3,10 km de la source entre le village Ngougoum 1 et Mbeng en aval du pont joignant Ngougoum1 et Mbeng. Cette station a une profondeur d'environ 10 cm et une largeur de 1 m en saison sèche contre une profondeur d'environ 0,28 m et une largeur 1,5 m en période de crue. La ripisylve peu abondante est constituée de fougères et de palmiers à huile (Figure 11a).

➤ **Station Ndjockyambi 2 (Ndj 2)**

Cette station (N 03°32'13,24'', E 011°10'14,723'', Altitude 659 m) est située à environ 12,13 km de la source. C'est la limite naturelle entre les villages Leplibong et Bakoukouè en aval des affluents tels que le zoockyambi, le Lep-so'ò, le Man- Ndjockyambi et le Tsibi Ndi-Somb. Cette station a une profondeur d'environ 10 cm et une largeur d'environ 1,50 m en période d'étiage mais en période de crue l'eau peut atteindre une profondeur de 1,8 m et une largeur de 6 m. La ripisylve est peu abondante ; le substrat est sableux caillouteux et les branches sèches d'arbre et les rameaux des palmiers jonchent le lit (Figure 11b).

➤ **Station Ndjockyambi 3 (Ndj 3)**

La station Ndj 3 (N 03°31'26,692'', E 011°09'46,163'', Altitude 649 m) est située à environ 13,180 km et à environ 0,59 km de la zone de confluence du cours d'eau avec le Nyong, à la limite du village Lep- Libong et Bakoukouè. En période de crue, l'eau a une profondeur de plus de 1,60 m, en saison sèche elle est d'environ 13 cm. La ripisylve peu abondante est dominée des palmiers à huile, et le substrat est sableux, caillouteux et gravilloneux (Figure 11c).

➤ **Station Lepmassoun 1 (Lma 1)**

La station Lma 1 (N 03°29'41,164'', E 011°08'45,068'' Altitude 659 m) est située à environ 1,8 km de la source, en amont du pont joignant Mboum Kock à Mbem Ndjock. L'eau a une profondeur d'environ 15 cm et la largeur du lit est d'environ 70 cm en période d'étiage contre une profondeur d'environ 30 cm et une largeur de 1,20 m en période de crue (Figure 11d). A ce niveau du cours d'eau, la ripisylve peu abondante est constituée entre autre de *Pteridium* sp. et des palmiers à huile ; le substrat est sableux caillouteux et lit est jonché de branches d'arbre mortes.

➤ **Station Lepmassoun 2 (Lma 2)**

La station Lma 2 (N 03°30'13.8'', E 011°09'15,5'', Altitude 628 m) est située à environ 3,21 km de la source dans le cours moyen. La ripisylve moins abondante est constituée des fougères ; le substrat est sableux caillouteux et le lit du cours d'eau est parsemé de rochers, des branches d'arbre (Figure 11e). La station a une profondeur d'eau d'environ 15 cm et son lit a une largeur d'environ 0,80 m en période de crue contre une profondeur d'environ 5 cm et une largeur d'environ 50 cm en période d'étiage l'eau .

➤ **Lepmassoun 3 (Lma 3)**

La station Lma 3 (N 03°30'58,19'', E 011°09'29,727'', Altitude 615 m) du cours inférieur de Lepmassoun, se trouve à environ 2, 32 km de la source et à 0,762 km de son embouchure avec le Nyong. A cette station l'eau a une profondeur d'environ 10 cm en période d'étiage pourtant en période de crue cette station a une profondeur de 1,45 m. Cette station a une ripisylve moins abondante, les branches sèches d'arbre et les rochers jonchent le lit du cours d'eau et le substrat est sableux caillouteux (Figure 11f).

➤ **Matourou 1 (Mat1)**

La station Mat1 (N 03°31'999'', E 010°57'151'', Altitude 601,8 m) est située sur le cours supérieur de Matourou à environ 500 m de la source. L'eau est peu profonde environ 4cm et le lit est fait essentiellement de blocs de roches, de sable et de gravillons (Figure 11g).

➤ **Matourou 2 (Mat2)**

La station Mat2 (N 03°31'654'', E 010°57'316'' et Altitude 561,9 m) est située sur le cours moyen de Matourou à environ 1,86 Km de la source. L'eau est peu profonde ; le substrat est sableux et caillouteux. En plus, on trouve quelques branches d'arbre jonchant le lit par endroit. (Figure 11h).

➤ **Matourou 3 (Mat3)**

La station Mat3 (N 03°31'442'', E 010°57'471'' et Altitude 548,7 m, est située sur le cours inférieur de Matourou à environ 3,86 km de la source. En période d'étiage, l'eau est peu profonde (6 cm) alors qu'elle est assez profonde (1,20 m) en période de crue. Le lit et les berges sont faits essentiellement de boue et de sable (Figure 11i).

➤ **Nyong 4 (Nyo 4)**

Cette station (N 03°30'2,362'', E 011°09'16,318'' et Altitude 644m) est située dans le village Lep-Libong. La ripisylve est plus ou moins abondante ; le substrat est sableux caillouteux (Figure 11j).



Figure 11 : Vue partielle des stations d'échantillonnage dans la zone de Makak : Ndj 1 (a), Ndj 2 (b) et Ndj 3 (c) Lma 1 (d), Lma 2 (e), Lma 3 (f) et le Nyo 4 (g).

II.1.3.5. Zone littorale

Dans la zone de Mbalmayo 10 stations d'échantillonnage ont été choisies, soit trois dans le cours d'eau Moungoe (Mou 1, Mou 2 et Mou 3), trois dans le cours d'eau Mibangue (Mib 1, Mib 2 et Mib 3), trois dans le cours d'eau Ongue (Ong 1, Ong 2 et Ong3) et une station dans le Nyong (Nyo

5).La végétation dans zone est une mosaïque fait par une forêt secondaire qui alterne des champs de cultures vivrières, des palmerais villageois sans emploi d'engrais et des palmerais de la ferme Suisse et cacaoyères avec usage les pesticides et d'engrais. Le cours inférieur du cours d'eau Mougou est influencé par les activités anthropiques. Les cours d'eau Mibangue, Ongue parcourent la ferme suisse.

➤ **Station Mougou 1 (Mou 1)**

La station Mou 1 (N 03°3'23,608'', E 011°08'33,765'', Altitude 58 m, est située à environ 96 m de la source dans le village Mbougou. La ripisylve est moins abondante ; le substrat est sableux caillouteux et quelques branches d'arbre jonchent le lit du cours d'eau (Figure 12a). L'eau a une profondeur d'environ 10 cm et une largeur d'environ 1,2 m pendant la saison des pluies alors qu'en période d'étiage la profondeur est d'environ 8 cm et la largeur est d'environ 80 cm.

➤ **Station Mougou 2 (Mou 2)**

Cette station (N 03°32'12,216'', E 010°08'3,17'', Altitude 55m) est située à environ 2,166 km de la source. Elle a une largeur d'environ 4 m et une profondeur de 1 m en période de crue, en saison sèche, cette station a une profondeur d'environ 42 cm en saison sèche. La ripisylve moins abondante est dominée par les raphias. Les branches d'arbre et les rameaux des raphias morts jonchent le lit et le substrat est sableux (Figure 12b). La population riveraine y nettoie des pistaches pendant la période de récolte.

➤ **Station Mougou 3 (Mou 3)**

La station Mou 3 (N 03°32'22,609'', E 010°7'18,489'', Altitude 43 m) est située à environ 3,666 km de la source et à 1,2 km de son embouchure avec le Nyong et à environ 800 m en amont de la route Edéa-Kribi. Cette station a une largeur d'environ 1,20 m et sa profondeur est de plus de 50 cm en saison sèche alors qu'en saison de pluies la largeur est d'environ 1,5 m et la profondeur d'environ 80 cm. La ripisylve plus ou moins abondante est composée de *Pteridium* sp. et de *Panicum maximum* ; le substrat est vaseux, sableux et caillouteux et l'espèce *Echinochloa* sp. se trouvait à la surface de l'eau (Figure 12c). Non loin sur sa berge gauche se trouvait un pressoir d'huile de palme.

➤ **Station Mibangue 1 (Mib 1)**

La station Mib 1 (N 03°37'52,941'', E 010°08'0,94'', Altitude 58 m) est située à environ 5,98 km de la source, en amont du pont Bitoutouk-Apouh Ngock. Le lit mineur a une largeur d'environ 3m et une profondeur d'environ 50cm pendant la saison sèche contre une profondeur de 60 cm et une largeur de 4,6m pendant la saison de pluies. Le lit est jonché de branches d'arbres et de rochers ; la ripisylve est moins abondante et le substrat est sableux caillouteux (Figure 12d).

➤ **Station Mibangue 2 (Mib 2)**

La station Mib 2 (N 03°35'22,773'', E 010°07'40,517'', Altitude 57 m) se trouve à environ 11,35 km de la source. Cette station a une largeur d'environ 3m et une profondeur d'environ 60 m pendant la période d'étiage contre une profondeur pouvant atteindre 85 cm et une largeur de 4 m en période de crue. La ripisylve est moins abondante à cette station ; le lit est jonché de roches et des racines d'arbre et le substrat est sableux caillouteux (Figure 12e).

➤ **Station Mibangue 3(Mib 3)**

Cette station (N 03°34'52,63'', E 010°07'3,608'' Altitude 50 m) est située en amont du pont Bitoutouk-Apouh Ngock à environ 1,10 km du Nyong. La largeur du lit est de plus de 8 m et la profondeur de l'eau est d'environ de 1,70 m en période de crue. En période d'étiage l'eau a une profondeur d'environ 60 cm et une largeur de 3 m. La ripisylve est plus ou moins abondante et le substrat est sableux caillouteux (Figure 12f).

➤ **Station Ongue 1(Ong 1)**

Cette station (N 03°39'35,86'', E 010°03'9,734'', Altitude 54 m) est située entre les villages Apouh A Ngock - Ndog Koré à environ 10,5 km de la source. La ripisylve est moins abondante ; les branches d'arbre et quelques rochers jonchent le lit et le substrat est sableux caillouteux (Figure 12g). Le lit mineur a une largeur d'environ 3,5 m et l'eau a une profondeur d'environ 0,80 m. En période de crue l'eau a une profondeur d'environ 1,10 m et une largeur d'environ 6,5 m.

➤ **Station Ongue 2 (Ong 2)**

La station Ong 2 (N 03°33'32,776'' et E 010°04'35,4'' et d'Altitude 53 m), est située en amont du pont Apouh Ngock-Ongue. La ripisylve est moins abondante ; le substrat est sableux et gravillonneux et le lit est parsemé de roches (Figure 12h).

➤ **Station Ongue 3(Ong 3)**

La station Ong 3 (N 03°29'55,253'', E 010°04'12,278'', Altitude 51m), est située à Dehané à 800 m de Nyong. La ripisylve est moins abondante ; le substrat est sableux caillouteux (Figure 12i). Le lit mineur a une largeur de plus de 8 m et une profondeur de plus 1,50 m. le lit majeur a une largeur qui s'étend à plus de 10 m et une profondeur de plus de 1,80 m.

➤ **Station Nyong 5 (Nyo5)**

Cette station (N 03°29'42,189'', E 010°04'29,686'', Altitude 41 m) est située dans le canton Dehané. La ripisylve est plus ou moins abondante et le substrat est sableux (Figure 12j).

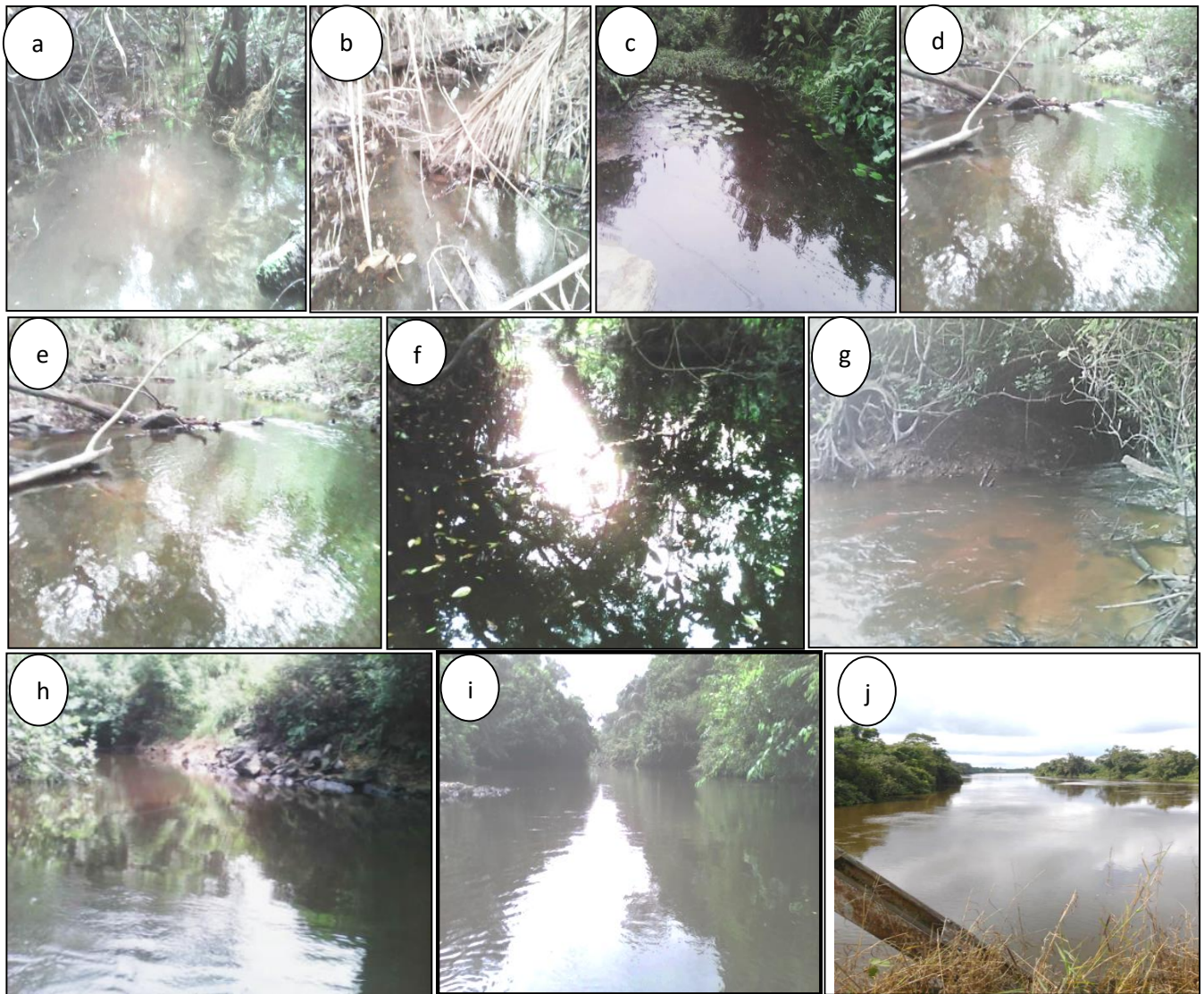


Figure 12: Vue partielle des stations d'échantillonnage dans la zone littorale : Mou 1 (a), Mou 2 (b) et Mou 3 (c), Mib 1 (d), Mib 2 (e) et Mib 3 (f), Ong 1 (g), Ong 2 (h), Ong 3 (i) et Nyo5 (j).

II.2. Méthodes

Cette étude s'est déroulée en deux phases : une phase préliminaire allant de novembre à décembre 2016, consacrée à la prospection des sous bassins versants, au choix des cours d'eau et des stations d'échantillonnage. La seconde phase s'est déroulée de janvier 2017 à février 2018 suivant un pas saisonnier de prélèvement ; elle a consisté à mesurer les paramètres physicochimiques et à échantillonner les décapodes dans les 38 stations retenues. La caractérisation hydrologique de stations retenues a été faite uniquement en grande saison sèche et en grande saison de pluies.

II.2.1. Evaluation des variables environnementales

II.2.1.1. Paramètres hydrologiques

➤ Profil longitudinal

Le profil en long de chaque cours d'eau a été réalisé à partir des cartes topographiques au 1/25000 d'Abong -Mbang NA3320, d'Akonolinga NA3319, d'Edéa NA3224, et de Yaoundé NA3224 et à l'aide d'un curvimètre. Cette méthode a permis d'évaluer les distances entre les stations d'échantillonnage. Un GPS a été utilisé pour déterminer l'altitude de chaque station.

➤ Vitesse d'écoulement de l'eau

La vitesse d'écoulement de l'eau a été mesurée à chaque station par la méthode indirecte qui consiste à déterminer, à l'aide d'un chronomètre, le temps mis par un colorant neutre non polluant (le bleu de méthylène) ou par un petit morceau du papier en polystyrène pour parcourir une distance connue. Cette vitesse (V), exprimée en m/s, s'obtient par le rapport de la distance D parcourue (en mètres) sur temps T mis (en secondes).

$$V \text{ (m/s)} = D/T$$

II.2.1.2. Mesure des paramètres physicochimiques

La mesure des paramètres physicochimiques s'est déroulée sur le terrain et au laboratoire suivant les recommandations de APHA (1998) et Rodier *et al.* (2009). La mesure et les prélèvements d'eau ont été réalisés avant tout échantillonnage des décapodes puis de la mesure des paramètres hydrologiques pour éviter toute perturbation du milieu susceptible de biaiser les résultats.

➤ Température de l'eau

La température de l'eau, exprimée en degré Celsius (°C), a été mesurée sur le terrain à chaque station à l'aide d'un thermomètre à mercure gradué au 1/10° C.

➤ Potentiel d'Hydrogène (pH)

La mesure du pH exprimée en Unité Conventionnelle (U.C), a été faite *in - situ* à l'aide du pH-mètre de marque HACH HQ11d avec une précision 0,1 U C.

➤ Conductivité électrique et solides totaux dissous (STD)

La mesure de la conductivité ($\mu\text{S/cm}$) et celle des STD (mg/l) ont été faites directement sur le terrain à l'aide d'un STD-conductimètre de marque HACH HQ14d avec une précision 0,1.

➤ Teneur en oxygène dissous (O₂)

La teneur de l'eau en oxygène dissous, exprimée en mg/l et en pourcentage de saturation en O₂, a été déterminée sur le terrain au moyen d'un oxymètre de marque « Oxygen meter model 935 ».

➤ **Gaz Carbonique dissous (CO₂)**

La mesure de ce paramètre a été faite en deux temps : Sur le terrain, le CO₂ a été fixé en introduisant dans une fiole jaugée de 200 ml, contenant préalablement 20 ml de NaOH N /20 et 2 à 3 gouttes de phénophtaléine, un échantillon d'eau brute jusqu'au trait de jauge. Le mélange obtenu, de coloration rose, a été conservé dans un flacon en polyéthylène à double bouchage de 250 ml, puis ramené au laboratoire en enceinte réfrigérée.

Au laboratoire, 50 ml de ce mélange ont été titrés avec de l'acide chlorhydrique N/10 jusqu'à décoloration complète. La teneur en CO₂ a été déterminée par la formule :

$$\text{CO}_2 \text{ (mg/l)} = (\text{descente de volume burette du témoin} - \text{descente de volume burette de l'échantillon}) \times 17,6$$

➤ **Couleur, turbidité et Matières en Suspension (MES)**

La couleur, la turbidité et la teneur de l'eau en MES ont été mesurées au laboratoire par colorimétrie à l'aide d'un spectrophotomètre DR 2800. Les résultats sont exprimés en Pt.co, FTU et mg/l respectivement pour la couleur, la turbidité et les matières en suspension.

➤ **Orthophosphates (mg/l)**

La teneur en orthophosphates présents dans l'eau a été mesurée au laboratoire à l'aide d'un spectrophotomètre DR 2800. Pour ce faire un mélange de 10 ml d'échantillon brut d'eau avec le réactif Phosver III a été lu à la longueur d'onde de 530 nm ; les résultats sont exprimés en mg/l de PO₄³⁻.

➤ **Alcalinité (mg/l)**

Le titre alcalimétrique Complet (mg/l) a été mesuré par volumétrie, en titrant 50 ml de l'échantillon d'eau brute avec du H₂SO₄ N/50 en présence du rouge vert de méthyle (indicateur coloré). La réaction s'achève lorsque la solution vire du bleu au gris. La formule de calcul est :

$$\text{Alcalinité (mg/l de HCO}_3^-) = (\text{descente de volume burette de l'échantillon}) \times 20$$

➤ **Oxydabilité (mg/l)**

L'oxydabilité, exprimée en mg/l, a été mesurée par volumétrie suivant le protocole expérimental ci-après. Dans un erlenmeyer de 500 ml, on introduit 200mL de l'échantillon d'eau brute puis 2ml de carbonate monosodique et l'ensemble est porté à ébullition. Dès le début de l'ébullition, 20 ml de KMnO₄ N/80 y ont été ajoutés ; 10 min après le début de l'ébullition, l'erlenmeyer est refroidi à l'eau du robinet pendant 5 mn, puis 5 ml de H₂SO₄ 25% et 20 ml de sel de Mohr y sont ajoutés. Le mélange décoloré obtenu est titré avec du KMnO₄ N/80 jusqu'au rose. L'oxydabilité est calculée par la formule:

$$\text{Oxydabilité (mg/l KMnO}_4\text{)} = \frac{(q - q_0)}{2} ,$$

Avec q= descente volume burette de l'échantillon et q₀= descente volume burette de témoin

➤ **Nitrates (NO₃⁻) (mg/l)**

La teneur en nitrates exprimée en mg/l, a été évaluée par dosimétrie. Cette méthode a consisté à prendre 25 ml de l'échantillon brut dans une cellule spectrophotométrique propre à y ajouter un sachet de Nitramer V. La lecture de la teneur en nitrates est faite à l'aide d'un spectrophotomètre (HACH DR/2000) à la longueur d'onde de 507nm.

➤ **Azote Ammoniacal (mg/l)**

La teneur en azote ammoniacal a été évaluée par la méthode de Nessler. Celle-ci a consisté à prendre 25 ml d'un l'échantillon brut dans une cellule spectrophotométrique, à y introduire 2 à 3 gouttes de sel de Rochelle puis le réactif de Nessler. La lecture en mg/l est faite au spectrophotomètre (HACH DR/2000) à la longueur d'onde 425nm.

➤ **Dureté Calcique (mg/l)**

La dureté calcique (mg/l) a été mesurée par spectrophotométrie. Ainsi, dans 10 ml d'un échantillon d'eau brute contenu dans une cellule, on ajoute 2 gouttes de cyanure de potassium (KCN) 1%, puis 2gouttes de NaOH 2N, une pincée de l'indicateur coloré H-H-S-N-N [acide 2-hydroxy-1-(2-hydroxy-4-sulfo-1-naphtyl-azo)-3-naphtéique], enfin 2 gouttes d'idramal III. Le mélange se colore en rose et la densité optique lue au spectrophotomètre (HACH DR/2000) est exprimée en mg/l de CaCO₃.

➤ **Dureté Magnésique (mg/l)**

La dureté magnésique est mesurée par spectrophotométrie et exprimée en mg/l. Ainsi, à 10mL de l'échantillon d'eau brute contenu dans une cellule, on ajoute 2 gouttes de cyanure de potassium (KCN) 1% ; une pincée de l'indicateur coloré noir ichrocrome et l'idranal III. Le mélange obtenu, de coloration rose, est lu au spectrophotomètre (HACH DR/2000).

II.2.2. Evaluation des variables biologiques

II.2.2.1. Chlorophylle a

Pour évaluer la quantité de chlorophylle a, 200 ml d'un échantillon d'eau brute ont été filtrés sous vide à l'aide d'un papier Wattman préalablement imbibé du carbonate monosodique. Après filtration, la membrane a été introduite dans un tube à essais contenant de l'acétone brute ; l'ensemble a été conservé à l'obscurité à une température -4°C entre 24 à 48 heures. Par la suite, la membrane a été retirée du tube à essai qui a été centrifugé à 200 trs /min pendant 5 mn. Après centrifugation, l'échantillon a été transvasé dans une cellule photométrique propre et la densité optique a été lue sous trois longueurs d'onde à savoir 630 nm, 645 nm et 663 nm.

II.2.2.2. Crustacés décapodes

➤ Echantillonnage des décapodes

L'échantillonnage des décapodes a été réalisé de janvier 2017 à février 2018 suivant un pas saisonnier ; il a été fait suivant l'approche multihabitat proposée par Stark *et al.* (2001) ; celle-ci consiste à effectuer dans chaque station, 20 coups de troubleau dans différents micro-habitats. L'épuisette doit avoir une ouverture circulaire de 25 cm de diamètre, être une toile de forme pyramidale de 400 µm d'ouverture de la maille, avoir une profondeur de 50 cm et avoir un manche métallique de 150 cm de long. Les organismes collectés ont été fixés dans du formol à 10%. Au laboratoire, après lavage et rinçage des individus à l'eau du robinet, ils ont été conservés dans de l'alcool à 70°.

➤ Identification et dénombrement des décapodes

L'identification et le dénombrement ont été faits au laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement de l'Université de Yaoundé 1 et au laboratoire de biologie à Jaramogi Oginga Odinga University of Sciences and Technology du Kenya. Pour cela, les spécimens sont préalablement déversés dans des boîtes de Pétri et regroupés en fonction de leurs similitudes morphologiques, puis identifiés et dénombrés. Lors des opérations d'identification, les caractères biophysiques tels que les longueurs du corps (L_t), de la carapace (L_c), du rostre (L_r) et des articles (mérus, carpe et paume et doigt) des péreïopodes 1 et/ou 2 ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse de marque Vernier Calipers de précision 1mm. D'autres caractères biophysiques comme le nombre d'épines et la pilosité des appendices, le sexe de l'individu, l'aspect et le nombre d'œufs, le poids des gonades (P_g) et le poids corporel (P_t) ont été notés sur chaque individu. Ces opérations d'identification et de dénombrement ont été faites sous une loupe binoculaire puis un microscope optique en s'appuyant sur des clés d'identification proposées par Monod (1966 et 1980), Bailey & Crichton (1971) Powell (1980); Won & Lawrence (1988), Bruce & Thomas (1991), Fenner & Bruce (1993), Cumberlandidge, 1999, Day *et al.* (2001), Valencia & Campos (2007). Ces mensurations ont permis d'évaluer certains paramètres de croissance et de reproduction des espèces identifiées. Les dessins de la morphologie ont été faits à l'aide du kit de rapidographes.

II.2.3. Analyses des données et tests statistiques

II.2.3.1. Analyse du peuplement des décapodes

➤ Richesse taxonomique, abondance et densité du peuplement

❖ Indice de diversité (H') de Shannon et Weaver (1948)

Cet indice a permis de mesurer la diversité taxonomique des décapodes. Il se calcule par formule :

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \log_2 p_i) \quad \text{Avec,}$$

p_i = abondance relative du taxon i et S = nombre total d'espèces ou de taxons.

H' est exprimé en unité d'information par individu ou bits par individu (bits/ind.) ; Il varie de 0 à $\log_2 S$. Lorsque la diversité est grande, H' tend vers $\log_2 S$ (Lévêque & Balian, 2005).

❖ **Equitabilité (J) de Piélou (1966)**

Cet indice rapporte la diversité observée à la diversité théorique maximale. Il permet d'étudier la régularité de la distribution des espèces et traduit la qualité d'organisation d'un peuplement (Amanieu & Lasserre, 1982 ; Dajoz, 2000) ; il varie de 0 à 1. Il est proche de 1 quand toutes les espèces tendent à avoir la même abondance et de 0 quand une ou quelques espèces dominent le peuplement. Sa formule est :

$$J = \frac{H'}{\log_2 S}$$

❖ **Coefficient de similarité de Sørensen**

Le coefficient (S) évalue le degré de similitude des peuplements des crustacés récoltés dans les différentes stations du même cours d'eau d'une part et, d'autre part, les peuplements des différents cours d'eau. Il est calculé par la formule :

$$S = (2C) / (a+b) \times 100$$

Où a = nombre de taxons présents dans une station 1 ; b = nombre de taxons présents dans une station 2 et C = nombre de taxons communs aux deux stations.

❖ **Abondance relative et pourcentage d'occurrence**

L'abondance relative est le rapport du nombre d'individus (n) d'un groupe taxinomique (espèce, famille ou ordre) sur le nombre total (N_t) d'individus de tout le peuplement. Elle est traduite en pourcentage et calculée par la formule :

$$A_n = \frac{n}{N_t} \times 100$$

L'occurrence (O) est le pourcentage du nombre de relevés où une espèce est échantillonnée par rapport au nombre total de relevés réalisés. Elle a été calculée selon la formule proposé par N'Zi *et al.* (2008).

$$O = \frac{S_i}{S_t} \times 100$$

Où S_i = nombre de relevés où une espèce i est présente et S_t = nombre total de stations prospectées.

Lorsque O vaut 100 %, l'espèce est dite omniprésente ou ubiquiste ; si $75 \leq O < 100$, l'espèce est dite constante; si $50 \leq O < 75$, l'espèce est dite régulière; si $25 \leq O < 50$, l'espèce est dite accessoire, et si $O < 25\%$, l'espèce est dite accidentelle (Dajoz ,1985).

II.2.3.2. Quelques éléments de biologie des décapodes

➤ **Relation poids/longueur**

La relation poids corporel/Longueur totale de la crevette a été étudiée grâce à la formule de Le Creen (1951) :

$$P_t = a L_t^b$$

Où P_t est le poids corporel de la crevette ou du crabe, L_t est la longueur totale de la crevette ou du crabe et b est le coefficient d'allométrie; c'est-à-dire le coefficient de croissance relative du poids et de la longueur.

Si $b = 3$, la croissance est dite isométrique; la croissance est dite allométrique positive lorsque $b > 3$ et négative lorsque $b < 3$ (Shingleton, 2010).

Le facteur (a) est un coefficient lié aux facteurs écologiques ; il varie en fonction du moment de la capture, de l'état sanitaire et du degré de développement des gonades (Venea, 1988). Les valeurs de a et b sont déterminées par la méthode des moindres carrés après linéarisation de la formule d'Agadjihouede (2006).

$$\ln P_t = \ln a + b \ln L_t$$

➤ **Facteur de condition K**

Le facteur de condition K a été calculé pour chaque espèce selon la formule de Agadjihouede (2006) suivante modifiée:

$$K = 100 \times P_t/L_t^b, \text{ où } b \text{ est le coefficient d'allométrie calculé à partir de la formule précédente.}$$

➤ **Reproduction**

Dans le cadre de l'étude de la reproduction des crevettes, les paramètres suivants ont été pris en compte: la sex-ratio, la fécondité, la période de reproduction et le taux de féminité.

❖ **Sex-ratio et taux de féminité**

Pour chaque échantillon, les individus de chaque espèce ont été séparés par sexe et comptés. Le sex-ratio (SR), qui est le rapport du nombre mâles (N_m) sur le nombre de femelles (N_f) dans un échantillon, a été calculé selon la formule d'Agadjihouede (2006) :

$$SR = N_m / N_f$$

Pour une espèce donnée, le taux de féminité est la proportion des femelles dans un échantillon donné sur l'effectif total de population (Agadjihouede 2006).

$$TF = (N_f / N_f + N_m) \times 100$$

❖ Fécondité

Afin d'étudier la fécondité, les œufs portés par les femelles ovigères ont été dénombrés. Ils sont sortis des piluliers, où ils avaient été préalablement conservés dans de l'alcool à 70°, puis essorés sur du papier buvard. Une fraction de 0,05 g d'œufs est prélevée et les œufs sont comptés sous une loupe. La fécondité absolue (FT) est le rapport du nombre d'œufs dans cette fraction de 0,05g (N), multiplié par le poids des gonades le tout divisé par 0,05 ; la fécondité relative est le rapport de la fécondité absolue sur le poids corporel total (Agadjihouede, 2006).

$$FT = N \times P(G) / 0,05$$

$$FR = FT \times 1 / Pt$$

❖ Période de reproduction

La période de reproduction a été déterminée à partir du rapport gonado-somatique (RGS) selon King (1995 et Goore Bi (1998). Il s'agit de la proportion du poids des gonades par rapport au poids corporel. Il traduit l'avancement de la maturité des ovaires. Plus ce rapport est élevé, plus proche est la ponte ; lorsqu'il est faible, la femelle se trouve dans un état de repos sexuel. A l'état d'immaturité, la valeur de ce rapport est nulle ou presque (Agadjihouede, 2006). La formule du GGS est :

$$RGS = P(G) \times 100 / Pt$$

II.2.3.3. Analyse statistique

➤ Analyses uni variées

Les données recueillies au cours de cette étude ont été traitées avec un micro-ordinateur PC au moyen de divers programmes et logiciels (EXCEL, WORD, XL-STAT 2019 et SPSS 16.0). Des tableaux, schémas, courbes, graphiques et diagrammes ont été réalisés pour l'interprétation des résultats.

❖ Tests H de Kruskal-Wallis et U de Mann-Whitney

Le test de H de Kruskal-Wallis a été réalisé à partir de SPSS 16.0. Le test de Kolmogorov-Smirnov a permis de vérifier la normalité des variables physicochimiques et biologiques. Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé pour vérifier, sur le plan spatial et saisonnier, la signification des différences (ou similarités) de variances des paramètres abiotiques, de la richesse taxonomique de plus de deux échantillons indépendants en cas de distribution non normal de données.

Le test Mann-Whitney (U) a permis de comparer respectivement les moyennes des paramètres abiotiques ainsi que les abondances différentes espèces de crustacés entre deux saisons ou deux stations afin de statuer leur dynamique.

❖ Coefficient de corrélation de Spearman

Le coefficient de Spearman a permis d'évaluer les liens entre les différentes variables physicochimiques d'une part, entre les variables physicochimiques et biologiques du milieu d'autre part. Sa formule est:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n} \quad \rho \in [-1; 1] \quad \text{Où, } n \text{ est nombre total d'observations et } d_i \text{ est la différence entre}$$

les rangs des deux séries de mesures considérées

➤ Analyses multi variées

❖ Analyses Factorielle des Correspondance (AFC)

Une analyse de redondance canonique a été réalisée et a permis de traduire graphiquement les correspondances entre les variables physicochimiques et biologiques simultanément.

❖ Analyse de Classification Hiérarchique (ACH)

Dans ce travail, l'ACH a été utilisée pour regrouper en fonction de leurs similarités les stations, les paramètres abiotiques et les peuplements des décapodes des différentes stations sur la base des abondances moyennes des taxa. La distance euclidienne a été utilisée dans cette analyse de classification ascendante (Williams *et al.*, 1971).

❖ Analyse en Composantes Principales (ACP)

L'ACP a été utilisée pour établir une typologie des stations échantillonnées sur la base des paramètres environnementaux. Il s'agit d'une méthode descriptive qui a pour objectif de présenter sous forme graphique le maximum de l'information contenue dans un tableau de données de taille importante (Philippeau, 1992). La matrice de données est composée de « n » échantillons disposés en ligne sur lesquels sont mesurés « p » variables quantitatives disposées en colonnes. Dans le cas présent des données ont subi une transformation logarithmique « Log (X + 1) » pour s'assurer de la normalité approximative de leur distribution ; elles ont ensuite été standardisées pour obtenir une échelle comparable des variables (Michael *et al.*, 2004). Le tableau de données « n » × « p » forme ainsi un nuage de « n » points dans un espace à « p » dimensions. En général, les deux à trois premières composantes principales suffisent pour expliquer 60 à 70% de l'information contenue dans la matrice de départ (Ouro-Boya, 2004). Celles-ci sont obtenues par une diagonalisation de la matrice qui est, suivant la nature des variables initiales, soit une matrice de corrélations, soit une matrice de covariances

(Legendre & Legendre, 1979). Dans le cadre de cette étude, c'est la matrice de corrélation qui a été utilisée. La phase finale de l'ACP consiste en une représentation graphique qui permet d'avoir un aperçu des résultats. Il existe deux types de représentations : le diagramme de dispersion des variables qui est un cercle de corrélation et le diagramme de dispersion des sites. Le pourcentage d'information initiale expliquée par chaque composante principale est illustré sous forme d'histogramme.

❖ **Analyse Factorielle Discriminante (AFD)**

La typologie des différentes stations d'échantillonnage qui a été faite par l'analyse factorielle discriminante (AFD) afin de ressortir les paramètres discriminant les différents regroupements définis par la SOM. La démarche en AFD consiste à produire une suite de variables discriminantes, non corrélées 2 à 2, de sorte que les observations appartenant au même groupe soient les plus proches possibles lorsqu'elles sont projetées sur les axes démographiques, et que celle des groupes différents soient éloignées les uns des autres. Son but est d'obtenir une représentation graphique qui permet de visualiser les proximités entre les observations appartenant au même groupe ou non. Cette technique d'analyse discriminante est descriptive et permet d'obtenir une interprétation des axes factoriels et donc de comprendre les caractéristiques qui distinguent les groupes. Son principe consiste à former des combinaisons linéaires des variables explicatives permettant d'affecter les « individus » à leur groupe d'origine avec un minimum d'erreur de classement (Bados, 2001; Desbois, 2003).

❖ **Analyse Canonique des Correspondances (ACC) et RDA**

L'Analyse Canonique des Correspondances réalise les analyses de gradients directes habituelles comme l'analyse en composantes principales et l'analyse factorielle des correspondances. Son exécution nécessite deux fichiers de données, la matrice "espèces-sites" et la matrice "variables environnementales-sites". L'ACC a permis d'une part de mettre en relation les abondances des principaux taxa de décapodes et les variables environnementales après avoir subi une transformation logarithmique [$\log(X + 1)$] (Ter Braak & Smilauer, 2002) et d'autre part, de déterminer les facteurs abiotiques influençant l'abondance des taxa dans les différents groupes définis par la SOM



CHAPITRE III :
RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Résultats

Les paramètres hydrologiques et physico-chimiques ont variés sur le plan spatial et sur le plan temporel dans nos différents cours d'eau. Les codes Ats1, Ats2, Ats3, Nyo1, Mbe1, Mbe2, Mbe3, Nye1, Nye2, Nye3, Nyo2, Ond1, Ond2, Ond3, Kon1, Kon2, Kon3, Nyo3, Ndj1, Ndj2, Ndj3, Lma1, Lma2, Lma3, Nyo4, Mou1, Mou2, Mou3, Mib1, Mib2, Mib3, Ong1, Ong2, Ong3 et Nyo5 représentent les stations d'échantillonnage.

III.1.1. Caractérisation hydrologique des stations pendant la période d'étude

III.1.1.1. Vitesse d'écoulement des eaux, largeur du lit mouillé, profondeur des eaux et épaisseur de boues

Pendant la grande saison de pluies, les faibles vitesses d'écoulement des eaux ont été observées à la station Ats 1 comparativement aux autres stations du cours d'eau Atsale et même dans le reste des sous bassins versants du Nyong. Pendant cette même saison, de toutes les stations du bassin versant du Nyong, les plus fortes valeurs de vitesse ont été enregistrées à la station Lma 2 (Tableau III). Dans la plupart des stations, la vitesse décroît de la GSP à la GSS excepté pour les cours d'eau Atsale (station Ats 1), Ndjockyambi (Ndj 1, Ndj 2), Kongolo (Kon 1) et Mibangue (Mib 1, Mib 2). Le test t de Student montre que la vitesse d'écoulement des eaux a significativement varié entre la GSP et la GSS. Dans le cours d'eau Ndjockyambi, la vitesse a varié entre Ndj 1 et Ndj 3, Ndj 2 et Ndj 3 et l'épaisseur de boues à la station Ndj 1 est significativement inférieure par rapport aux stations Ndj 2 et Ndj 3 du cours d'eau Ndjockyambi d'après le test t de Student. Dans le bassin versant du Nyong, excepté le Nyong, les grandes valeurs de la largeur du lit mouillé ont été enregistrées pendant la saison des pluies. Ainsi, dans la majorité de différents sous bassins versants les stations situées dans le potamon ont les plus grandes largeurs du lit pendant la saison de pluies comparativement aux stations situées dans le rithron et le crénon. Dans le cours d'eau Mbem, la largeur du lit de la station Mbe 1 (1,2 m) est supérieure à celles des stations Mbe 2 (0,43 m) et Mbe 3 (0,45) pendant la saison sèche. L'épaisseur de boues est relativement faible dans nos différentes stations excepté dans les stations Kon 3 (Kongolo), Nye 2 et Nye 3 (Nyelbeu) pendant la saison sèche et Mou 3 (Moungoe) ayant une épaisseur de boues supérieure à 20 cm qu'importe la saison. Dans chaque sous-bassin versant étudié du Nyong, la profondeur de l'eau croît de la saison sèche à la saison des pluies et de l'amont à l'aval, excepté dans les cours d'eau Mbem, Nyelbeu et Mongoe où l'eau est légèrement plus profonde en amont comparativement en aval pendant la saison sèche. Les stations Kon 3 et Mou 3 ont les plus fortes profondeurs des boues (60 cm).

La vitesse d'écoulement des eaux entre les stations Ats 1 et Ats 2 et entre Ats 2 et Ats 3 du cours d'eau Atsale a significativement varié d'après le test t de Student. Le même test montre que la profondeur de boue de la station Mbe 3 est supérieure à celle des stations Mbe 1 et Mbe 2 du cours d'eau Mbem. Dans le cours d'eau Nyelbeu, la station Nye 1 a une faible profondeur des boues

comparativement à ces deux autres stations. D'après le test de T de student dans le cours d'eau Lepmassoun, la profondeur des boues à Lma 3 est significativement supérieure à celle de la station Lma 2. La profondeur des boues à Ond 3 est significativement supérieure à celle de ces deux autres stations (Ond 1 et Ond 2) du cours d'eau Ondoamedza d'après le test de Student. La station Kon 3, quant à elle a les profondeurs de boue et d'eau supérieures à ces autres stations, de même que la largeur du lit à cette station est significativement supérieure à celle des autres stations du cours d'eau Kongolo. Dans le cours d'eau Mibangue aucun paramètre hydrologique n'a varié significativement d'une station à l'autre, alors que dans le cours d'eau Moungoe la profondeur de boue de la station Mou 1 est significativement inférieure à celle des autres stations d'après le test de Student. Le même test montre que la profondeur de l'eau à Ong 1 est significativement inférieure à celle de la station Ong 3 dans le cours d'eau Ongue. Sur le plan saisonnier une différence significative des valeurs de la vitesse, de la largeur du lit et de la profondeur de l'eau est observée entre la grande saison de pluies et la grande saison sèche.

Tableau II : Valeurs des paramètres hydrologiques relevées dans les différentes stations pendant la période l'étude.

Cours d'eau	Stations	Vitesse (m/s)		largeur du lit (m)		profondeur de l'eau (m)		épaisseur de boues (m)	
		GSP	GSS	GSP	GSS	GSP	GSS	GSP	GSS
Atsale	Ats 1	0,08	0,17	1,8	1,2	0,25	0,20	0,28	0,28
	Ats 2	0,2	0,2	2,1	1,4	0,23	0,18	0,11	0,12
	Ats 3	0,11	0,05	4,2	2,9	0,31	0,18	0,29	0,29
Mbem	Mbe 1	0,21	0,04	2,5	1,2	0,68	0,29	0,11	0,11
	Mbe 2	0,47	0,11	2,9	0,8	0,70	0,18	0,12	0,12
	Mbe 3	0,31	0,001	5,5	0,69	0,85	0,17	0,18	0,19
Nyelbeu	Nye 1	0,22	0,02	1,8	1,2	0,38	0,20	0,10	0,15
	Nye 2	0,44	0,001	2,9	1,96	0,68	0,12	0,25	0,28
	Nye 3	0,08	0,001	7,4	1,66	1,38	0,08	0,25	0,28
Ndjockyambi	Ndj 1	0,26	0,27	1,5	0,90	0,21	0,1	0,08	0,09
	Ndj 2	0,21	0,23	7,8	1,2	1,35	0,23	0,11	0,11
	Ndj 3	0,15	0,15	8,3	1,4	1,48	0,28	0,12	0,12
Lepmassoun	Lma 1	0,43	0,06	1,20	0,53	0,25	0,12	0,08	0,18
	Lma 2	0,88	0,08	1,8	0,76	0,15	0,08	0,01	0,02
	Lma 3	0,34	0,12	7,3	0,85	1,45	0,25	0,15	0,12
Ondoamedza	Ond1	0,33	0,16	1,3	0,70	0,15	0,1	0,09	0,08
	Ond2	0,32	0,21	1,8	1,1	0,9	0,29	0,10	0,09
	Ond3	0,14	0,08	5,4	0,75	1,2	0,26	0,17	0,19
Kongolo	Kon 1	0,12	0,2	1,8	1,1	0,15	0,10	0,1	0,1

	Kon 2	0,37	0,19	5,8	2,5	1,35	0,68	0,15	0,15
	Kon 3	0,3	0,15	5,5	4,3	1,40	1,30	0,50	0,60
Mibangue	Mib 1	0,09	0,28	4	2,8	0,85	0,35	0,09	0,09
	Mib 2	0,17	0,34	5,4	2,62	0,8	0,45	0,08	0,05
	Mib 3	0,24	0,06	8,85	2,9	1,55	0,63	0,12	0,15
Moungoe	Mou 1	0,16	0,12	1,2	0,8	0,15	0,10	0,061	0,06
	Mou 2	0,18	0,12	1,8	1,3	0,75	0,42	0,12	0,11
	Mou 3	0,1	0,05	2,3	1,5	0,60	0,38	0,25	0,26
Ongue	Ong 1	0,58	0,45	6,6	3,5	0,84	0,55	0,15	0,10
	Ong 2	0,52	0,04	8,8	4,5	1,80	0,85	0,09	0,09
	Ong 3	0,5	0,24	12,7	10	1,90	1,58	0,09	0,09

GSS= grande saison sèche, GSP= grande saison de pluies

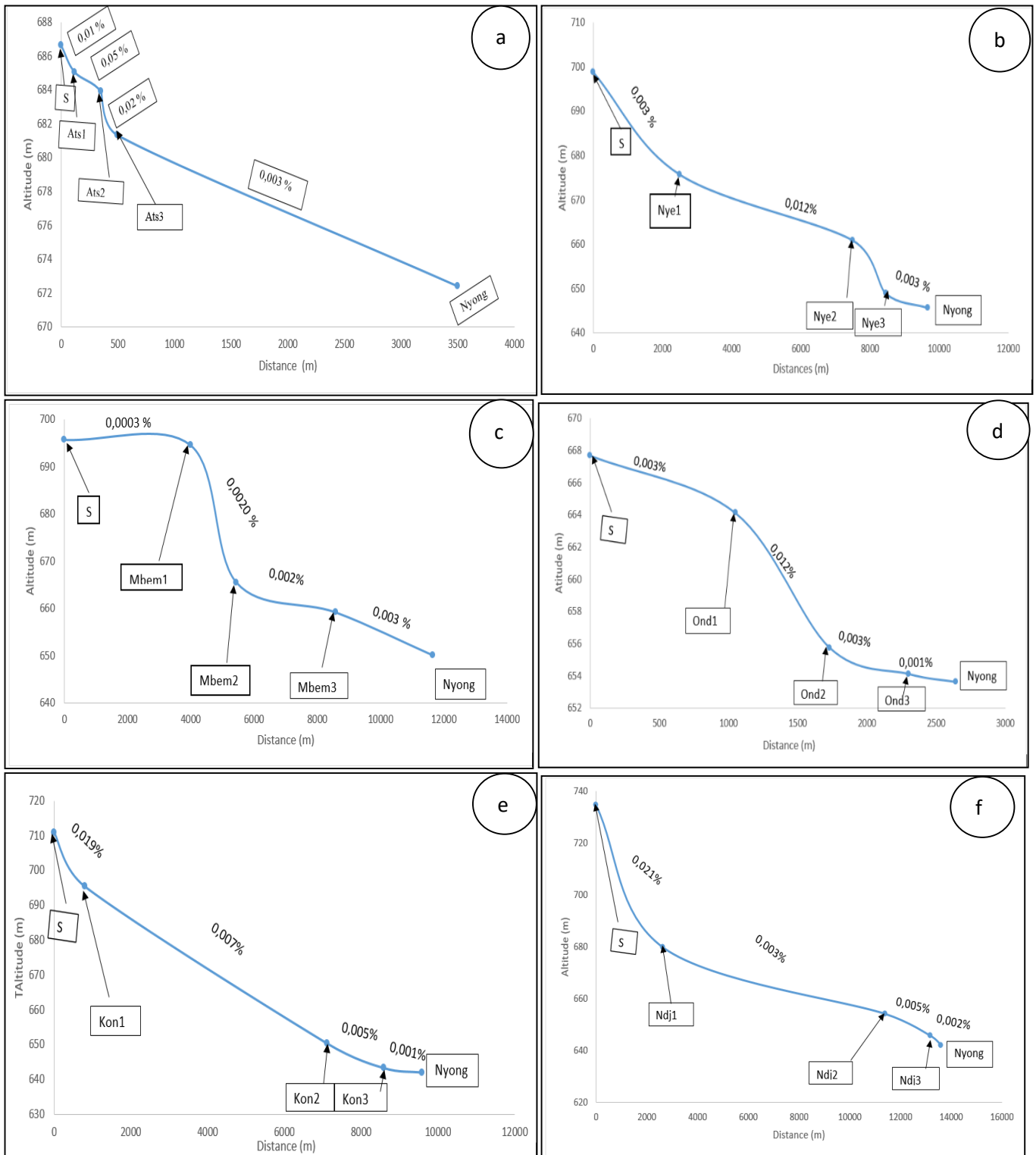
III.1.1.2. Profil en long

Le profil en long des différents cours d'eau présente l'allure typique (relativement concave avec trois zones de pente) de celui des milieux lotiques. Ils sont relativement concaves et présentent trois zones de pentes. Ainsi, dans le cours Atsale, la pente est décroissante de l'amont à l'aval, ainsi la plus forte pente (0,017 %) est observée entre la station Ats 1 et à station Ats 2, suivie de la pente entre la source (S) et Ats 1 (0,013%), puis de celle entre Ats 2 et Ats 3 (0,005 %) et enfin la pente entre Ats 3 et Nyo 1 (0,003 %) (Figure 13a).

Dans le cours d'eau Mbem, les valeurs de la pente fluctuent entre 0,0003 % (Source – Mbe 1) et à 0,021 % (Mbe 1 – Mbe 2) (Figure 13b). Dans le cours d'eau Nyelbeu la forte pente (0,012 %) est observée entre Mye2 et Mye3 et la plus petite pente est observée entre Nye 3 et le Nyong (0,003%) (Figure 13c). Dans le cours d'eau Kongolo, la pente entre la source et la station Kon 1 est de 0,019 %, celle entre Kon 1 et Kon 2 est de 0,007%, pourtant celle entre Kon 2 et Kon 3 est de 0,005 % et enfin celle entre Kon 3 et le Nyong est de 0,001 % (Figure 13d). La plus forte pente dans le cours d'eau Ondoamedza est observée entre Ond 1 et Ond 2 (0,012 %), suivie respectivement de la pente entre la source S et le Ond 1 (0,003 %), puis de celle entre Ond 2 et Ond 3 (0,003%) et enfin celle entre Ond 3 et le Nyong (Figure 13e). Le cours d'eau Ndjockyambi a une pente qui décroît de l'amont à l'aval, ainsi elle varie entre 0,021 % (source-Ndj 1) et 0,002% (Ndj 3-Nyong) (Figure 13f). La pente dans le cours d'eau Lepmassoun fluctue entre 0,0001 % (Lma 2 et Lma 3) et 0,014% (S et Lma 1) (Figure 13g).

Dans le cours d'eau Moungoe la pente est de 0,015% (S- Mou 1), elle est de 0,008% (Mou 1 – Mou 2), elle est ensuite de 0,007 % (Mou 2 – Mou 3), puis de 0,022% (Mou 3- Nyong) (Figure 13h). Dans le cours d'eau Mibangue la pente varie entre 0,004 % (S – Mib 1) et 0,006 % (Mib 2 et Mib 3)

(Figure 13i). Dans le cours d'eau Ongue les pentes sont faibles, ainsi la plus forte pente est de 0,005 % (Ong 3 – Nyong) et la plus faible pente est de 0,0004 % (Ong 2 -Ong3) (Figure 13j).



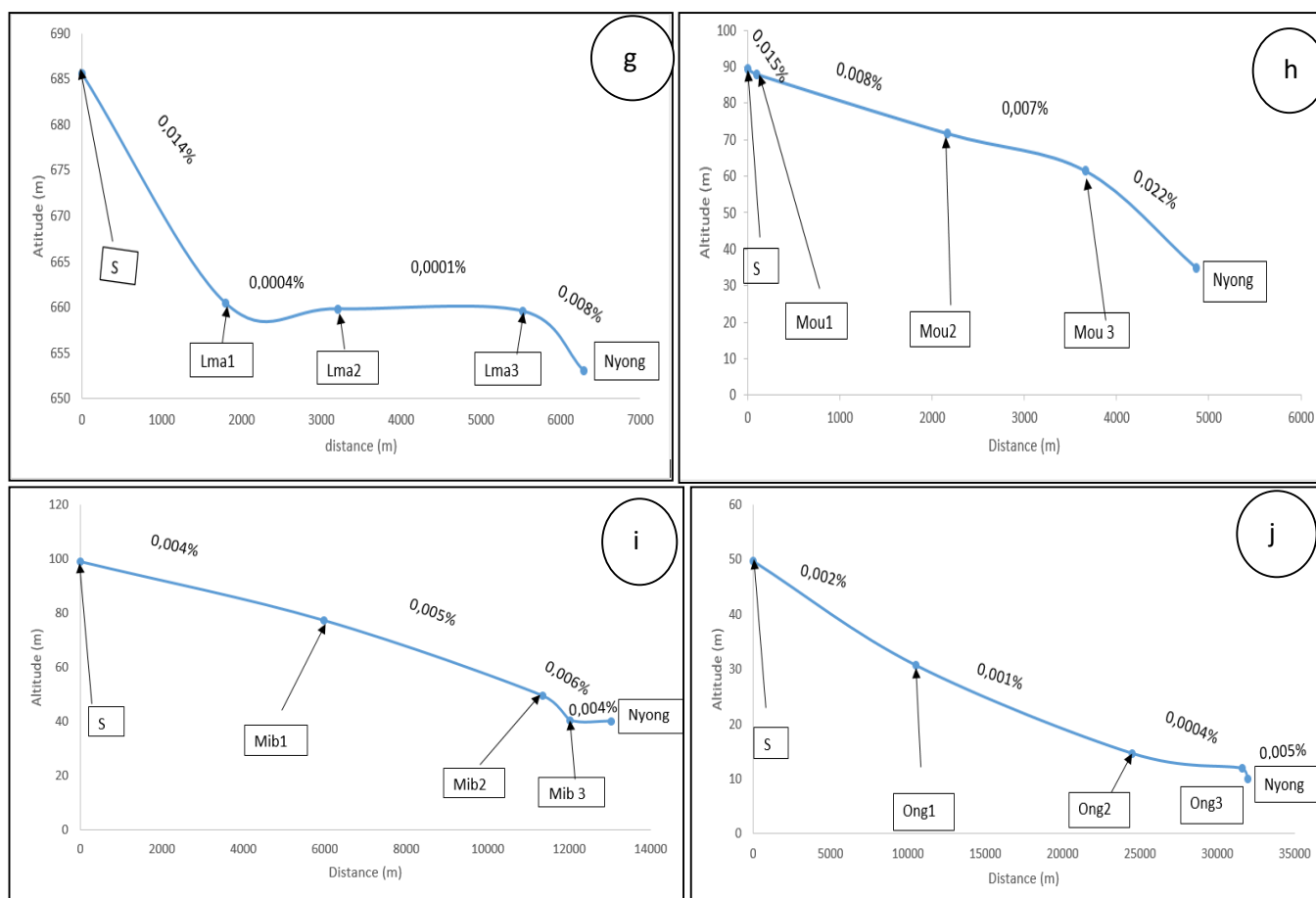


Figure 13 : Profil en long des différents cours d'eau : Atsale (a), Mbem (b), Nyelbeu (c), Kongolo (d), Ondoamedza (e), Ndjockyambi (f), Lepmassoun (g), Mougoue (h), Mibangue (i) et Ongue (j)

III.1.2. Caractérisation abiotique pendant la période d'étude

III.1.2.1. Caractérisation des paramètres climatiques

➤ Température ambiante

Dans le bassin versant du Nyong, pendant la zone d'étude, les plus fortes valeurs de température ambiante ont été observées pendant la PSP toute zones confondues (Tableau II). Ainsi dans la zone d'Abong-Mbang, la température ambiante a varié de $24,7 \pm 0,0$ °C (GSS 2018) à $33,8 \pm 0,0$ °C (PSP). Dans la zone d'Akonolinga, la plus forte température ($33,2 \pm 7,67E-15$ °C) a été enregistrée pendant la PSP et la plus faible température ($25,7 \pm 3,84E-15$ °C) a été observée pendant la GSS 2018. Dans la zone de Mbalmayo, la température a fluctué de $25,8 \pm 3,83E-15$ °C (PSP) à $32,08 \pm 0,56$ °C (PSP). La température ambiante dans la zone de Makak a été comprise entre $25,78 \pm 0,04$ °C (GSS 2018) à $31,47 \pm 0,07$ °C (PSP). Dans la zone littorale, la température a varié de $26,06 \pm 0,08$ °C (PSS) à $29,84 \pm 0,13$ °C (PSP). Dans les différentes zones il n'y a pas de différence significative entre les saisons d'après le Test de Kruskal-Wallis. D'après ce même test, il n'y a pas de différence significative sur le plan spatial, pourtant, sur le plan saisonnier, il y'a une différence significative dans l'ensemble du bassin versant du Nyong.

Tableau III: Valeurs moyennes de la température ambiante ($^{\circ}\text{C}$) dans chaque zone du bassin versant du Nyong pendant la période d'étude.

	GSS 2017	PSP	PSS	GSP	GSS 2018
Zoned'Abong-Mbang	27,7±0,0	33,8±0,0	27,8±0,0	30,2±0,0	24,7±0,0
Zone Akonolinga	28,8±3,84E-15	33,2±7,67E-15	27,4±3,84E-15	29,6±3,84E-15	25,7±3,84E-15
Zone Mbalmayo	29,04±0,05	32,08±0,56	26,9±0,3	28,9±0,28	25,8±3,83E-15
Zone Makak	29,086±0,038	31,47±0,07	26,58±0,038	28,6±3,84E-15	25,78±0,04
Zone littorale	29,28±0,0427	29,84±0,13	26,06±0,08	27,78±0,0427	26,48±0,0427

Legende : GSS 2017 : grande saison sèche (année 2017), PSP : petite saison sèche, PSS : petite saison sèche, GSP : grande saison de pluies et GSS 2018 : grande saison sèche (année 2018)

III.1.2.2. Caractérisation physicochimique des eaux des cours d'eau étudiés pendant la période d'étude

Le tableau récapitulatif des valeurs minimales, maximales, moyennes annuelles et écart-types des paramètres physicochimiques mesurés pendant la période d'étude est présenté par station d'échantillonnage dans l'annexe 1. Les variations des différents paramètres physicochimiques pendant la grande saison sèche (année 2017) (GSS 2017), la petite saison de pluies (PSP), la petite saison sèche (PSS), la grande saison de pluies (GSP) et la grande saison sèche (année 2018) (GSS 2018) et d'une station à l'autre dans les différentes zones d'étude ont été présentées ci-dessous.

➤ Variation spatio-temporelle des paramètres physiques

❖ Température

Dans la zone d'Abong -Mbang, la température de l'eau a varié dans le cours d'eau Atsale, entre $18,9^{\circ}\text{C}$ (Ats 2 et Ats 3 - GSS 2018) et $23,2^{\circ}\text{C}$ (Ats 2 - GSP) (Figure 14a), avec une amplitude thermique de $4,3^{\circ}\text{C}$ et une moyenne de $20,85 \pm 1,44^{\circ}\text{C}$. Le test U de Kruskal Wallis ne montre aucune différence significative ($p > 0,05$) sur le plan spatial mais une différence significative d'une saison à l'autre dans ce cour d'eau. La station Nyo 1 de la même zone a les plus fortes températures variant de $18,9^{\circ}\text{C}$ (GSS 2018) à 29°C (PSP). D'après le test de Kruskal-Wallis dans cette zone, les valeurs de température n'ont pas significativement varié d'une station à l'autre mais plutôt d'une saison à l'autre.

Dans le cours d'eau Mbem de la zone d'Akonolinga, la température a varié entre $17,9^{\circ}\text{C}$ et 22°C avec une moyenne de $21,02 \pm 1,45^{\circ}\text{C}$ et une amplitude thermique de $4,1^{\circ}\text{C}$ (Figure 14b). Le test de Kruskal Wallis ne montre aucune différence significative sur le plan spatio-temporel. Dans le bassin versant du Nyelbeu, la température minimale est de 19°C (Nye 1 - GSS 2018) et la température maximale est de $23,4^{\circ}\text{C}$ (Nye 3 -GSP) (Figure 14b). Une différence significative est observée d'une saison à une autre, ainsi le test U de Mann-Whitney montre une différence significative ($p < 0,05$) entre les valeurs obtenues dans les différentes saisons exceptées entre les valeurs obtenues pendant les différentes saisons pluvieuses, celles obtenues entre la PSS et la GSP, celles obtenues entre la PSS et

la GSS 2018. La station Nyo 2 située dans la même zone a des valeurs très élevées de température ($> 25^{\circ}\text{C}$) excepté pendant la GSP où les valeurs sont de $22,7^{\circ}\text{C}$. D'après le test de Kruskal-Wallis les valeurs de température obtenues à Nyo 2 ne sont pas significativement différentes à celles obtenues dans les stations des cours d'eau Mbem et Nyelbeu de la même zone. Il y'a par contre une différence significative entre les saisons.

Le cours d'eau Ondoamedza de la zone de Mbalmayo, a une température moyenne de $21,98 \pm 0,78^{\circ}\text{C}$ (Figure 14d). Dans le cours d'eau Kongolo de la même zone, la température a varié de $20,5^{\circ}\text{C}$ (Kon 1- GSS 2017) à 26°C (Kon 3 –GSP) (Figure 14c). D'après le test de Kruskal -Wallis, dans ces cours d'eau, la température n'a pas significativement varié sur le plan spatio-temporel. La station Nyo 3 située dans la même zone a des valeurs de température qui ont fluctuées de 20°C à $27,5^{\circ}\text{C}$. Dans cette zone de Mbalmayo, il y'a une différence significative de la température sur le plan saisonnier et spatial. D'après le test de Mann Withney la station Kon 3 et Nyo 3 se différencient des autres stations de la zone par leurs valeurs de température relativement élevées, cependant, leurs valeurs de température diffèrent significativement entre elles.

La valeur moyenne de température enregistrée dans le cours d'eau Ndjockyambi de la zone de Makak est de $21,14 \pm 0,69^{\circ}\text{C}$, elle a varié entre $20,3^{\circ}\text{C}$ (Ndj 3 –PSS) à $22,50^{\circ}\text{C}$ (Ndj 2 – GSS 2017) (Figure 14d) avec une amplitude thermique de $2,2^{\circ}\text{C}$. D'après le test de Kruskal- Wallis, la température de l'eau n'a pas significativement varié sur le plan spatio-temporel dans ce cours d'eau. Dans le cours d'eau Lepmassoun, les valeurs de température ont varié d'une saison à l'autre d'après le test de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$) de $19,5^{\circ}\text{C}$ (GSP) à 23°C (PSP) avec une moyenne de $21,66 \pm 0,86^{\circ}\text{C}$ (Figure 14c). Concernant les valeurs de température observées à la station Nyo 4, elles sont comprises entre $21,5^{\circ}\text{C}$ et $25,5^{\circ}\text{C}$. Dans cette zone d'après le test de Kruskal-Wallis il y'a une différence en terme de station mais pas en terme de saison. La station Nyo 4 diffère significativement de la plupart des stations à l'exception de la station Lma 1 d'après le test de Mann Withney et la station Lma 2 quant à elle diffère de la station Ndj 1.

Dans les cours d'eau de la zone côtière, la température a varié de $22,5^{\circ}\text{C}$ (Mib 2-PSS) à $28,5^{\circ}\text{C}$ (Mib 3- GSP) avec une moyenne de $24,30 \pm 1,36^{\circ}\text{C}$ et une amplitude de 6°C dans le cours d'eau Mibangue (Figure 14e). Sur le plan spatial, il n'ya pas une différence significative dans ce cours d'eau d'après le test de Kruskal-Wallis. Pourtant, sur le plan temporel, nous avons noté une différence significative d'une saison à l'autre d'après le test de Mann Withney excepté entre GSS 2017 et la PSS et entre la GSP et la GSS 2018. Les valeurs de la température dans le cours d'eau Moungoe ont très varié sur le plan spatio-temporel avec une moyenne de $23,75 \pm 1,03^{\circ}\text{C}$ (Figure 14e). Le test de Kruskal Wallis ne montre aucune différence significative d'une station à l'autre encore moins d'une saison à l'autre. Les valeurs de la température dans le cours d'eau Ongue ont varié de 22°C (Ong 2- GSS 2017) à 28°C (Ong 3- GSS 2017), avec une moyenne de $25,25 \pm 1,68^{\circ}\text{C}$ et une amplitude thermique de 6°C

(Figure 14e). Le test t de Student montre une différence entre la station Ong 1 et la station Ong 3. Pourtant, le test de l'Anova ne montre aucune différence significative d'une saison à l'autre. Les valeurs de la température dans la station Nyo5 située dans la même zone sont comprises entre 25 °C (PSS) et 29°C (GSS 2018). Dans cette zone, la station Nyo5 diffère significativement des autres stations exceptées des stations Ong 2 et Ong 3 par ses valeurs élevées (test de Mann Withney). D'après ce même test, il y'a une différence entre la PSS et respectivement la GSP et GSS 2018 dans cette zone.

D'après le test de Mann withney la température a varié significativement entre les stations situées dans le bassin inférieur du Nyong (zone littorale) et celles situées dans le cours supérieur du dit bassin (Ats 1, Ats 2 et Ats 3, Mbe 1, Mbe 2, Mbe 3, Nye 1, Nye 2, Nye 3, Ond 1, Ond 2, Ond 3, Kon 1, Kon 2, Kon 3, Ndj 1, Ndj 2, Ndj 3, Lma 1, Lma 2 et Lma 3). D'après ce même test, Dans l'ensemble, les valeurs de la température n'ont pas significativement varié entre les stations de la région du Centre et celles de la région de l'Est à l'exception de la station Kon 3 qui diffère significativement de certaines stations de la région du centre et de l'Est. Les variations spatiales de la zone du littoral diffèrent significativement de celles des autres zones.

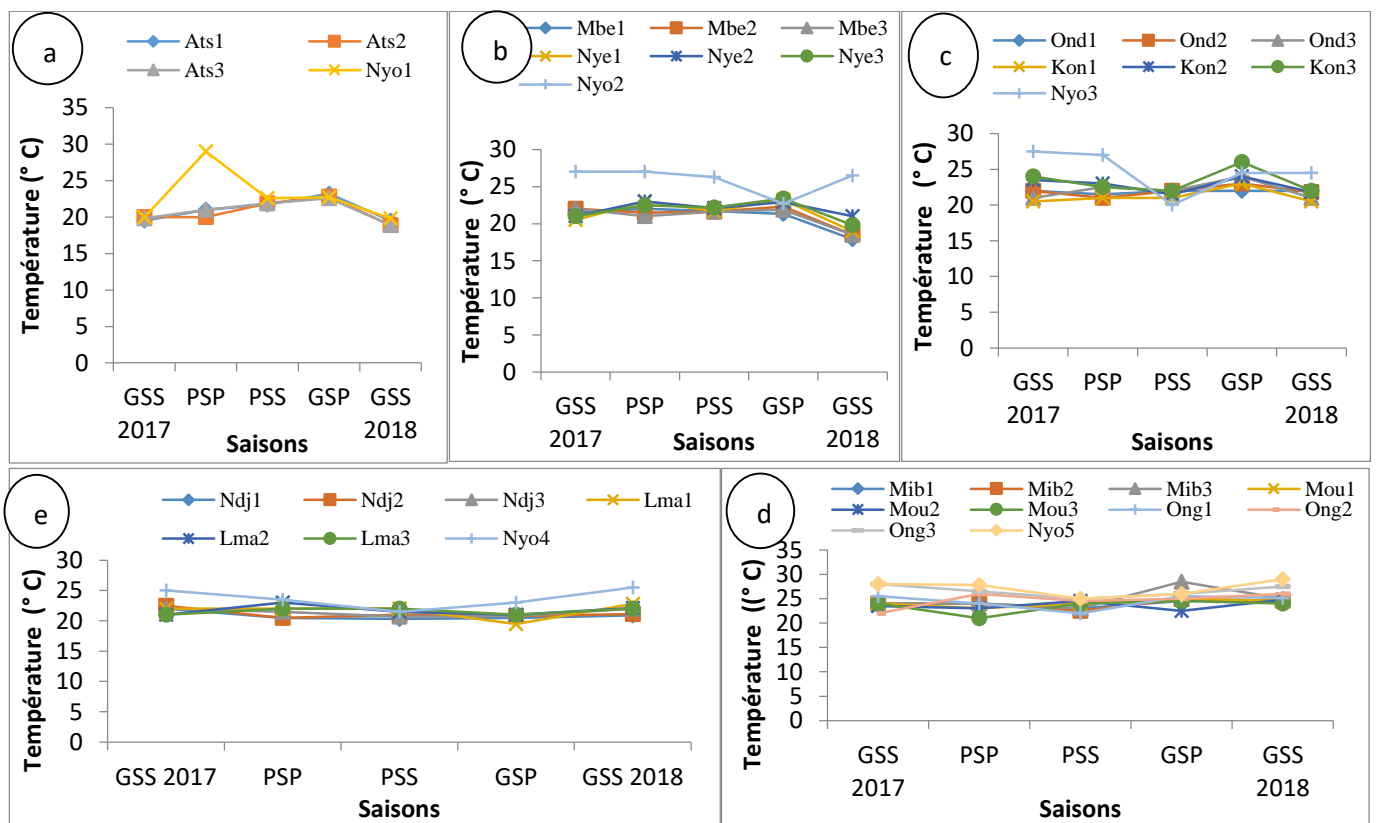


Figure 14: Variation spatio-temporelle de la température pendant la période d'étude: zone d' Abong - Mbang (a), zone d'Akonolinga (b), zone de Mbalmayo (c), zone de Makak (d), zone littorale (e) : GSS 2017 : grande saison sèche (année 2017), PSP : petite saison sèche, PSS : petite saison sèche, GSP : grande saison de pluies et GSS 2018 : grande saison sèche (année 2018).

❖ Turbidité

Les valeurs de la turbidité dans l'ensemble du bassin versant du Nyong ont varié de $2,4 \pm 2,07$ FTU (Kon 2) à $41,2 \pm 41,80$ FTU (Nyo 1) avec une moyenne de $15,39 \pm 19,39$ FTU. Ainsi, dans la zone d'Abong-Mbang, les valeurs de la turbidité ont varié peu de 0 FTU (Ats 1-PSP) à 71 FTU (Ats 3-PSP) dans le cours d'eau Atsale (Figure 15a) avec une moyenne de $20,87 \pm 23,84$ FTU. Dans la station Nyo 1 de la même zone, la turbidité a varié entre 7 mg/l (GSP) et 96 FTU (PSP). Dans la zone d'Abong – Mbang, la turbidité n'a pas significativement varié sur le plan spatial et temporel d'après le test de Kruskal-Wallis.

Pour les cours d'eau situés dans la zone d'Akonolinga, la valeur moyenne de turbidité dans le cours d'eau Mbem est de $32,47 \pm 32,53$ FTU. Dans ce cours d'eau, la valeur minimale (10 FTU) a été enregistrée à la station Mbe 2 pendant la GSP alors que la valeur maximale (117 FTU) a été enregistrée pendant la PSP à la troisième station (Figure 15b). Dans le cours d'eau Nyelbeu, les valeurs de la turbidité sont comprises entre 0 FTU et 46 FTU respectivement pendant la GSP et la GSS 2018, toutes enregistrées à la station Nye 2 (Figure 15b). Dans ce cours d'eau, la valeur moyenne de la turbidité est de $23,53 \pm 16,71$ FTU. Le test de Kruskal -Wallis ne montre aucune différence significative sur le spatio - temporel dans le cours d'eau Mbem de même que dans le cours d'eau Nyelbeu. Les valeurs de la turbidité de la station Nyo 2 dans cette zone, ont varié de 7 FTU (GSS 2017) à 96 FTU (PSP). Le test de Kruskal-Wallis montre que les valeurs de ce paramètre n'ont pas significativement varié sur le plan spatial mais plutôt sur le plan saisonnier dans cette zone.

Le cours d'eau Ondoamedza de la zone de Mbalmayo a les valeurs de turbidité moyenne de $6,33 \pm 5,91$ FTU, fluctuant entre 0 FTU et 20 FTU (Figure 15c). Dans le cours d'eau Kongolo, la turbidité a varié de 0 FTU (Kon 2 - GSS) à 23 FTU (Kon 1 et Kon 3 – GSP) (Figure 15c). La station Nyo 3, située dans la même zone, a une valeur minimale de 0 FTU (PSP) et une valeur maximale de 16 FTU (GSP). Le test de Kruskal-Wallis ne montre aucune différence significative entre cette station et les autres stations de la zone. D'après ce même test, les valeurs de la turbidité n'ont pas significativement varié sur le plan spatio-temporel dans l'ensemble de la zone.

Dans le cours d'eau Lepmassoun de la zone de Makak, la turbidité a varié de 0 FTU (GSP-Lma 1 et Lma 2) à 48 FTU (GSS 2018- Lma 3) avec une moyenne de $14,67 \pm 14,01$ FTU (Figure 14d). Dans le cours d'eau Ndjockyambi, elle a fluctué de 0 FTU à 26 FTU. Le test de Kruskal-Wallis ne présente aucune différence significative au niveau des stations dans les différents cours d'eau cependant d'une saison à l'autre il y'a eu des différences significatives. La station du Nyong (Nyo 2) de la même zone a les valeurs de la turbidité qui fluctuent entre 0 FTU (GSP) et 19 FTU (GSS 2018). Dans cette zone, les valeurs de la turbidité ne diffèrent pas significativement sur le plan spatial mais plutôt sur le plan saisonnier.

La turbidité a varié de 0 FTU à 41 FTU avec une moyenne de $10,60 \pm 11,39$ FTU dans le cours d'eau Mibangue de la zone littorale (Figure 15e). Les valeurs de la turbidité dans le cours d'eau Mougou ont varié de 0 FTU à 41 FTU (Figure 15e), avec une moyenne de $10,60 \pm 13,94$ FTU. La turbidité dans le cours d'eau Ongue a fluctué de 0 FTU à 25 mg/l (Figure 15e), avec une moyenne de $8,73 \pm 8,24$ FTU. La station Nyo5 située dans la même zone a des valeurs de turbidité qui fluctuent entre 0 FTU (GSS 2017) et 22 FTU (PSP). Les valeurs de la turbidité enregistrées à cette station ne sont pas significativement différentes des valeurs obtenues dans les autres stations d'après le test de Kruskal-Wallis. Ce même test ne montre aucune différence significative sur le plan spatio-temporel dans les cours d'eau Mibangue, Mougou et Ongue de même que dans l'ensemble de la zone.

Dans l'ensemble du bassin versant du Nyong, d'après le test de Mann withney, la turbidité a varié significativement entre la station Kon 2 et les stations Nyo 1, Ats 3, Mbe 1, Nye 3 et Nyo 2.

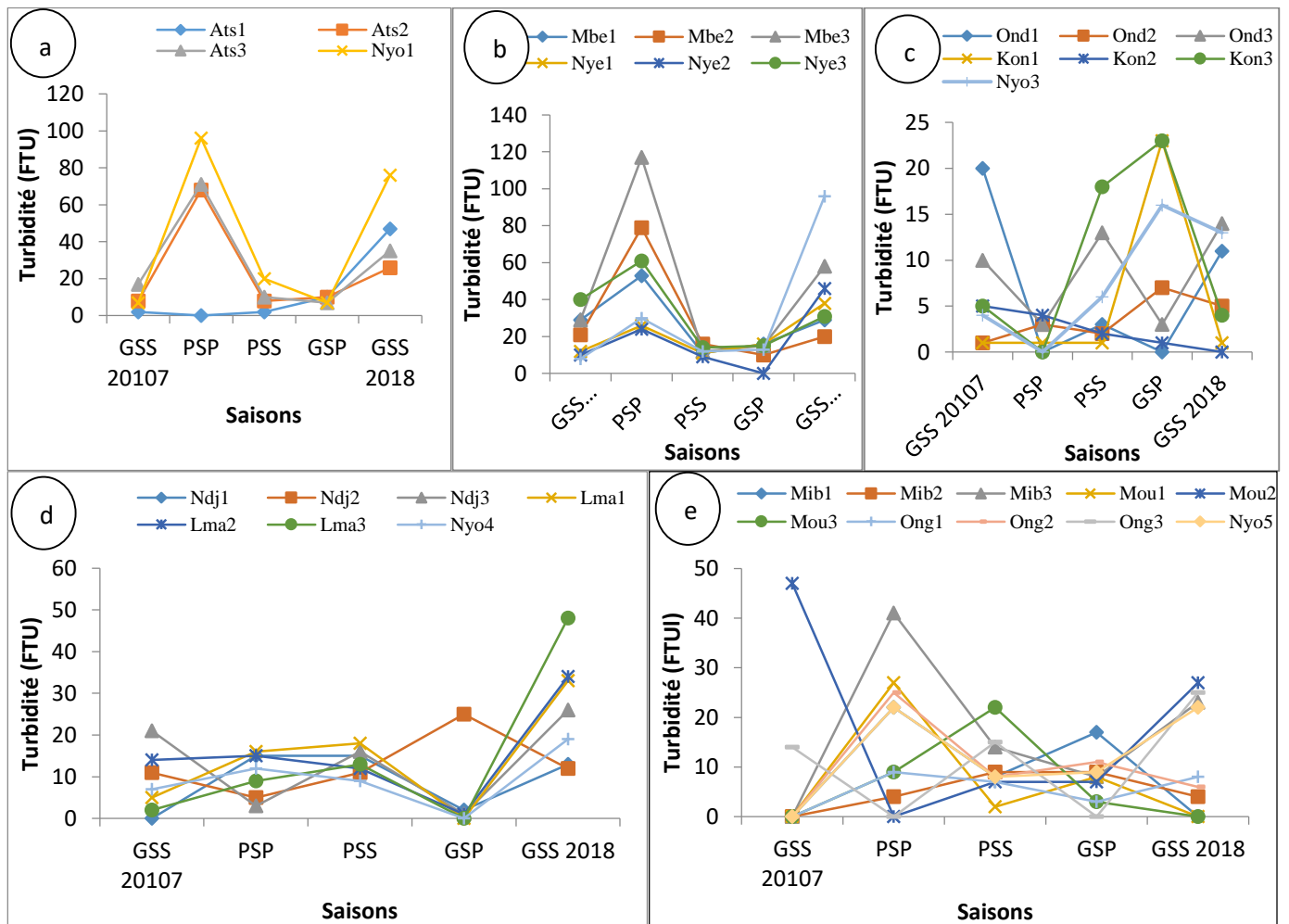


Figure 15 : Variation spatio-temporelle de la turbidité pendant la période d'étude: zone d' Abong - Mbang (a), zone d'Akonolinga (b), zone de Mbalmayo (c), zone de Makak (d), zone Littorale (e) : :GSS 2017 : grande saison sèche (année 2017), PSP : petite saison sèche, PSS : petite saison sèche, GSP : grande saison de pluies et GSS 2018 : grande saison sèche (année 2018).

❖ **Matières en Suspension (MES)**

Dans la zone d'Abong -Mbang, les valeurs de MES ont fluctué de 1mg/l à 39 mg/l dans le cours d'eau Atsale (Figure 16a) avec une moyenne de $8,60 \pm 9,52$ mg/l. La station Nyo 1 située dans la même zone a les valeurs de MES comprises entre 1 mg/l (PSS) et 45mg/l (GSS). Le test de Kruskall-Wallis ne montre aucune différence significative sur le plan spatial et saisonnier dans le cours d'eau Atsale de même que dans toute la zone.

Dans la zone d'Akonolinga, la valeur moyenne de MES dans le cours d'eau Mbem est de $28,33 \pm 46,72$ mg/l. Dans ce cours d'eau, la valeur minimale est de 6 mg/l alors que la valeur maximale est de 43 mg/l (Figure 16b). Dans le cours d'eau Nyelbeu, les valeurs de MES sont comprises entre 0 mg/l et 31 mg/l respectivement à la Nye 2 - GSP et à Nye 1- GSS 2018 avec une moyenne de $12,80 \pm 14,60$ mg/l (Figure 16b). Le test de Kruskall-Wallis ne montre aucune différence significative sur le plan spatio-temporel dans le Mbem de même que dans le Nyelbeu. Pour ce qui est de la station Nyo 2 de la zone, les valeurs de MES ont varié de 6 mg/l (GSP) à 36m/l (GSS 2018). Dans l'ensemble de la zone d'Akonolinga, les valeurs de ce paramètre n'ont pas significativement varié d'une station à l'autre, mais ces valeurs ont varié entre les saisons.

Dans cours d'eau Ondoamedza de la zone de Mbalmayo, la valeur de MES moyenne est de $5,07 \pm 4,25$ mg/l, elle a fluctué entre 0 mg/l et 15 mg/l (Figure 16c). Dans le cours d'eau Kongolo les MES ont varié de 0 mg/l à 16 mg/l (Figure 16c). D'après le test de Kruskall-Wallis, les MES n'ont pas significativement varié d'une station à l'autre encore moins d'une saison à l'autre dans les cours d'eau Ondoamedza et Kongolo. Les valeurs de MES observées à la station Nyo 3 située dans la même zone ont fluctué de 0 mg/l à 12 mg/l. D'après le test de Kruskall-Wallis, ces valeurs ne diffèrent pas significativement de celles obtenues dans les autres stations.

Dans le cours d'eau Lepmassoun de la zone de Makak, les valeurs de MES ont varié de 0 mg/l (GSS 2017-Lma 1) à 32mg/l (GSS 2018- Lma 3) avec une moyenne de $8,20 \pm 8,47$ mg/l. Dans le cours d'eau Ndjockyambi de la même zone, elles ont été comprises entre 1 mg/l et 22 mg/l respectivement à la PSS (Ndj 2 et Ndj 3) et à la GSS 2018 (Ndj 2) (Figure 16d). Le test de Kruskall- Wallis ne montre aucune différence significative au niveau des stations dans les cours d'eau Lepmassoun et Ndjockyambi. Le test de Mann Whitney montre une différence significative entre la PSP et la PSS, entre la PSP et GSP et enfin entre la PSP et GSS 2018 dans le cours d'eau Ndjockyambi. La station Nyo 4 dans cette zone a des valeurs de MES qui ont fluctué de 5 mg/l (PSP, PSS) à 28 mg/l (GSS 2017).

Dans la zone côtière, les MES ont varié de 3 mg/l à 37mg/l avec une moyenne de $12,13 \pm 11,72$ mg/l dans le cours d'eau Mibangue (Figure 16e). Sur le plan spatial et saisonnier, il n'y a pas une différence significative dans ce cours d'eau d'après le test de Kruskall-Wallis. Les valeurs de MES dans le cours d'eau Moungoe ont varié de 0 mg/l à 39 mg/l (Figure 16e), avec une moyenne de

9,67±9,48 mg/l. Les MES dans le cours d'eau Ongue ont fluctué de 0 mg/l à 28 mg/l (Figure 16e), avec une moyenne de 9,67 ± 9,48 mg/l. Le test de Kruskal-Wallis ne montre aucune différence significative sur le plan spatio-temporel dans les cours d'eau MOUNGOE et ONGUE. La station Nyo5 située dans cette zone a des valeurs de MES comprises entre 0 mg/l et 35 mg/l. Cette station ne diffère pas significativement des autres d'après le test de Kruskal-Wallis.

Ce paramètre n'a pas significativement varié d'une station à l'autre mais plutôt d'une saison à l'autre dans l'ensemble du bassin versant du Nyong (test de Kruskal-Wallis).

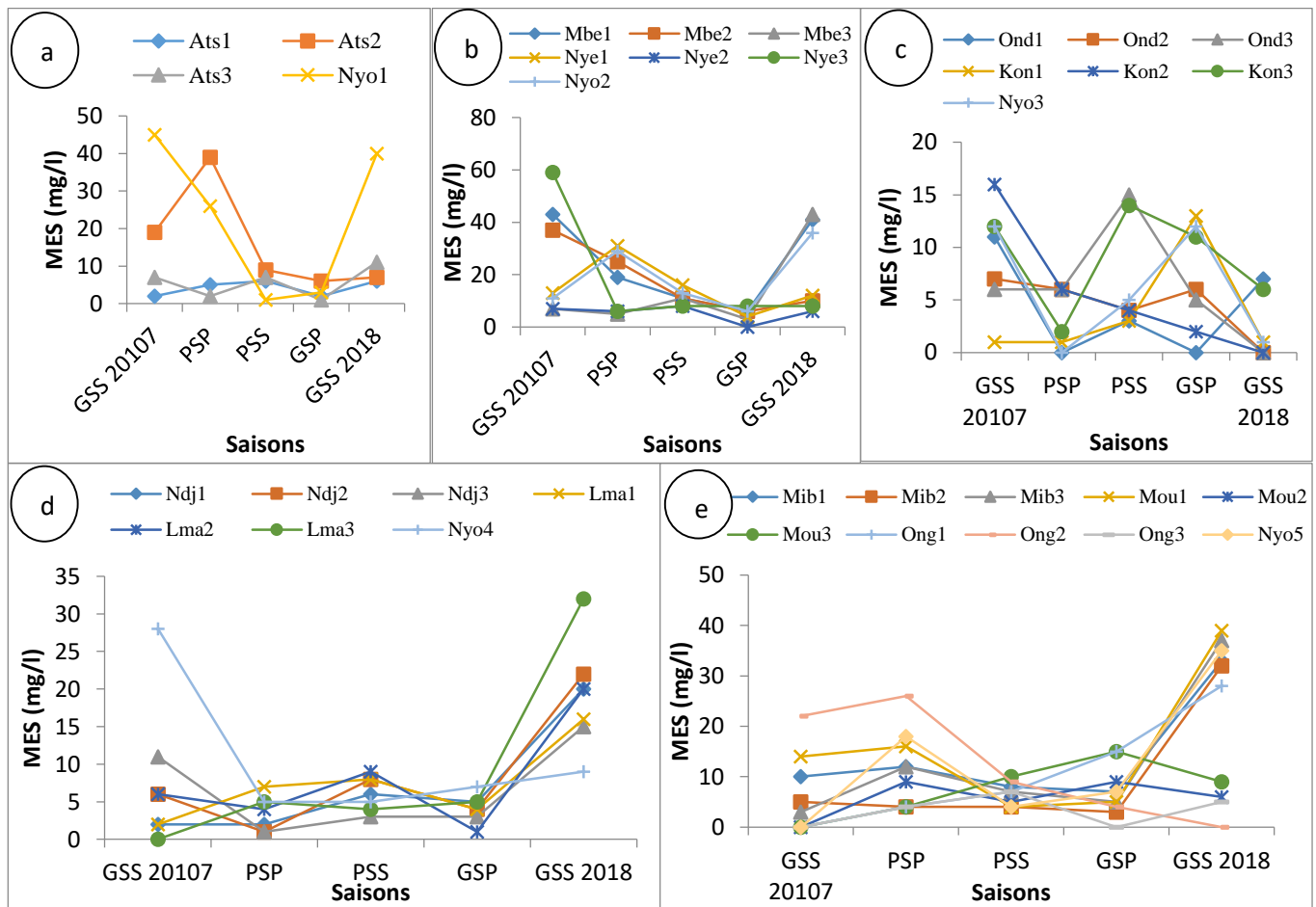


Figure 16 : Variation spatio-temporelle des MES pendant la période d'étude: zone d'Abong -Mbang (a), zone d'Akonolinga (b), zone de Mbalmayo (c), zone de Makak (d), zone côtière (e) : GSS 2017 : grande saison sèche (année 2017), PSP : petite saison sèche, PSS : petite saison sèche, GSP : grande saison de pluies et GSS 2018 : grande saison sèche (année 2018).

❖ Couleur (Pt-Co)

A Abong -Mbang, les valeurs de la couleur de l'eau ont varié entre 19 Pt-Co (Ats 1-PSS) et 466 Pt-Co (Ats 2 - PSP) dans le cours d'eau Atsale (Figure 17a), avec une moyenne de 139,27 ± 0,11 Pt-Co. Les valeurs de ce paramètre n'ont pas significativement varié d'une station à l'autre dans ce cours d'eau d'après le test de Kruskal-Wallis. Le test U de Mann-Whitney quant à lui, montre une différence significative ($p = 0,05$) entre la GSS 2017 et respectivement la PSP et la GSS 2018, entre la PSP et

successivement la PSS, la GSP et GSS 2018 et enfin entre la GSP et la GSS 2018. Pour ce qui est de la station Nyo 1 de la même zone, les valeurs de la couleur fluctuent entre 108 Pt-Co et 380 Pt-Co. D'après Kruskal-Wallis les valeurs de cette station ne diffèrent pas de celles obtenues dans les autres stations de la même zone.

Dans le cours d'eau Mbem d'Akonolinga, la couleur a varié entre 101 Pt-Co et 460 Pt-Co (Figure 17 b), avec une moyenne de $237,60 \pm 133,43$ Pt-Co). D'après le test de Kruskal-Wallis aucune différence significative n'est observée sur le plan spatio-temporel. Dans le bassin versant du Nyelbeu, la couleur de l'eau minimale (97 Pt-Co) est observée à la station Nye 3 pendant la PSS, alors que la couleur maximale (526 Pt-Co) est observée pendant la PSP à la station Nye 3 (Figure 17b). Le test U de Mann-Whitney montre une différence significative ($p > 0,05$) entre toutes les saisons. La station Nyo 2 de la zone d'Akonolinga, a les valeurs de couleur comprises entre 131 Pt-Co (GSP) et 310 Pt-Co. Ces valeurs de couleur ne diffèrent pas de celles obtenues dans les autres stations d'après le test de Kruskal-Wallis.

Le cours d'eau Ondoamedza a une couleur moyenne de $135,67 \pm 89,27$ Pt-Co (Figure 17c), d'après le test de Kruskal-Wallis, elle n'a pas significativement varié d'une station à l'autre encore moins d'une saison à l'autre. Dans le cours d'eau Kongolo, les valeurs de la couleur ont fluctué de 73 Pt-Co (Kon 3- GSS 2018) à 191 Pt-Co (Kon 3-PSS, GSP) (Figure 17c). D'après le test de Man Whitney, dans ce cours d'eau, la couleur a significativement varié entre les stations Kon 1 et Kon 3 et enfin entre Kon 2 et Kon 3. La station Nyo 3 de la même zone, a les valeurs de couleur comprises entre 99 Pt-Co (GSP) et 144 Pt-Co (Figure 17c). Ces valeurs diffèrent significativement de celles obtenues dans les autres stations d'après le test de Kruskal-Wallis. Le test de Mann de Whitney montre qu'il y'a une différence significative entre la station Kon 3 et toutes les stations du cours d'eau Ondoamedza.

A Makak, la valeur moyenne de la couleur enregistrée dans le cours d'eau Ndjockyambi est de $97,60 \pm 37,54$ Pt-Co, elle a varié entre 37 Pt-Co et 144 Pt-Co (Figure 17d). D'après le test de Kruskal-Wallis, La couleur de l'eau n'a pas significativement varié sur le plan spatio-temporel dans ce cours d'eau de même que dans le cours d'eau Lepmassoun où les valeurs ont fluctué de 37 Pt-Co à 188 Pt-Co avec une moyenne de $126,60 \pm 47,84$ Pt-Co (Figure 17d). Dans la station Nyo 4 de la zone, les valeurs de la couleur fluctuent de 43 144 Pt-Co à 107 Pt-Co.

Dans la zone côtière, la couleur a varié de 47 Pt-Co (Mib 1-GSS 2017) à 351 Pt-Co (Mib 1-PSP) avec une moyenne de $122,53 \pm 88,68$ Pt-Co dans le cours d'eau Mibangue. Sur le plan spatial, il n'y a pas une différence significative dans ce cours d'eau d'après le test de Kruskal-Wallis. Sur le plan temporel, il y'a une différence significative quasiment entre toute les saisons (test Mann Whitney ($p=0,05$), excepté entre la GSS 2017 et respectivement la GSP et la PSS, puis entre la PSS et respectivement la GSP et la GSS 2018. Les valeurs de la couleur dans le cours d'eau Moungeon ont varié de 0 Pt-Co (Mou 1-GSS 2017) à 223 Pt-Co (Mou 3-PSP) avec une moyenne de $73,47 \pm 53,78$ Pt-

Co (Figure 17e). Le test de Kruskal- Wallis ne montre aucune différence significative d'une saison à l'autre. D'après le test de Mann Whitney la couleur significativement varié entre la station Mou 1 et les stations Mou 2 et Mou 3 respectivement. Les valeurs de la couleur dans le cours d'eau Ongue ont varié de 67 Pt-Co à 327 Pt-Co (Figure 17e), avec une moyenne de $136,93 \pm 86,06$ Pt-Co. Le test t de Student montre une différence entre la GSS 2018 et la PSP et enfin entre la PSS et la GSP respectivement. La station Nyo5 de cette zone a les valeurs de couleur comprise entre 73 Pt/Co et 271 Pt/Co. D'après le test de Kruskal-Wallis, cette station ne diffère pas significativement des autres.

Les valeurs de la couleur dans l'ensemble du bassin versant du Nyong ont été comprises entre 28,8Pt-Co (Mou 1) et 271 Pt-Co (Nye 3). Le test de Mann Withney montre une différence significative entre la station Ats 1 et les stations Nye 3 et Nyo 1; puis entre la station Kon 2 et les stations Mbe 1, Mbe 2, Mbe 3 et Nyo 2, puis entre Mib 3 et Nyo 1 et Nyo 2 successivement.

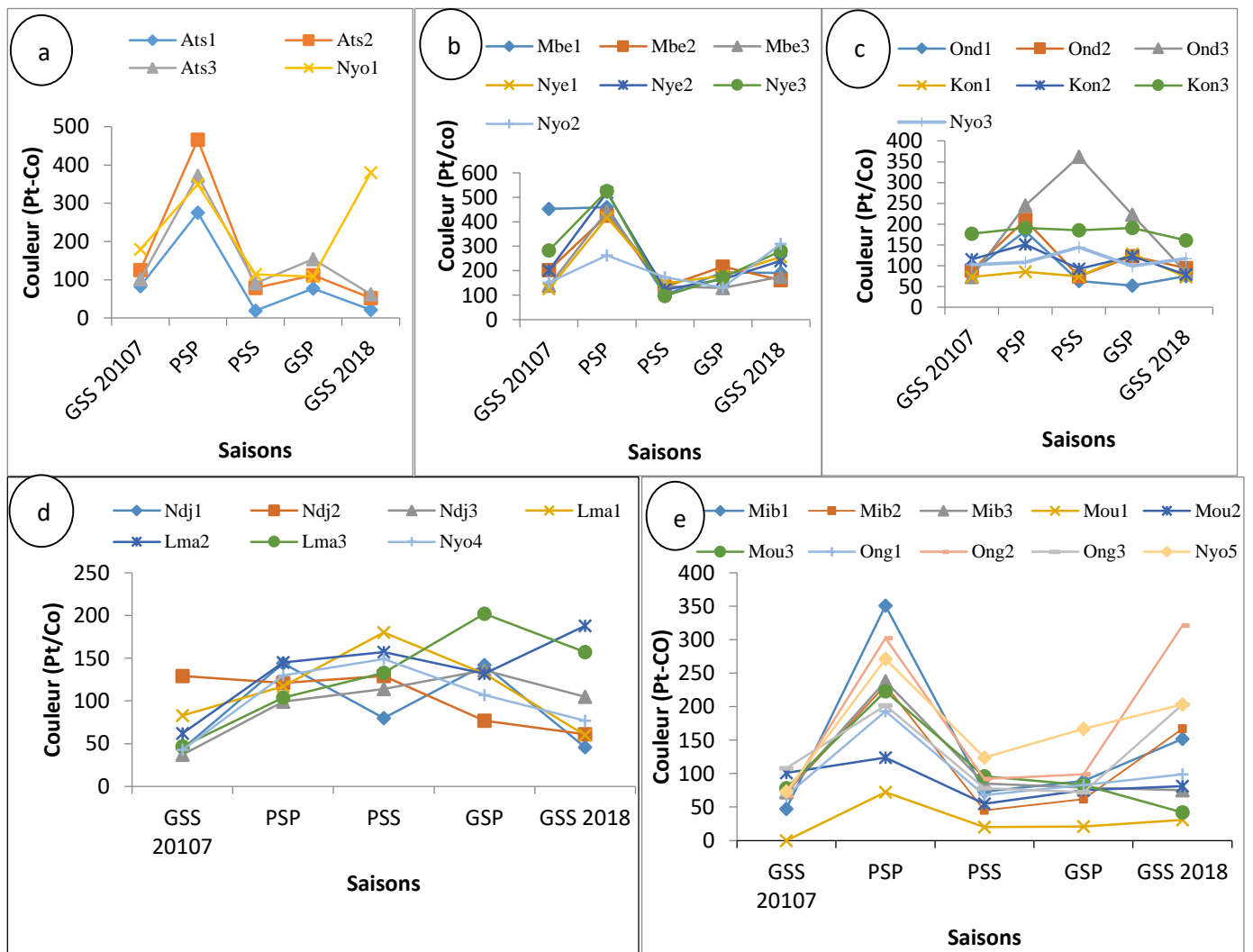


Figure 17 : Variation spatio-temporelle des valeurs de la couleur pendant la période d'étude :

zone d'Abong -Mbang (a), zone d'Akonolinga (b), zone de Mbalmayo (c), zone de Makak (d), zone côtière (e) : GSS 2017 : grande saison sèche (année 2017), PSP : petite saison sèche, PSS : petite saison sèche, GSP : grande saison de pluies et GSS 2018 : grande saison sèche (année 2018).

➤ **Variation spatio-temporelle des paramètres chimiques**

❖ **Oxygène dissous, pourcentage de saturation en oxygène dissous et oxydabilité**

Dans la zone d'Abong-Mbang, les variations des teneurs en oxygène dissous dans le cours d'eau Atsale oscillent entre 4,66 mg/l (Ats 1- GSP) et 6,43 mg/l (Ats 1-GSS 2018), pour une moyenne de $5,68 \pm 0,58$ mg/l (Figure 18a). Les valeurs du pourcentage en oxygène varient de 61,33% à 68,6% avec une moyenne de $63,35 \pm 2,49\%$ (Figure 18b). L'oxydabilité a varié de 0,05 mg/l à 0,95 mg/l ($0,54 \pm 0,39$ mg/l) dans ce même cours d'eau (Figure 18c). Le test de Kruskal-Wallis montre que l'oxygène dissous, l'oxydabilité et le pourcentage d'oxygène n'ont pas significativement varié sur le plan spatio-temporel dans le cours d'eau Atsale. Dans la station Nyo 1 de la même zone, ces paramètres ont varié de 5,15 mg/l à 6,2 mg/l, de 59,7% à 65,6% et de 0,2 mg/l à 1,45 mg/l respectivement pour l'oxygène dissous, le pourcentage de saturation en oxygène et l'oxydabilité (Figure 18a, 18b et 18c). D'après le test de Kruskal-Wallis dans cette zone, les valeurs de l'oxygène dissous et de l'oxydabilité n'ont pas significativement varié que sur le plan saisonnier.

Dans la zone d'Akonolinga, le cours d'eau Mbem a les valeurs minimales de l'oxygène dissous, du pourcentage d'oxygène et de l'oxydabilité sont respectivement de 5,3 mg/l, 60,8% et de 0,05 mg/l et les valeurs maximales sont respectivement de 6,79 mg/l, 68,7% et 1,75 mg/l (Figure 18d, 18e, et 18f), leurs valeurs moyennes sont de $5,89 \pm 0,38$ mg/l, $64,12 \pm 2,02\%$ et $0,60 \pm 0,41$ mg/l. Le test de Kruskal-Wallis ne montre aucune différence significative sur le plan spatio-temporel pour l'oxygène dissous, l'oxydabilité et le pourcentage de saturation en Oxygène dans ce cours d'eau. Dans le bassin versant du Nyelbeu, l'oxygène dissous minimal (4,03 mg/l) est observé à la station Nye 3 pendant la PSP, celle du pourcentage d'oxygène (59,8%) est observée à Nye 3 pendant la GSP et celle de l'oxydabilité (0,1 mg/l) est observée à Nye 2 pendant la GSS 2018. Les valeurs maximales de l'oxygène dissous (6,67 mg/l), du pourcentage de saturation en oxygène (70,6%) et l'oxydabilité (1,6 mg/l) sont observées pendant la GSS 2018 aux stations Nye 1 et à Nye 2 pendant la GSS 2018 et aux stations Nye 1 et Nye 2 pendant la PSP respectivement (Figure 18d, Figure 18e et Figure 18f). Dans ce cours d'eau, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée sur le plan spatio-temporel pour ce qui est de ces trois paramètres. Pourtant, le test de Mann Whitney montre une différence significative entre la PSP et la PSS et enfin entre la PSP et la GSS 2018. La station Nyo 2 de la même zone a des valeurs de l'oxygène dissous, du pourcentage de saturation en oxygène et de l'oxydabilité qui ont varié respectivement de 5,4 mg/l (GSP) à 6,66 mg/l (GSS 2018), de 61% (GSP) à 66,7% (PSP) et de 0,2 mg/l (PSS) à 1,15 mg/l (GSS 2018) (Figures 18d, 18e et 18f). Dans cette zone la différence significative n'est observée que sur le plan saisonnier pour l'oxygène dissous d'après le test de Kruskal-Wallis et l'oxydabilité n'a pas significativement varié sur le plan spatio-temporel.

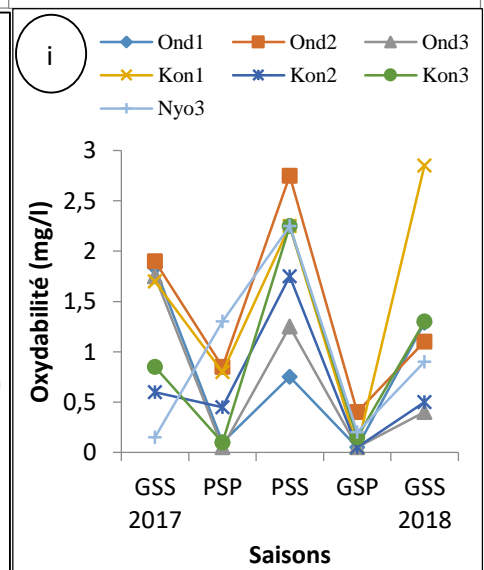
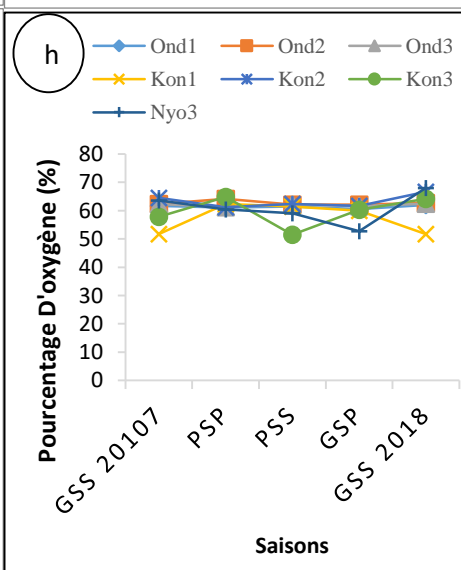
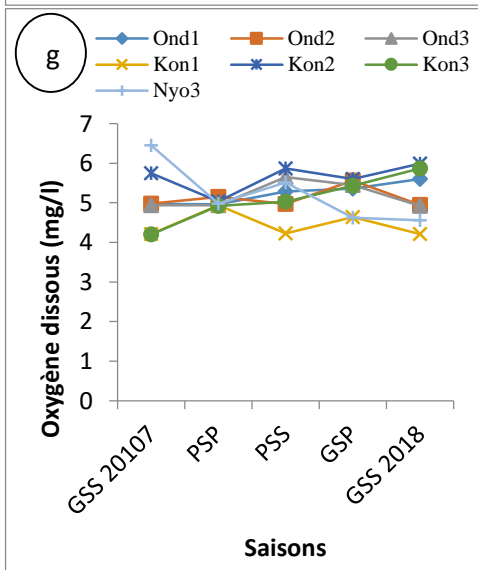
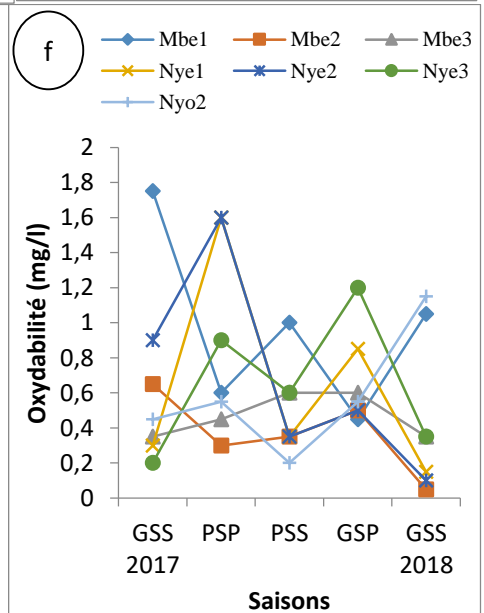
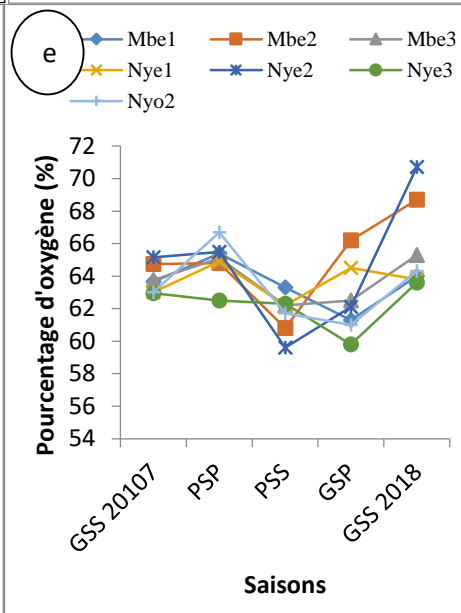
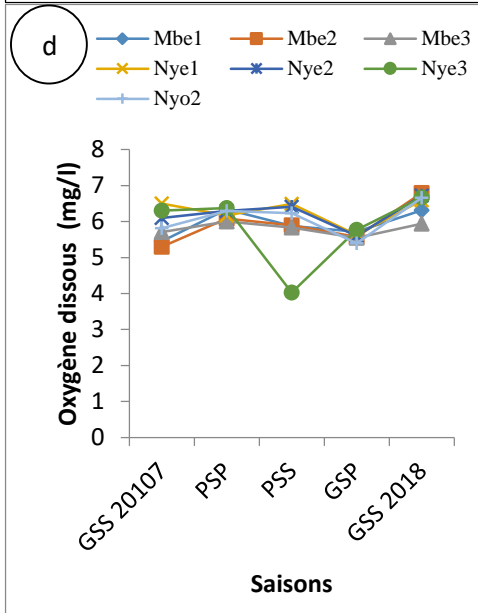
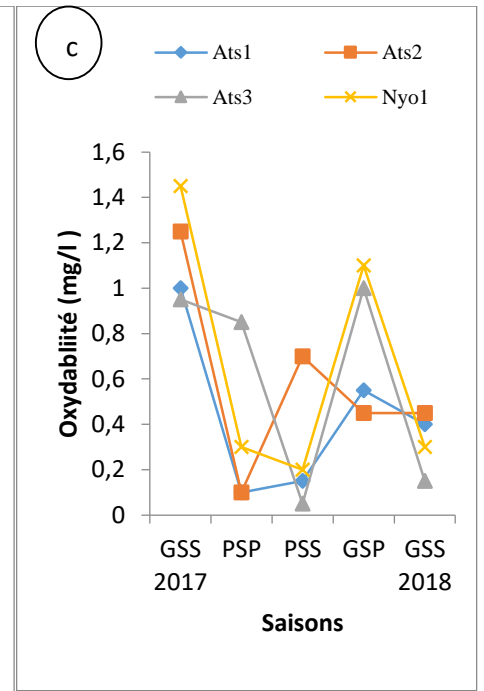
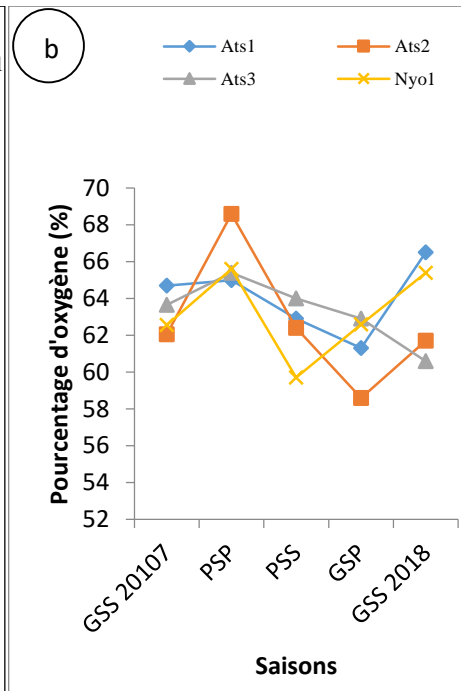
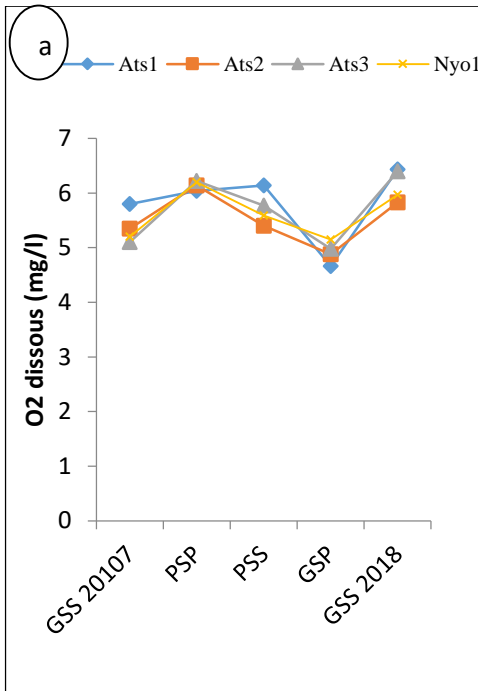
Le cours d'eau Ondoamedza de la zone de Mbalmayo a une valeur moyenne d'oxygène de $5,18 \pm 0,28$ mg/l, celle du pourcentage de saturation en oxygène est de $62,01 \pm 0,86$ mg/l ayant varié entre 60,5% (Ond 1- GSP) et 64,2% (Ond 2- PSP) et celle de l'oxydabilité est de $0,97 \pm 0,83$ mg/l (Figure 18g, 18h et 18i). D'après le test de Kruskal-Wallis, dans ce cours d'eau, l'oxygène dissous n'a pas significativement varié d'une saison à l'autre encore moins d'une saison à l'autre, quant au test de Mann Whitney, il montre que l'oxydabilité a varié significativement entre la GSS 2017 et la GSP et enfin entre PSS et GSP. Dans le cours d'eau Kongolo, l'oxygène dissous a varié de 4,2 mg/l (Kon 3- GSS 2017) à 5,99 mg/L (Kon 2-GSS 2018) (Figure 18g), le pourcentage de saturation en oxygène quant à lui a varié de 51,5% à 66% avec une moyenne de $60,17 \pm 4,92\%$ (Figure 18h), pourtant l'oxydabilité a varié de 0,1mg/l (Kon 3-PSP) à 2,85 mg/l (Kon 1- GSS 2018) (Figure 18i). D'après le test de Man Whitney, dans ce cours d'eau l'oxygène dissous a significativement variée entre Kon 1 et Kon 2 et l'oxydabilité a varié entre la GSS 2017 et la PSS et GSP respectivement, puis entre la PSP et la PSS, puis entre la PSS et la GSP et enfin entre la GSP et la GSS 2018. La station Nyo 3 de la même zone a les valeurs d'oxygène dissous qui fluctuent entre 4,56 mg/l (GSS 2018) à 6,45 mg/l (GSS) (Figure 18g). Pourtant, les valeurs d'oxydabilité ont varié de 0,15 mg/l (GSS 2017) à 2,25(PSS) (Figure 18i). Dans cette zone les valeurs de l'oxygène dissous obtenues à la station Nyo 3 ont significativement varié des autres stations. Dans cette, il y'a une différence significative entre la station Kon 1 et les stations Ond 1 et Ond 2 respectivement, puis entre la station Ond 2 et la station Kon 2 pour les valeurs de l'oxygène dissous. Il y'a également une différence significative sur le plan saisonnier d'après le test de Kruskal-Wallis entre les valeurs de l'oxydabilité.

A Makak, les valeurs moyennes de l'oxygène, du pourcentage d'oxygène et de l'oxydabilité enregistrées dans le cours d'eau Ndjockyambi sont de $5,60 \pm 0,84$ mg/l, de $63,10 \pm 3,65$ % et de $0,77 \pm 0,86$ mg/l respectivement. Ces valeurs ont varié entre 4,5mg/l (Ndj 1-PSP) et 6,67mg/l (Ndj 3-PSSS) pour l'oxygène dissous (Figure 18j), de 60,1 % (Ndj 1 –PSP) à 66,1 mg/l (GSS 2018- Ndj 1 et Ndj 3) pour le pourcentage de saturation en oxygène (Figure 18 k) et de 0,1 mg/l (Lma 2-PSS et Lma 3- GSS 2018) à 2,35 mg/l (Ndj 2-PSP) pour l'oxydabilité (Figure 18l) . Le test de Kruskal-Wallis ne montre aucune différence significative sur le plan spatio - temporel pour ce qui est de l'oxydabilité, pourtant d'après le test de Mann Whitney, dans le cours d'eau Ndjockyambi le pourcentage de saturation en oxygène dissous a significativement varié entre la GSS 2017 et respectivement la PSP, la PSS et la GSS 2018 ; puis entre PSS et la GSS 2018 et enfin entre la GSP et la GSS 2018. Quant à l'oxygène dissous, la différence est très peu significativement en terme de saison d'après le test de Mann Whitney ($P=0,05$). Dans le cours d'eau Lepmassoun les valeurs d'oxygène dissous, du pourcentage de saturation en oxygène et de l'oxydabilité ont fluctué respectivement de 4,5 mg/l à 6,87mg/l ($5,30 \pm 0,48$ mg/l) pour l'oxygène dissous, de 60 % à 69,9 % ($64,25 \pm 2,98\%$) pour le pourcentage de saturation en oxygène et de 0,1 à 2,75 mg/l ($0,87 \pm 0,82$ mg/l) pour l'oxydabilité (Figures 18j, 18k et 18l). Le test de Kruskal-

Wallis montre qu'il n'y a pas une différence significative tant au niveau des stations que sur le plan saisonnier pour ces trois paramètres dans le cours d'eau Lepmassoun. Dans la station Nyo 4 de la même zone, ces paramètres ont respectivement varié de 4,78 mg/l (GSP) à 6,75 mg/l (GSS 2018) pour l'oxygène dissous et de 0,05 mg/l (GSS) à 0,4 mg/l (PSP) pour l'oxydabilité. Cette station n'a pas significativement varié des autres stations pour ces paramètres. Dans cette zone, il y'a eu une différence significative sur le plan saisonnier d'après le test de Kruskal-Wallis.

Les valeurs de l'oxygène dissous et du pourcentage de saturation en oxygène ont varié respectivement de 5,11 mg/l à 5,63 mg/l ($5,99 \pm 0,21$ mg/l, $a=0,52$ mg/l), de 59,5% à 68,3% ($63,31 \pm 2,68\%$, $a=8,8\%$) et de 0,15 à 0,85 mg/l ($0,46 \pm 0,21$ mg/l) dans le cours d'eau Mibangue de la zone littorale (Figure 18m, 18n et 18o). Il n'y a pas une différence significative sur le plan spatial dans ce cours d'eau d'après le test de Kruskal-Wallis pour ces trois paramètres. Les valeurs de l'oxygène dissous, du pourcentage de saturation en oxygène et de l'oxydabilité dans le cours d'eau Moungoe de la même zone ont varié de 4,78 mg/l à 5,63 mg/l ($5,27 \pm 0,30$ mg/l, $a=0,85$ mg/l), de 59,3 % à 64,5% ($62,27 \pm 1,86\%$) et de 0,2 à 0,75 ($0,44 \pm 0,27$ mg/l) (Figures 18m, 18n et 18o). Le test de Kruskal-Wallis ne montre aucune différence significative d'une saison à l'autre de même que d'une station à l'autre pour l'oxygène dissous et le pourcentage de saturation en oxygène, par contre l'oxydabilité a varié d'une saison à l'autre. Les valeurs de l'oxygène dissous, du pourcentage d'oxygène et de l'oxydabilité dans le cours d'eau Ongue ont varié de 4,26 mg/l (Ong 2-PSS) à 5,69 mg/l (Ong 3-PSS), de 54,2% (Ong 3- PSS) à 68,3% (Ong 3- PSP) et de 0,25 mg/l (Ong 1 et Ong 3-PSS) à 0,85 mg/l (Ong 1 et Ong 3- GSS 2018) respectivement (Figure 18m, 16n et 16o). Le test t de Student montre une différence significative entre la PSP et successivement la PSS, la GSP et la GSS 2018, une différence significative est également observée entre la PSS et la GSS 2018 et entre GSP et la GSS 2018 pour l'oxygène dissous, pourtant l'oxydabilité n'a pas significativement varié sur le plan spatio - temporel. La station Nyo5 de cette zone a des valeurs d'oxygène dissous qui fluctuent entre 4,35 mg/l (PSS) et 5,7 mg/l (GSS 2018) (Figure 18m) et les valeurs de l'oxydabilité ont varié de 0,05 mg/l (GSS 2018) à 1,75 mg/l (PSS). Cette station n'a pas significativement varié des autres stations pour ces paramètres. Dans cette zone, il y'a une différence significative sur le plan saisonnier d'après le test de Kruskal-Wallis.

Le test de Kruskal-Wallis ne montre aucune différence sur le plan spatial pour le pourcentage de saturation en oxygène et pour les valeurs de l'oxydabilité dans l'ensemble du bassin versant du Nyong. D'après le test de Mann Withney, les valeurs d'oxygène dissous ont significativement varié entre la station Ats 1 et les stations Ats 2 et Kon 1; puis entre Ndj 1 et Nyo 1; puis entre Nyo 2 et Mib 3 et enfin entre Kon 1 et Nye 1, Nye 2 et Nyo 2. On note une différence significative entre la station Nyo 4 et toute les autres sations excepté avec les stations Ong 2, Mou 1, Mou 2, Mou 3, Ong 1, Ats 1, Mbe 2, Mbe 3, Ndj 1 et Mib 1 dans l'ensemble du bassin versant du Nyong.



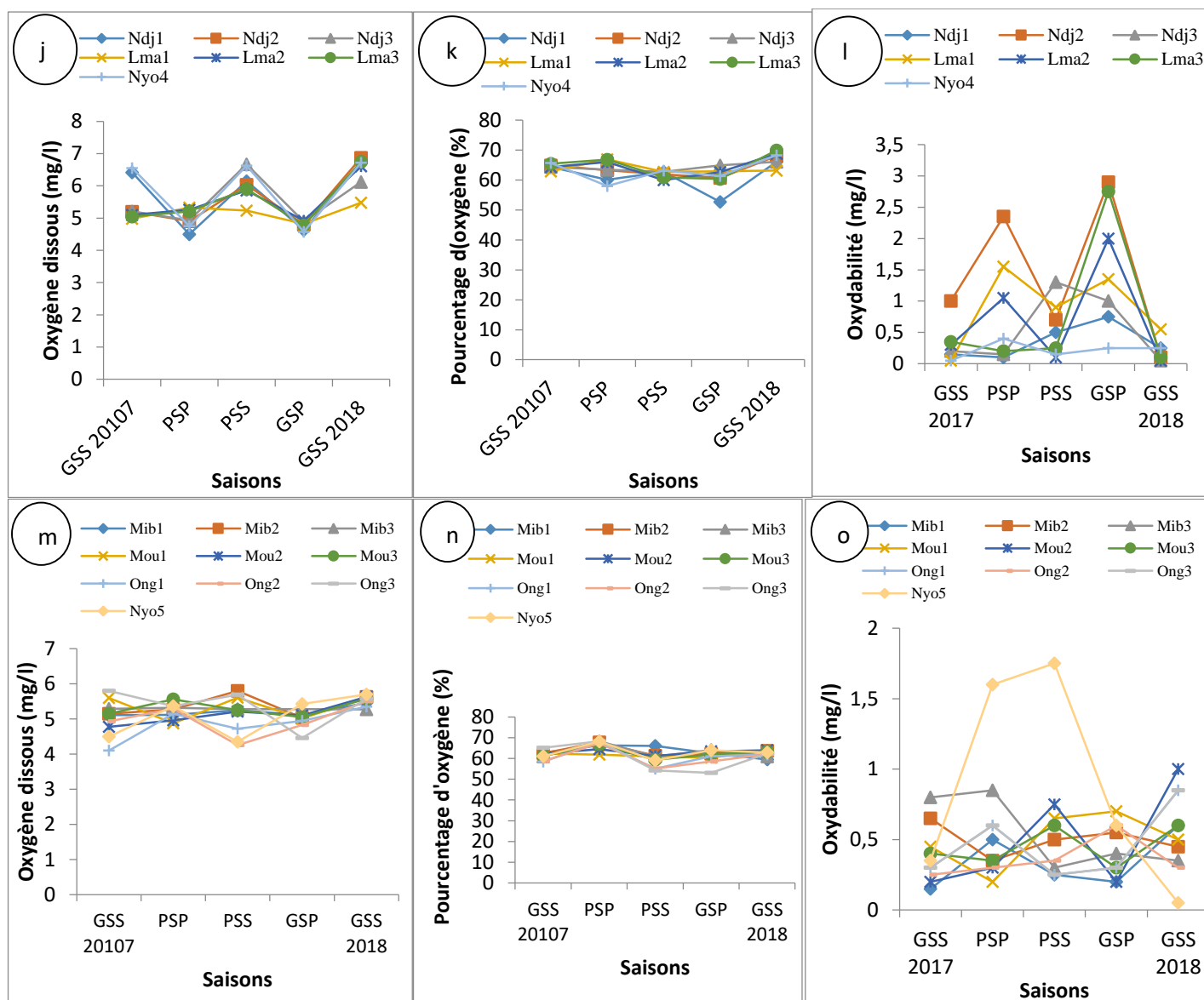


Figure 18 : Variation spatio-temporelle des teneurs en oxygène dissous (a, d, g, j,m), du pourcentage de saturation en oxygène (b, e, h, k, n) et de l'oxydabilité (c, f, i, l, o) pendant la période d'étude : GSS 2017 : grande saison sèche (année 2017), PSS : petitesaisonsèche, PSS:petitesaisonsèche, GSP : grande saison de pluies et GSS 2018 : grande saison sèche (année 2018).

❖ pH, Alcalinité et Dioxyde Carbone (CO₂)

Dans la zone d'Abong -Mbang, les variations de la teneur en pH dans le cours d'eau Atsale oscillent entre 4,34 UC (Ats 3-GSP) et 8,96 UC (Ats 3-GSS 2017) avec une moyenne de $6,69 \pm 1,44$ UC (Figure 19a), l'alcalinité, lui a varié de 2 mg/l Ats 3-GSS 2018 à 30 mg/l (Ats 1-PSS) avec une moyenne de $8,40 \pm 7,79$ mg/l (Figure 19b). Le dioxyde de carbone quant à lui a varié de 1,76 mg/l (Ats 2-GSS 2018 et Ats 1-PSP) à 29,72 mg/l (Ats 2-PSS) (Figure 19c). Le test de Mann Whitney montre une différence significative ($P > 0,05$) entre la PSP et la PSS, puis entre la PSS et la GSP et enfin entre la GSP et la GSS 2018 pour ce qui est de l'alcalinité ; concernant le pH, ce test ne montre pas une différence significative ($p=0$) entre les différentes saisons dans le cours d'eau Atsale. La station Nyo 1

de cette zone a les valeurs minimales de 4,81 UC (GSS 2017), 4mg/l (GSP) et 3,53 mg/l (GSS 2018) respectivement pour le pH, l'alcalinité et le CO₂. Leurs valeurs maximales sont respectivement de 7,62 UC (GSS 2018), 12 mg/l (PSS) et 22,88 mg/l (PSS). Cette station n'a pas significativement varié par rapport aux autres pour tous ces paramètres d'après le test de Kruskal-Wallis. Dans cette zone, la différence significative est observée sur le plan saisonnier uniquement d'après le même test.

Dans le cours d'eau Mbem de la zone d'Akonolinga, les valeurs minimales du pH, d'alcalinité et du dioxyde de carbone sont respectivement de 3,68 UC (Mbe 2-GSP), de 2 mg/l (Mbe 3-GSP) et de 0 mg/l (Mbe 2- GSS 2017) alors que leurs valeurs maximales sont respectivement de 7,97 UC, de 30 mg/l (Mbe 2- GSS 2017) et de 33,44 mg/l (Mbem1 –PSP et PSS) (Figures 19d, 19e et 19f), avec des moyennes de $6,42 \pm 1,42$ UC, $11,33 \pm 7,47$ mg/l et $9,89 \pm 17,42$ mg/l respectivement pour le pH, l'alcalinité et le dioxyde de carbone. Le test de Kruskal-Wallis ne montre aucune différence significative sur le plan spatial pour le pH et le dioxyde de carbone, pourtant le test de Mann Whitney ($P < 0,05$) montre une différence significative entre la GSS 2018 et toutes les autres saisons excepté la PSS puis entre la PSP et la PSS et la GSP, ensuite une différence significative est notée entre la PSS et la GSP, et enfin entre la GSP et la GSS 2018 pour l'alcalinité. Ce test montre également qu'il n'y a pas différence significative ($p = 0,5$) entre toutes les saisons pour le pH. Dans le bassin versant du Nyelbeu, le pH minimal (4 UC) est observé à la station Nye 2 pendant la GSP, pourtant la valeur minimale de l'alcalinité (2 mg/l) est observée à Nye 1 pendant la GSP et celle du CO₂ (1,76 mg/l) est observée à Nye 2 et Nye 3 pendant la GSS 2017. Les valeurs maximales du pH (7,86 UC), d'alcalinité (60 mg/l) et du CO₂ (55,08 mg/l) sont observées respectivement pendant la GSS 2018 à la station Nye 1, à Nye 1 pendant la GSS 2017 et Nye 3 pendant la PSP (Figures 19d, 19e et 19f). Dans ce cours d'eau aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée tant sur le plan saisonnier qu'en terme de station pour l'alcalinité et le CO₂, pour le pH une différence significative est observée entre toute les saisons d'après le test de Mann Whitney ($p = 0,50$). Dans la station Nyo 2 de la même zone, les valeurs de ces paramètres fluctuent de 3,72 UC (GSP) à 7,8 (PSP), de 6 mg/l (GSP) à 22mg/l (GSS 2018) et de 1,76 mg/l (GSS 2017) à 19,36 mg/l (PSS) respectivement pour le pH, l'alcalinité et le CO₂ (Figures 19d, 19e et 19f). Cette station n'a pas significativement varié sur le plan spatial des autres stations pour ces paramètres (test de Kruskal-Wallis). Dans cette zone, la différence significative n'est observée que sur le plan saisonnier d'après le même test, mais aucune différence n'est observée entre les stations des deux cours d'eau.

Dans le cours d'eau Ondoamedza de la zone de Mbalmayo, le pH a varié de 5,25 UC à 7,97 UC ($6,66 \pm 0,75$ UC), l'alcalinité, lui a varié de 1 mg/l (Ond 3-GSS 2017) à 48 mg/l (Ond 3- PSS) avec une moyenne de $9,80 \pm 11,94$ mg/l et le CO₂ a varié de 1,76 mg/l à 124,96 mg/l ($34,09 \pm 39,42$ mg/l) (Figures 19g, 19h et 19i). Le CO₂ n'a pas significativement varié sur le plan spatio-temporel d'après le test de Kruskal-Wallis dans ce cours d'eau. D'après le test de Mann Whitney ($p < 0,05$), le pH a

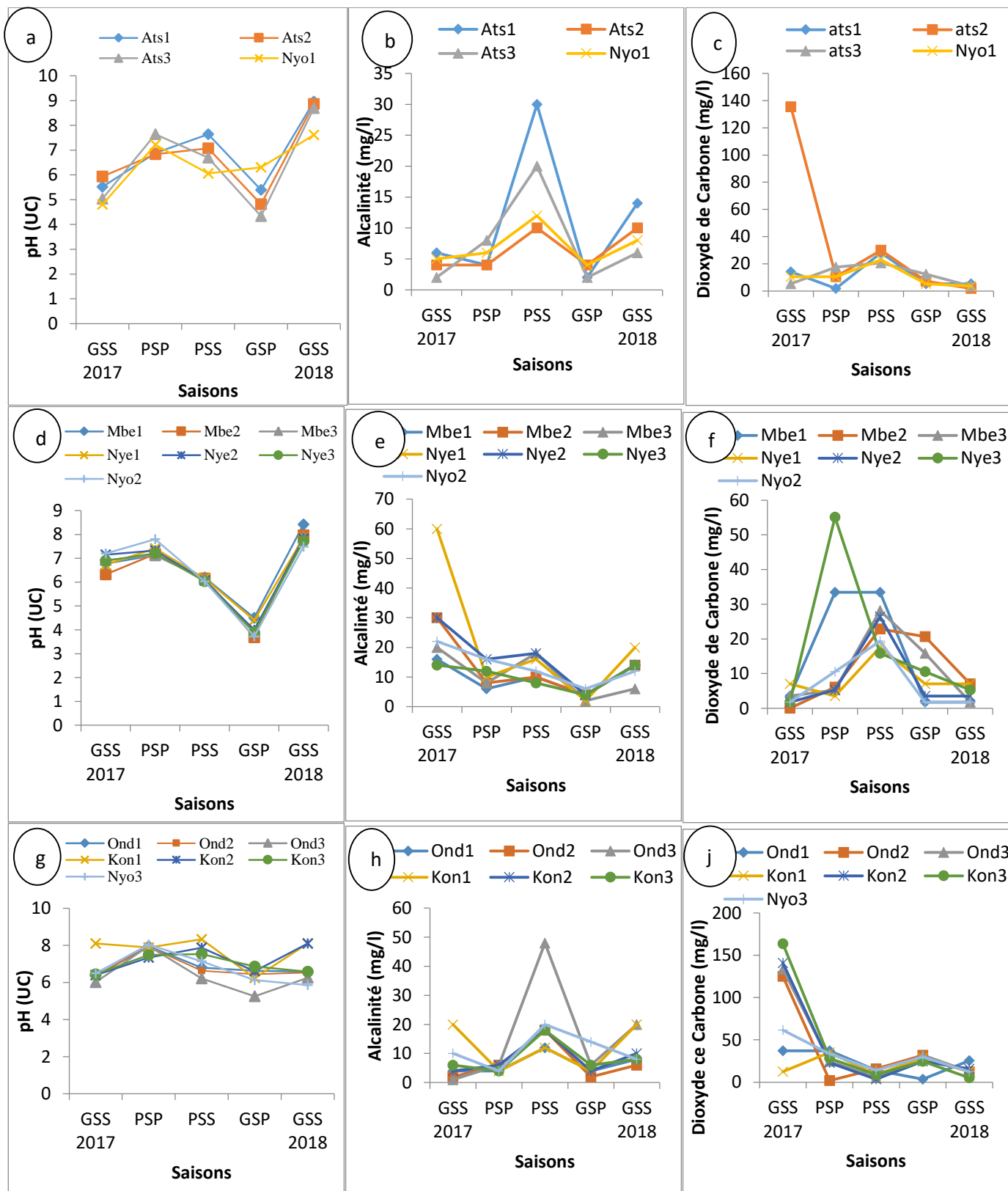
significativement varié entre la GSS207 et la PSP, l'alcalinité a varié significativement entre la PSP et la PSS dans le cours d'eau Ondoamedza. Dans le cours d'eau Kongolo, le pH a varié de 6,24 UC (Kon- GSP) à 8,33 UC (Kon-PSS) (Figure 19g), l'alcalinité quant à lui a varié de 4 mg/l à 20 mg/l avec une moyenne de $9,51 \pm 6,19$ mg/l (Figure 19h) et le CO₂ a fluctué de 3,52 mg/l (Kon 2-PSS) à 140 mg/l (Kon 2- GSS 2017) (Figure 19i). D'après le test de Kruskal-Wallis, dans ce cours d'eau le pH et l'alcalinité n'ont pas significativement varié sur le plan spatial et saisonnier, le CO₂ a varié significativement entre la GSS 2017 et la PSS, entre la PSP et la PSS, entre la PSS et la GSP et enfin entre la GSP et la GSS 2018. Dans cette zone, la station Nyo 3 a des valeurs qui fluctuent de 5,86 UC (GSS 2018) à 8,04 (PSP), de 4 mg/l (PSP) à 20mg/l (PSS) et de 12,32 mg/l (GSS 2018) à 61,6 mg/l (GSS 2017) respectivement pour le pH, l'alcalinité et le CO₂ (Figures 19g, 19h et 19i). Les valeurs de cette station ont significativement varié des autres stations de la zone pour tous ces paramètres d'après le test de Kruskal-Wallis. Dans cette zone, la différence significative est observée sur le plan saisonnier d'après le même test, par contre aucune différence significative de ces paramètres n'est observée entre les stations des deux cours d'eau.

Dans la zone de Makak, la valeur moyenne du pH, de l'alcalinité et du CO₂ enregistrée dans le cours d'eau Ndjockyambi sont de $7,08 \pm 0,36$ UC, de $12,13 \pm 12,15$ mg/l et de $19,83 \pm 14,50$ mg/l respectivement. Les valeurs de ces paramètres ont varié respectivement entre 6,58 UC (Ndj 3-GSS 2017) et 7,74 UC (Ndj 3-GSS 2018) (Figure 19j) pour pH, de 2 mg/l (Ndj 2, Ndj 3 –PSS) à 44 mg/l (Ndj 3-GSS 2018) pour l'alcalinité (Figure 19k) et de 1,77 mg/l (Ndj 2-GSS 2017) à 52,8 mg/l (Ndj 1-GSS 2017) (Figure 19l). Le test de Kruskal-Wallis a montré que le CO₂ n'a pas significativement varié d'une station à l'autre encore moins d'une saison à l'autre. D'après le test de Mann Whitney, dans le cours d'eau Ndjockyambi l'alcalinité a significativement varié entre la GSS 2017 et respectivement la GSP et la GSS 2018 ; puis entre la PSS et la GSP et GSS 2018 respectivement. Quant au pH, il y'a pas de différence significative en terme de saison d'après le test de Mann Whitney ($P \geq 0,05$). Dans le cours d'eau Lepmassoun de la même zone, les valeurs de pH sont légèrement acides et avec une tendance de neutralité. Ainsi le pH a varié significativement de 6.66 UC (Lma 1, PSS) à 7,57UC (Lma 2, GSP) dans le cours d'eau Lepmassoun avec une moyenne de $6,85 \pm 0,60$ UC pour pH (Figure 19j). Les valeurs de l'alcalinité dans ce cours d'eau ont fluctué de 2 mg/l à 20 mg/l, avec une moyenne de $9,37 \pm 9,53$ mg/l (Figure 19k). Celles du CO₂ ont fluctué de 1,76 mg/l à 102,8 mg/l ($32,21 \pm 36,51$ mg/l) (Figure 19l). Le test de Kruskal-Wallis montre qu'il n'y a pas une différence significative sur le plan spatio-temporel pour le pH. L'alcalinité et les valeurs du CO₂ ont significativement varié entre la GSS 2017 et toutes les autres saisons, puis entre la PSP et la GSS 2018 et enfin entre la GSP et la GSS 2018 dans le cours d'eau Lepmassoun d'après le test de Mann Whitney. Dans la station Nyo 4 de la zone de Makak, les valeurs fluctuent de 6,36 UC (GSS 2017) à 7,39 (GSS 2018), de 2 mg/l (PSS et GSS 2017) à 14mg/l (GSP) et de 3,17 mg/l (GSS 2018) à 80,16 mg/l (GSP) respectivement

pout le pH, l'alcalinité et le CO₂ (Figure 19m, 19n et 19o). Cette station n'a pas significativement varié des aux autres stations des cours d'eau pour ces paramètres d'après le test de Kruskal-Wallis. Dans cette zone la différence significative est observée sur le plan saisonnier d'après le même test, par contre aucune différence significative de ces paramètres n'est observée entre les stations des deux cours d'eau.

Le pH, l'alcalinité et le CO₂ ont varié respectivement de 4,21 UC à 6,96 UC ($6,29 \pm 1,04$ UC), de 2 mg/l à 18 mg/l ($6,87 \pm 4,70$ mg/l) et de 7,04 (Mib 3-GSS 2018) à 45,76 mg/l (Mib 3-PSP) (Figures 19m, 18n et 18o). Il n'y a pas une différence significative dans le cours d'eau Mibangue d'une station à une autre encore moins d'une saison à l'autre d'après le test de Kruskal-Wallis pour le pH et l'alcalinité. Pourtant, le CO₂ a varié significativement entre toutes les différentes saisons d'après le test de Mann Whitney. Les valeurs du pH, de l'alcalinité et du CO₂ dans le cours d'eau Mougou ont varié de 4,44 UC à 7,25 UC ($6,20 \pm 1$ UC), de 2 mg/l à 58 mg/l ($9,27 \pm 13,76$ mg/l) et de 7,04 mg/l (Mou 1 et Mou 3-GSS 2018) à 49,28 mg/l (Mou 1-GSP) (Figures 19m, 18n et 18o). Le test de Mann Whitney montre une différence significative entre la GSS 2017 et respectivement la PSP et la GSP et puis entre la GSP et la GSS 2018 pour les valeurs du pH et d'alcalinité. Quant aux valeurs du CO₂ la différence significative a été plutôt observée entre GSS207 et la GSS 2018, puis entre la PSS et la GSP et enfin entre la GSP et la GSS 2018. Dans le cours d'eau Ongue le pH, l'alcalinité et le CO₂ ont varié de 4,58 UC (Ong 1-PSS) à 7,16 UC (Ong 3-GSS 2018), de 3 mg/l (Ong 3- GSP) à 22mg/l (Ong 2- PSP) et de 1,76 mg/l à 38,72 mg/l (Figure 19m, 19n et 19o). Le test t de Student ($P= 0,46$) montre une légère différence significative entre la GSS 2017 et successivement la PSP, la PSS et enfin la GSS 2018, une différence significative est également observée entre la PSP et la PSS et la GSS 2018 respectivement, elle est observée aussi entre la PSS et successivement la GSP et la GSS 2018 et enfin entre la GSP et la GSS 2018 pour le pH, le CO₂ a aussi varié d'une saison à l'autre. Dans la station Nyo5 de la zone côtière, les valeurs fluctuent de 4,2 UC (PSS) à 7,25 (GSS 2018), de 4 mg/l (PSS) à 34mg/l (GSP) et de 8,8 mg/l (GSS 2018) à 44 mg/l (GSP) respectivement pour le pH, l'alcalinité et le CO₂ (Figure 19m, 19n et 19o). Cette station n'a pas significativement varié par rapport aux autres stations des cours d'eau au vue de tous ces paramètres d'après le test de Kruskal-Wallis. Dans cette zone la différence significative est observée sur le plan saisonnier d'après le même test, par contre aucune différence significative de ces paramètres n'est observée entre les stations des deux cours d'eau.

Dans l'ensemble du bassin du Nyong, les valeurs de pH, du CO₂ et de l'alcalinité n'ont pas significativement varié sur le plan spatial mais plutôt sur le plan saisonnier d'après le test de Kruskal-Wallis.



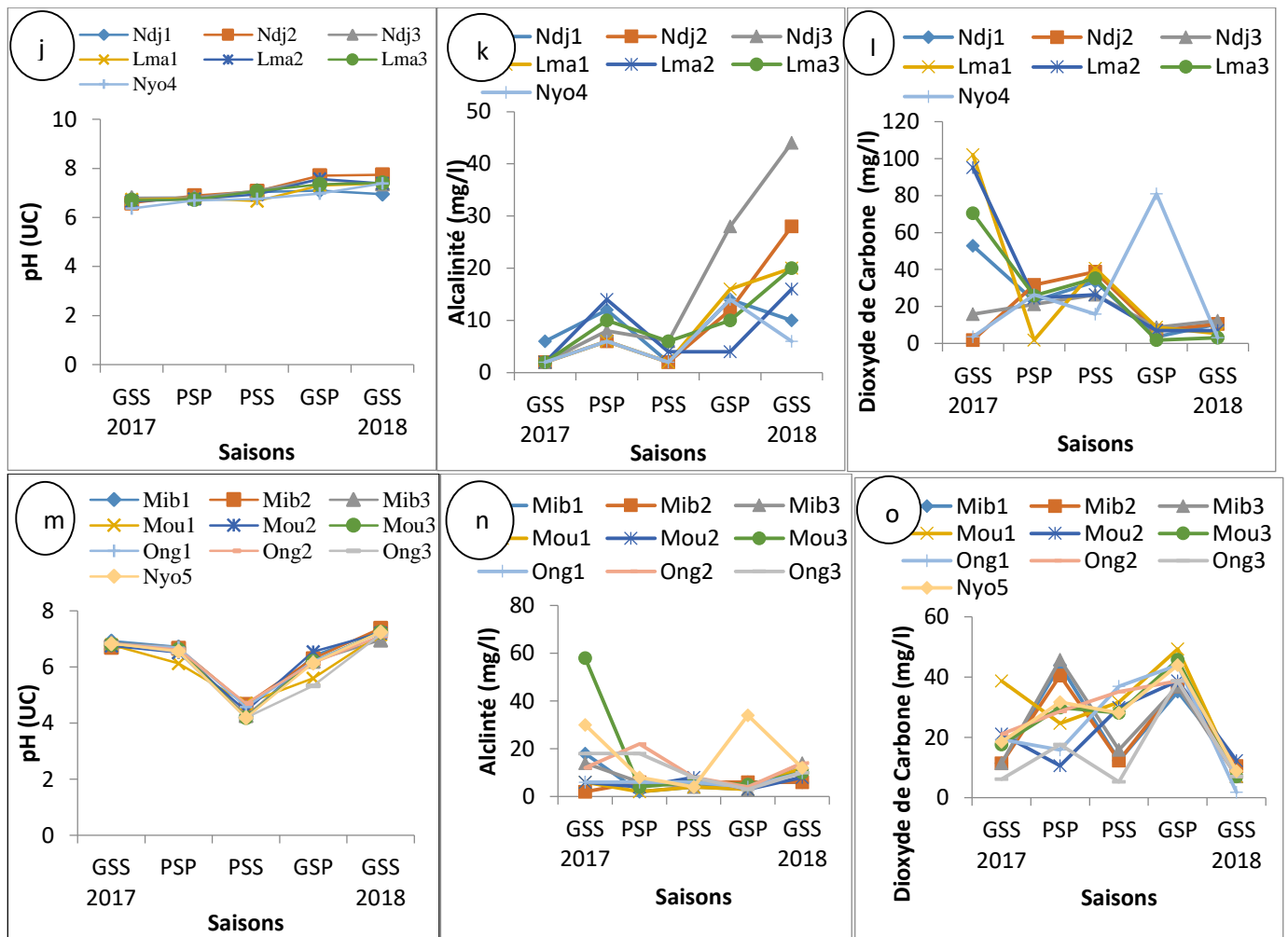


Figure 19 : Variation spatio- temporelle du pH (a, d, g, j, m et p), de l’alcalinité (b, e, h, k, n et q) et des teneurs en CO₂ dissous (c, f, i, l, o et r) pendant la période d’étude : GSS 2017 : grande saison sèche (année 2017), PSS:petitesaisonsèche,PSS:petitesaisonsèche, GSP : grande saison de pluies et GSS 2018 : grande saison sèche (année 2018).

❖ Conductivité, Solides totaux dissous (STD)

Le profil de variation de la conductivité et des solides totaux dissous est superposable dans nos différents cours d’eau.

Dans la zone d’Abong -Mbang, les variations de conductivité et des solides totaux dissous dans le cours d’eau Atsale oscillent respectivement de 13 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 68 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ($28,93 \pm 13,24 \mu\text{S}/\text{cm}$) et de 7 mg/l à 34 mg/l ($11,40 \pm 6,61 \text{ mg/l}$). Leurs valeurs minimales ont été observées Ats 2 pendant la GSS 2018 et leurs valeurs maximales ont été enregistrées à Ats 1 pendant la PSS (Figure 20a et 20b). Le test de Kruskal-Wallis ne montre aucune différence significative pour ces deux paramètres sur le plan spatial, pourtant le test de Mann Whitney montre une différence significative ($P < 0,05$) entre la GSS 2017 et respectivement la GSP et la GSS 2018 dans ce cours d’eau. La station Nyo 1 dans cette zone a les valeurs minimales de 12 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (PSP) et 6 mg/l (PSP) respectivement pour la conductivité et les solides totaux dissous pourtant leurs valeurs maximales sont de 24 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (GSS 2017 et PSS) et 12

mg/l pendant les mêmes saisons. D'après le test de Kruskal-Wallis, la station Nyo 1 n'a pas significativement varié comparé aux autres stations pour ces deux paramètres. Les différences significatives dans cette zone sont seulement observées sur le plan saisonnier d'après ce même test.

Dans le cours d'eau Mbem de la zone d'Akonolinga, les valeurs minimales de conductivité et de solides totaux dissous sont respectivement de 16 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et de 8 mg/l (Mbe 3- GSS 2018) et leurs valeurs maximales sont de 33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 11 mg/l (Figure 20c et 20d). Leurs valeurs moyennes sont de $22,28 \pm 6,15$ $\mu\text{S}/\text{cm}$ et $11,40 \pm 3,02$ mg/l respectivement pour la conductivité et les solides totaux dissous. Le test de Kruskal-Wallis ne montre aucune différence significative sur le plan spatio-temporel pour les deux paramètres. Dans le bassin versant du Nyelbeu de la même zone, les valeurs de conductivité et des solides totaux dissous minimales (16 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 8 mg/l) sont observées à la station Nye 1 pendant la GSP, pourtant leurs valeurs maximales (52 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 26 mg/l) sont observées à Nye 1 pendant la GSS 2017 (Figure 20c et 18d) avec une moyenne de $28,73 \pm 9,41$ $\mu\text{S}/\text{cm}$ et $14,40 \pm 4,72$ mg/l respectivement pour la conductivité et les solides totaux dissous (Figure 20c et 19c). Dans ce cours d'eau, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée tant sur le plan saisonnier qu'en terme de station pour ces deux paramètres d'après le test de Kruskal-Wallis. La station Nyo 2 dans cette zone a les valeurs qui fluctuent entre 6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (GSS 2017) et 22 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (PSS), de 3 mg/l à 11 mg/l pendant les mêmes saisons respectivement pour la conductivité et les solides totaux dissous (Figure 20c et 20d). D'après le test de Kruskal-Wallis, les valeurs de ces deux paramètres observées à la station Nyo 2 n'ont pas significativement varié de celles obtenues dans autres stations. Aucune différence significative n'est observée dans cette zone sur le plan spatio-temporel d'après ce même test.

Dans le cours d'eau Ondoamedza de la zone de Mbalmayo, la conductivité a varié de 14 (Ond 3-GSP) à 138 mg/l (Ond 3-PSP) et les solides totaux dissous ont varié de 7 à 69 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figure 20e et 20f). D'après le test de Mann Whitney ($p < 0,05$), la conductivité et les solides totaux dissous ont significativement varié de la GSS 2017 à la PSS et la GSP respectivement puis entre la PSS et la GSP, puis de la PSS à la GSP et à la GSS 2018 et enfin de la GSP à la GSS 2018. Dans le cours d'eau Kongolo de la même zone, la conductivité a variée de 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Kon 1- GSP) à 512 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Kon 3-PSP) ($99,73 \pm 130,55$ $\mu\text{S}/\text{cm}$ et $a=492$ $\mu\text{S}/\text{cm}$) (Figure 20g), les solides totaux dissous quant à eux ont varié de 10 mg/l à 256 mg/l ($49,87 \pm 65,3$ mg/l, $a=246$ mg/l) (Figure 20h). D'après le test de Mann Whitney, dans le cours d'eau Kongolo, ces deux paramètres ont significativement varié d'une saison à l'autre. La station Nyo 3 dans cette zone a les valeurs comprises entre 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (GSP) et 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (PSP), de 10 mg/l à 25 mg/l pendant les mêmes saisons respectivement pour la conductivité et les solides totaux dissous (Figures 20e et 20f). D'après le test de Mann Whitney la station Nyo 3 a significativement varié des autres stations pour ces deux paramètres. D'après ce même test les valeurs de la conductivité et des solides totaux dissous ont significativement varié entre la station Kon 3 et les

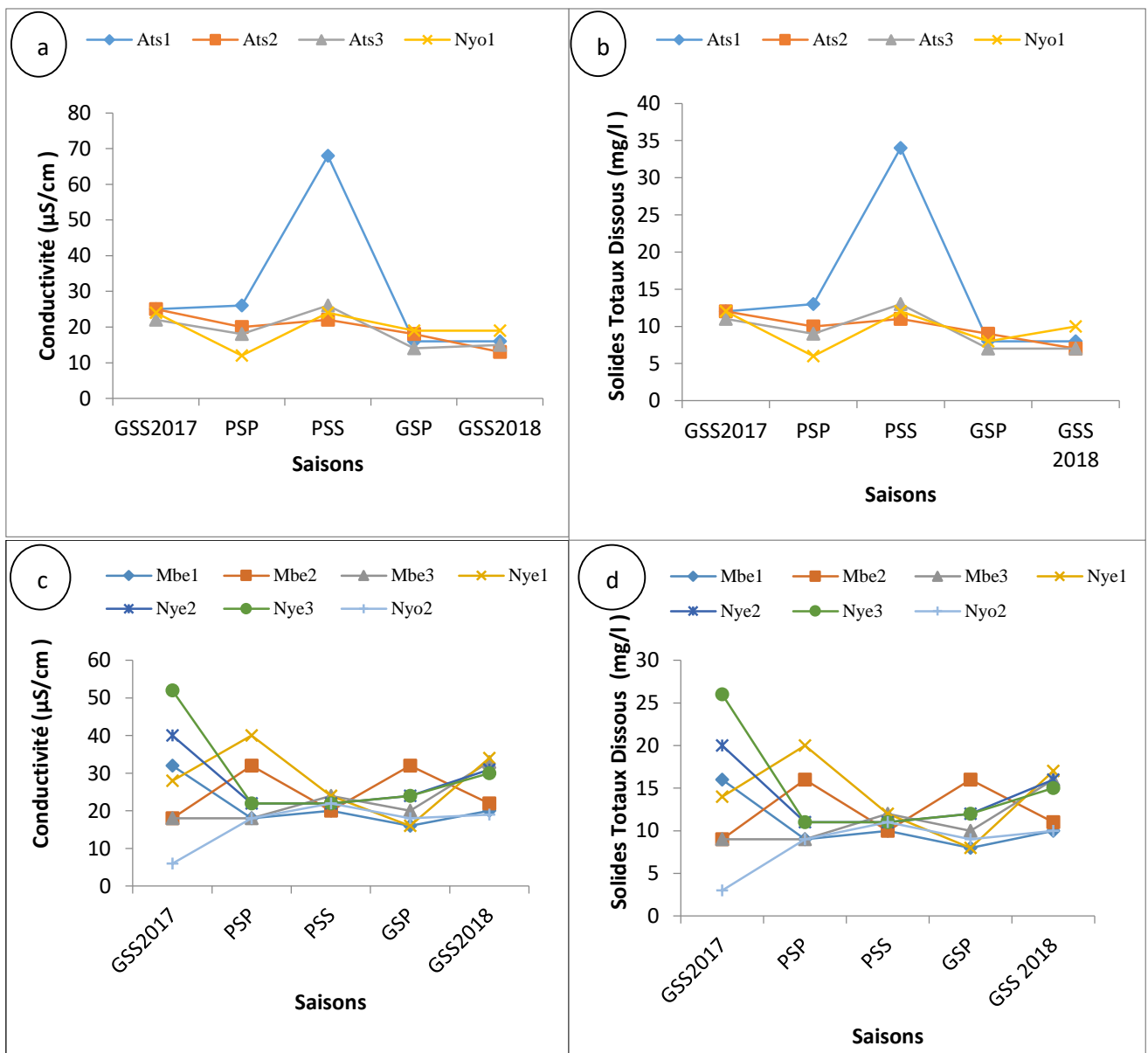
stations Ond 1, Ond 2 et Nyo 3. Mais dans cette zone, il y'a aussi une différence significative sur le plan saisonnier de ces paramètres.

La valeur moyenne de la conductivité et des solides totaux dissous enregistrées dans le cours d'eau Ndjockyambi de la zone de Makak sont de $37,01 \pm 8,69 \mu\text{S/cm}$ et $18,21 \pm 4,15 \text{ mg/l}$ respectivement. Ces valeurs ont varié entre 24 et $52 \mu\text{S/cm}$ et de 12 à 25 mg/l respectivement pour la conductivité et les solides totaux dissous (Figure 20g et 20h). Dans ce cours d'eau, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée tant sur le plan saisonnier qu'en termes de station pour la conductivité et les solides totaux dissous d'après le test de Kruskal-Wallis. Dans le cours d'eau Lepmassoun, les plus faibles valeurs de conductivité ($22 \mu\text{S/cm}$) et de solides totaux dissous (11 mg/l) sont enregistrées à Lma 3 pendant la GSP et les valeurs maximales sont observées à Lma 2 pendant la grande saison sèche ($49 \mu\text{S/cm}$ pour la conductivité et 25 mg/l pour les solides totaux dissous) avec les moyennes de conductivité et solides totaux dissous de $36,47 \pm 8,25 \mu\text{S/cm}$ et $18,27 \pm 4,26 \text{ mg/l}$ respectivement (Figure 20g et 20h). Le test de Kruskal-Wallis montre qu'il n'y a pas une différence significative au niveau des stations, pourtant d'après le test de Mann Whitney il y'a une différence significative entre la GSS 2017 et la GSP, entre la PSP et la GSP, entre la PSS et la GSP et enfin entre la GSP et la GSS 2018 dans le cours d'eau Lepmassoun. La station Nyo 4 dans cette zone a les valeurs qui varient entre $21 \mu\text{S/cm}$ (GSP) et $44 \mu\text{S/cm}$ (PSP) et de 10 mg/l à 22 mg/l pendant les mêmes saisons respectivement pour la conductivité et les STD (Figure 20g et 20h). D'après le test de Kruskal-Wallis, les valeurs obtenues à la station Nyo 4 n'ont pas significativement varié de celles des autres stations pour ces deux paramètres. Une différence significative est observée dans cette zone sur le plan saisonnier uniquement d'après ce même test.

Dans le cours d'eau Mibangue de la zone côtière, la conductivité et les solide totaux dissous ont varié respectivement de 18 à $66 \mu\text{S/cm}$ ($32,2 \pm 14,91 \mu\text{S/cm}$) et 9 mg/l à 33 mg/l ($16,13 \pm 7,45 \text{ mg/l}$) (Figures 20i et 20j). Ces deux paramètres ont significativement varié sur le plan saisonnier dans le cours d'eau Mibangue, ainsi le test de Mann Whitney montre une différence significative entre la GSS et respectivement la PSP et la GSP, puis entre la PSP et respectivement la PSS, la GSP et la GSS 2018, enfin entre la PSS et la GSP. Les valeurs de la conductivité et des STD dans le cours d'eau Moungoe ont varié respectivement de $13 \mu\text{S/cm}$ à $48 \mu\text{S/cm}$ ($29,60 \pm 10,95 \mu\text{S/cm}$) et de 7mg/l à 24 mg/l ($15,93 \pm 5,65 \text{ l}$) (Figure 20i et 20j). Le test de Kruskal-Wallis ne montre aucune différence significative de ces deux paramètres sur le plan spatio - temporel le dans le cours d'eau Moungoe. Dans le cours d'eau Ongue, les valeurs de la conductivité ont varié de $0 \mu\text{S/cm}$ (Ong 3-PSP) à $48 \mu\text{S/cm}$ (Ong 1 et Ong 2-GSS 2017) et celles des solides totaux dissous ont varié de 0 mg/l (Ong 3- PSP) à 24 mg/l (Ong 1 et Ong 2- GSS 2017) (Figure 20i et 20j). Le test t de Student montre une différence significative entre la PSP et la PSS et enfin entre la PSS et successivement la GSP et la GSS 2018. La station Nyo5 dans cette zone a les valeurs qui varient entre $26 \mu\text{S/cm}$ (PSP) et $40 \mu\text{S/cm}$ (PSS) et de 13 mg/l à 20 mg/l

pendant les mêmes saisons respectivement pour la conductivité et les solides totaux dissous (Figure 20i et 20j). D'après le test de Kruskal-Wallis, les valeurs de la station Nyo5 n'ont pas significativement varié de celles des autres stations de la même zone pour ces deux paramètres. Une différence significative est observée dans cette zone sur le plan saisonnier uniquement d'après ce même test.

Dans l'ensemble du bassin versant, d'après le test de Mann Withney les valeurs de la conductivité et des solides totaux dissous enregistrées à la station Kon 3 ont significativement variées avec toutes les autres stations du bassin. Ce même test montre une différence significative entre la PSP et les autres saisons.



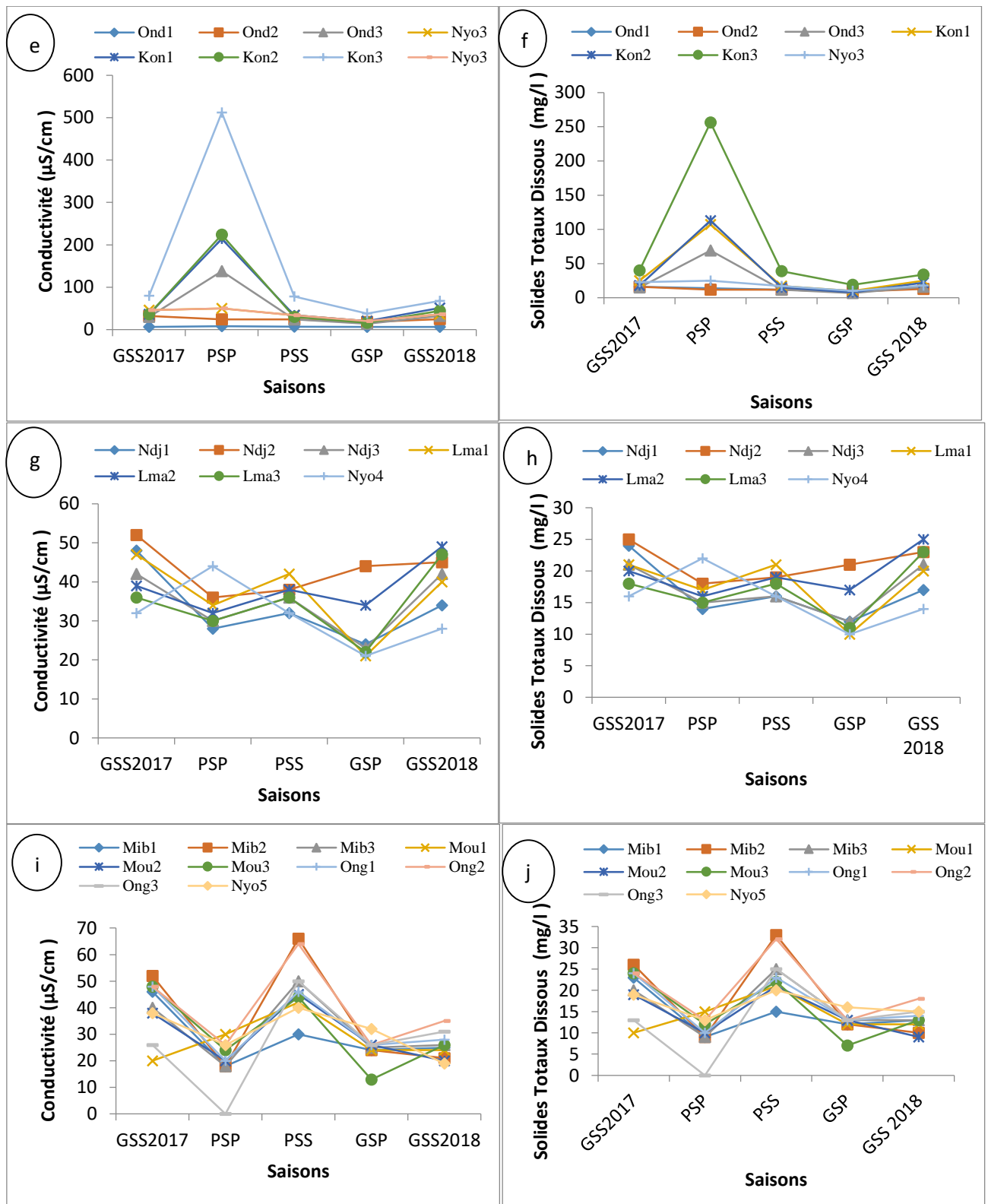


Figure 20 : Variation spatio - temporelle des valeurs de la conductivité (a, c, e, g, i) et des teneurs en Solides Totaux Dissous (b, d, f, h, j) pendant la période d'étude : GSS 2017 : grande saison sèche (année 2017), PSS:petit esaison sèche, PSS : petite saisonsèche, GSP : grande saison de pluies et GSS 2018: grande saison sèche (année 2018).

❖ Nitrate, Azote ammoniacal et Orthophosphates

Dans la zone d'Abong -Mbang, les variations des teneurs en nitrates dans le cours d'eau Atsale oscillent entre 0,01 mg/l (Ats 3-GSP) et 3,8 mg/l (Ats 3-GSS 2018) avec une moyenne de $1,24 \pm 1,23$ mg/l (Figure 21a), l'azote ammoniacal varie de 0,01 mg/l à 0,51 mg/l ($0,22 \pm 0,21$ mg/l) (Figure 21b). Les teneurs en orthophosphates ont varié de 0 à 3,2 mg/l ($0,71 \pm 1,04$ mg/l) (Figure 21c). Le test de Mann Whitney montre une différence significative ($P > 0,05$) entre la GSS 2017 et la GSP, puis entre la PSP et la GSP, entre la PSS et la GSP et enfin entre la GSP et la GSS 2018 pour ce qui est des teneurs en nitrates. En ce qui concerne les teneurs en azote ammoniacal et orthophosphates, elles n'ont pas significativement varié d'une station à l'autre et encore moins d'une saison à l'autre dans le cours d'eau Atsale. Les valeurs du nitrate, d'azote ammoniacal et celles des l'orthophosphates varient respectivement de 0,005 mg/l (GSP) à 3,9 mg/l (PSP), de 0,2 mg/l (GSS 2018) à 0,78 mg/l (GSS 2017) et de 0,1 mg/l (PSP) à 3,3 mg/l (GSS 2017) dans la station Nyo 1 (Figures 21a, 21b et 21c). Aucune différence significative n'a été trouvée entre la station Nyo 1 et les autres stations dans les différents cours d'eau de la même zone. Par contre dans cette zone, il y'a une différence significative sur le plan saisonnier d'après le test de Kruskal-Wallis.

Dans le cours d'eau Mbem de la zone d'Akonolinga, les valeurs minimales de nitrates, d' azote ammoniacal et d'orthophosphates sont respectivement de 0 mg/l (Mbe 2-PSP), de 0,2 mg/l (Mbe 1-GSP) et de 0 mg/l (Mbe 1, Mbe 2 et Mbe 3-GSP) alors que leurs valeurs maximales sont respectivement de 4,5 mg/l (Mbe 1-GSS 2018), 2,74 mg/l (Mbe 1-GSS 2017) et de 1,07 mg/l (Mbe 2- GSS 2017) (Figure 21d, 21e et 21f), avec des moyennes de $1,38 \pm 1,65$ mg/l ; $0,51 \pm 0,63$ mg/l et $0,29 \pm 0,34$ mg/l respectivement pour les valeurs de nitrates, de l'azote ammoniacal et d'orthophosphates. Le test de Kruskal-Wallis ne montre aucune différence significative sur le plan spatial et saisonnier pour l'azote ammoniacal. Par contre le test de Mann Whitney ($P < 0,05$) montre une différence significative entre la GSS 2018 et GSP, entre PSS et la GSP et enfin entre GSP et GSS 2018 pour les teneurs en nitrates et en orthophosphates dans le bassin versant du Mbem. Dans le bassin versant du Nyelbeu de la zone d'Abong-Mbang, la valeur minimale du nitrate (0,003 mg/l) est observée à la station Nye 2 pendant la GSP, celle de l'azote ammoniacal (0,16mg/l) est observée à Nye 1 pendant la GSP et celle d'orthophosphates (0 mg/l) est observée à Nye 1 pendant la GSP et Ny3 pendant la PSS. Les valeurs maximales de nitrates (1,9 mg/l), de l'azote ammoniacal (2,27 mg/l) et de l'orthophosphates (3,1 mg/l) sont observées respectivement pendant (GSP - Nye 1), (PSS- Nye 3) et (GSP - Nye 2) (Figures 21d, 21e et 21f). Dans ce cours d'eau aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée tant sur le plan saisonnier qu'en terme de station pour l'azote ammoniacal et pour les orthophosphates. Une différence est observée entre la GSS 2017 et la PSP enfin entre la PSP et la PSS d'après le test de Mann Whitney ($p=0,50$) pour les teneurs en Nitrates. Dans la station Nyo 2, les valeurs de nitrates, d'azote ammoniacal et celles d'orthophosphates fluctuent respectivement de 0,04 mg/l (GSP) à 2,3 mg/l

(PSS), de 0,15 mg/l (PSS et GSP) à 0,38 mg/l (PSP) et de 0 mg/l (PSS) à 1,6 mg/l (GSS 2018) (Figure 21d, 21e et 21f). D'après le test de Kruskal-Wallis, aucune différence significative n'a été observée entre les valeurs de la station Nyo 2 et celles des autres stations dans les différents cours d'eau de la même zone. Dans cette zone, il y'a une différence significative sur le plan saisonnier d'une part, aucune différence significative sur le plan spatial d'autre part pour les valeurs de nitrates et d'azote ammoniacal. Les valeurs de l'orthophosphates dans cette zone n'ont pas significativement varié tant sur le plan spatial que temporel d'après le test de Kruskal-Wallis.

Dans le cours d'eau Ondoamedza de la zone de Mbalmayo, les valeurs minimales de nitrate et celles de l'azote ammoniacal sont de 0mg/l (Ond 1 et Ond 3 pendant la GSS 2018) et 0 mg/l (Ond 2 – GSS 2018) respectivement et les valeurs maximales de nitrates et azote ammoniacal sont de 0,5 mg/l (Ond 3-PSS) et 2,1 mg/l (Ond 3-PSP) respectivement (Figure 21g et 21h). La courbe de variation des teneurs en orthophosphates est triphasée dans ce cours d'eau. Il présente trois pics, le premier (3,7mg/l) a été enregistré à Ond 1 (PSP), le deuxième pic (2,71 mg/l) est observé à Ond 2 pendant la PSP et le troisième pic (2,54 mg/l) est enregistré à la station Ond 3 pendant la PSP (Figure 21i). D'après le test de Mann Whitney ($p < 0,05$), dans le cours d'eau Ondoamedza les teneurs en orthophosphates ont significativement varié entre la majorité des saisons excepté entre la GSS 2017 et la PSP. Les valeurs de nitrates ont varié entre la GSS 2017 et t la PSP et la GSP successivement et enfin entre PSP et la GSS 2018. Dans le cours d'eau Kongolo de la même zone , les teneurs en nitrates ont varié de 0,03 mg/l (Kon 2- GSP) à 2,8 mg/l (Kon 3-PSS) (Figure 21g), celles en azote ammoniacal ont varié de 0,03 mg/l à 0,42 mg/l avec une moyenne de $0,21 \pm 0,11$ mg/l (Figure 21h), celles des orthophosphates ont varié de 0,01 mg/l (Kon 1- GSP) à 4,06 mg/l (Kon 2-PSP) (Figure 21i). D'après le test de Kruskal-Wallis, dans ce cours d'eau, les teneurs en azote ammoniacal n'ont pas significativement varié sur le plan spatio - temporel. Le test de Mann Whitney a montré qu'il y'a cependant une différence significative entre les saisons pour les nitrates et les orthophosphates. La station Nyo 3 de la même zone a les valeurs du nitrates, d'azote ammoniacal et celles de l'orthophosphates qui varient respectivement de 0mg/l (GSS 2018) à 1,83 mg/l (PSP), de 0,16 mg/l (PSP) à 0,36 mg/l (PSS) et de 0 mg/l (PSS) à 1,6 mg/l (GSS 2018) (Figure 21g, 21h et 21i). D'après le test de Kruskal-Wallis, une différence significative a été observée entre la station Nyo 3 et toutes les autres stations des différents cours d'eau de la même zone. Dans cette zone, il y'a une différence significative sur le plan saisonnier d'une part et sur le plan spatial pour les valeurs de l'azote ammoniacal d'autre part. Les valeurs de ces trois paramètres dans cette zone n'ont pas significativement varié sur le plan spatial des différents cours d'eau d'après le test de Kruskal-Wallis.

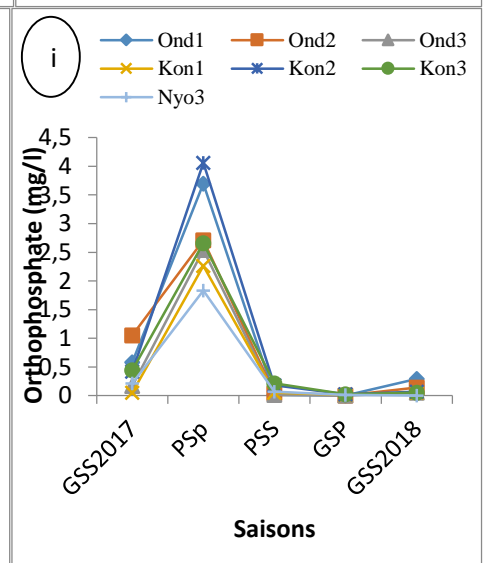
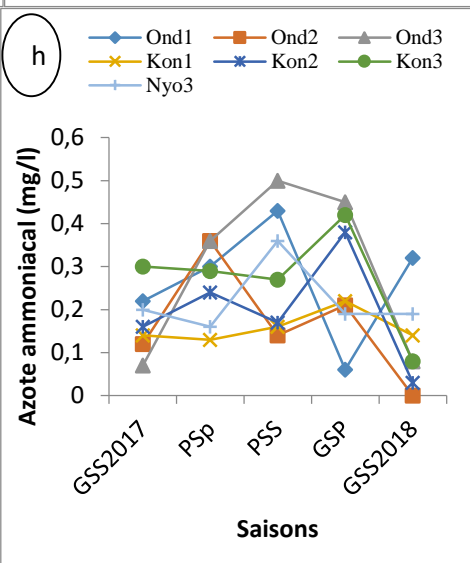
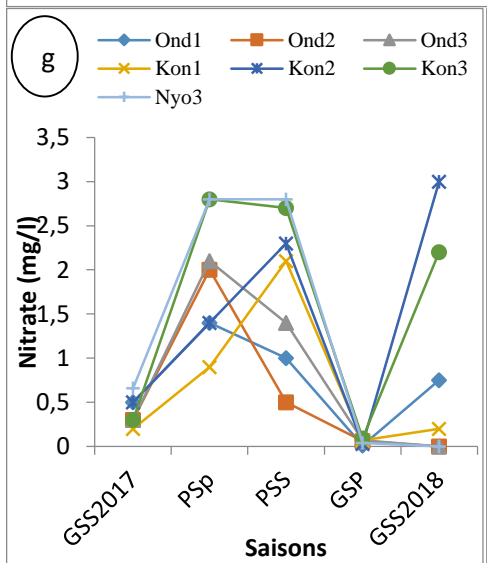
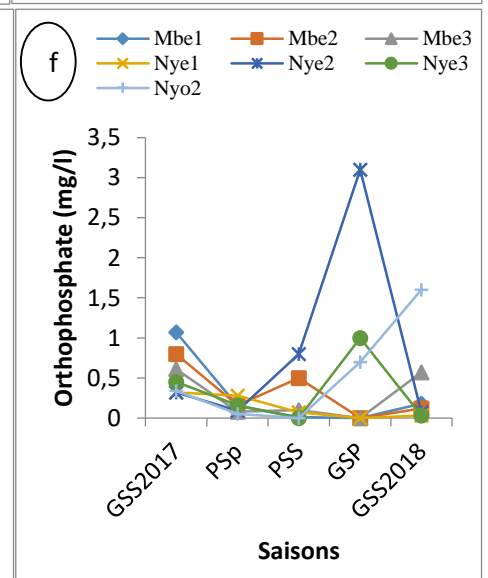
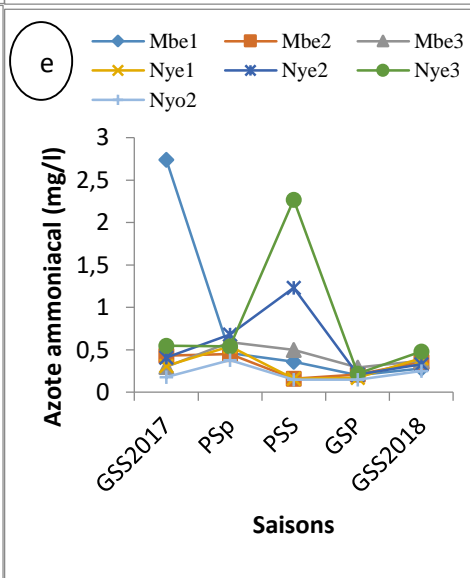
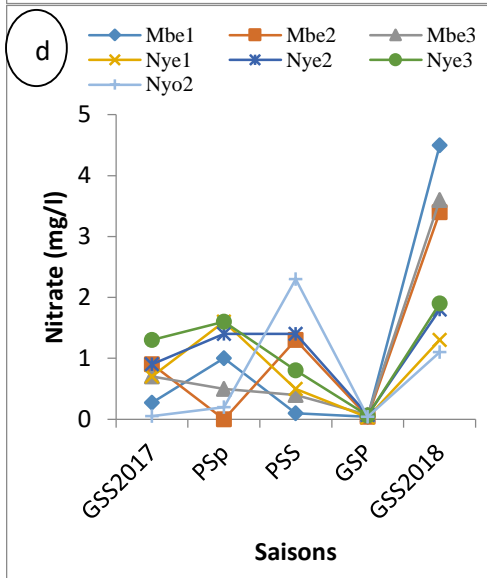
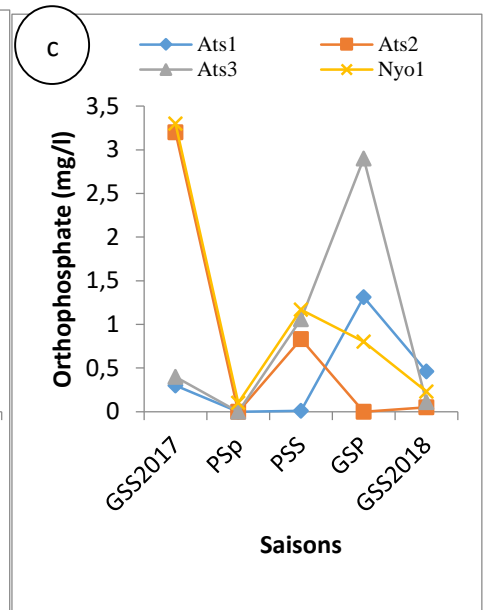
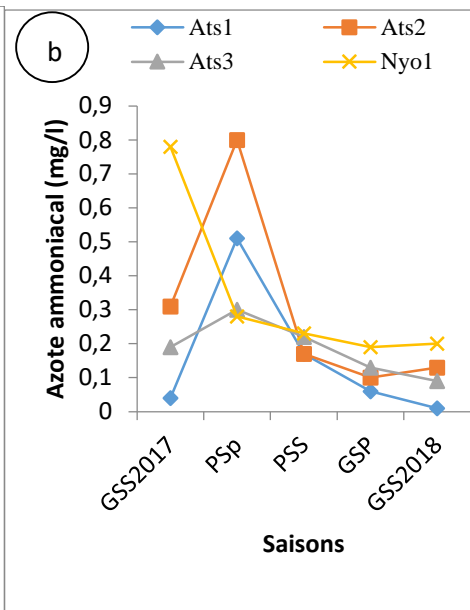
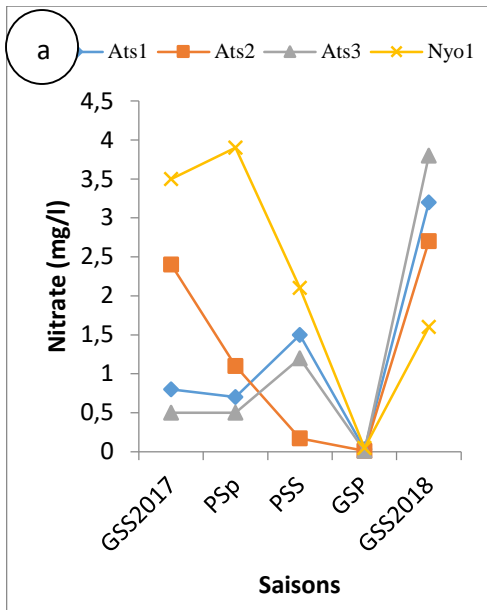
A Makak, les valeurs moyennes des teneurs en nitrates, en azote ammoniacal et en orthophosphates enregistrées dans le cours d'eau Ndjockyambi sont de $1,22 \pm 1,43$ mg/l; $0,31 \pm 0,30$ mg/l et $1,01 \pm 1,56$ mg/l respectivement. Ces valeurs ont varié respectivement de 0 mg/l (Ndj 3-GSS

2018) à 4,2 mg/l (Ndj 2-PSP) (Figure 21j) pour les nitrates, de 0,08 mg/l à 1,31 (mg/l) pour l'azote ammoniacal (Figure 21k) et de 0 mg/l (Ndj 1-PSS) à 2,29 mg/l (Ndj 2-GSS 2017) pour les orthophosphates (Figure 21l). D'après le test de Mann Whitney, dans le cours d'eau Ndjockyambi, les teneurs en nitrate et en orthophosphates ont significativement varié entre la GSS 2017 et GSP et entre PSS et la GSP. Quant à l'azote ammoniacal dans le cours d'eau Ndjockyambi, il n'y a pas de différence significative sur le plan spatio-temporel d'après le test de Kruskal-Wallis ($P \geq 0,05$). Dans le cours d'eau Lepmassoun, les valeurs maximales de nitrates et d'azote ammoniacal enregistrées à la station Lma 3 sont de 3,7 mg/l et 0,67 mg/l respectivement et les valeurs minimales sont de 0,05 mg/l (GSP) et 0,14 mg/l (GSP) respectivement enregistrées dans les stations Lma 1 et Lma 2 (Figure 21j et 21k). Les teneurs en orthophosphates dans ce cours d'eau varient de 0,1 mg/l (Lma 2- PSP) à 4,36 mg/l (Lma 1- GSS 2017) (Figure 21l). Le test de Kruskal-Wallis montre qu'il n'y a pas de différence significative tant au niveau des stations que des saisons pour l'azote ammoniacal. D'après le test de Mann Whitney, les orthophosphates ont varié significativement de la GSS 2017 à la PSS et GSS2108 respectivement. Quant aux valeurs de nitrates, elles ont significativement varié entre GSS 2017 et GSP, puis entre PSP et la GSP et enfin entre la PSS et la GSS 2018 dans le cours d'eau Lepmassoun. Dans la station Nyo 4 de la zone de Makak, les valeurs de nitrates, l'azote ammoniacal et celles d'orthophosphates sont incluses respectivement entre 0,04 mg/l (GSP) et 3,4 mg/l (PSP), entre 0,11 mg/l (GSP) et 0,54 mg/l (PSP) et de 0 mg/l (PSP et PSS) à 1,71 mg/l (GSS 2017) (Figure 21j, 21k et 21l). D'après le test de Kruskal-Wallis, aucune différence significative n'a été observée entre la station Nyo 4 et les autres stations des différents cours d'eau de la même zone. Dans cette zone, il y a une différence significative sur le plan saisonnier et aucune différence significative sur le plan spatial pour les valeurs de nitrates et d'azote ammoniacal. Les valeurs de l'orthophosphates dans cette zone n'ont pas significativement varié aussi tant sur le plan spatial que temporel d'après le test de Kruskal-Wallis.

Les teneurs en nitrates, en azote ammoniacal et en orthophosphates ont varié respectivement de 0 mg/l à 1,5 mg/l ($0,52 \pm 0,53$ mg/l, $a=1,5$ mg/l) ; de 0,07 mg/l à 0,35 mg/l ($0,17 \pm 0,08$ mg/l et $a=0,28$ mg/l) et de 0 mg/l (Mib 3-GSP) à 1,41 mg/l (Mib 3-PSS) respectivement dans le cours d'eau Mibangue de la zone littorale (Figure 21m, 21n et 21o). Il n'y a pas eu une différence significative dans le cours d'eau Mibangue d'une station à une autre encore moins d'une campagne à l'autre pour le nitrate et l'azote ammoniacal d'après le test de Kruskal-Wallis. Pourtant dans ce cours d'eau les teneurs en orthophosphates ont varié significativement d'une saison à l'autre. Dans le cours d'eau Mougou, les valeurs des nitrates de l'azote ammoniacal et des orthophosphates ont varié de 0 mg/l à 5,8 mg/l ($0,58 \pm 0,53$ mg/l, $a=5,7$ mg/l), de 0 mg/l à 0,27 mg/l ($0,14 \pm 0,13$ mg/l) et de 0,01 mg/l à 1,29 mg/l ($0,45 \pm 0,50$, $a=1,28$ mg/l) (Figure 21n, 21n et 21o). Le test de Mann Whitney montre une différence significative entre presque toutes les saisons pour les teneurs en orthophosphates excepté entre la GSS 2017 et la PSS, GSS2018 respectivement. Les valeurs de nitrates, de l'azote ammoniacal et des

orthophosphates dans le cours d'eau Ongue ont varié de 0 mg/l (Ong 1-GSS 2018) à 1,2 mg/l (Ong 1-GSS 2018 et Ong 2-PSS) ; de 0,13 mg/l (Ong 1-GSP) à 0,44 (Ong 3-GSS 2018) et de 0 mg/l (Ong 3-GSP) à 1,96 mg/l (Ong 1- PSS) (Figure 21m, 21n et 21o). Le test t de Student montre une différence significative entre les saisons pluvieuses et les saisons sèches. Dans la station Nyo 4 par contre les valeurs des nitrates, de l'azote ammoniacal et celles des orthophosphates sont incluses respectivement entre 0 mg/l (GSS 2018) et 1,4 mg/l (PSS), entre 0,09 mg/l (GSS 2017) et 0,541mg/l (PSS) et de 0 mg/l (GSS 2018 et GSP) à 1,19 mg/l (PSS) (Figure 21m, 21n et 21o). D'après le test de Kruskall-Wallis, aucune différence significative n'a été observée entre la station Nyo 4 et les autres stations des différents cours d'eau de la même zone.

Dans cette zone, il y'a une différence significative sur le plan saisonnier et aucune différence significative sur le plan spatial pour les valeurs des nitrates et des orthophosphates. Les valeurs de l'azote ammoniacal dans cette zone n'ont pas significativement varié tant sur le plan spatial que temporel d'après le test de Kruskall-Wallis. Les valeurs du NH_4^+ ont significativement varié sur le plan spatio – temporel, les orthophosphates ont varié significativement entre terme de saisons d'après le test de Kruskall-Wallis. Ainsi, Le NH_4^+ a varié entre une saison et une autre excepté entre la GSS 2017 et successivement la GSP et la GSS 2018, il en est de même pour les valeurs de l'orthophosphates qui n'ont pas significativement varié qu'entre la PSS et successivement la PSP et la GSS 2018 et entre la GSS 2017 et la GSS 2018. Les valeurs de nitrates n'ont pas significativement varié entre la GSS 2017 et successivement la PSS, la GSP et la GSS 2018, puis entre la PSP et successivement la PSS et la GSS 2018 et enfin entre la PSS et la GSP.



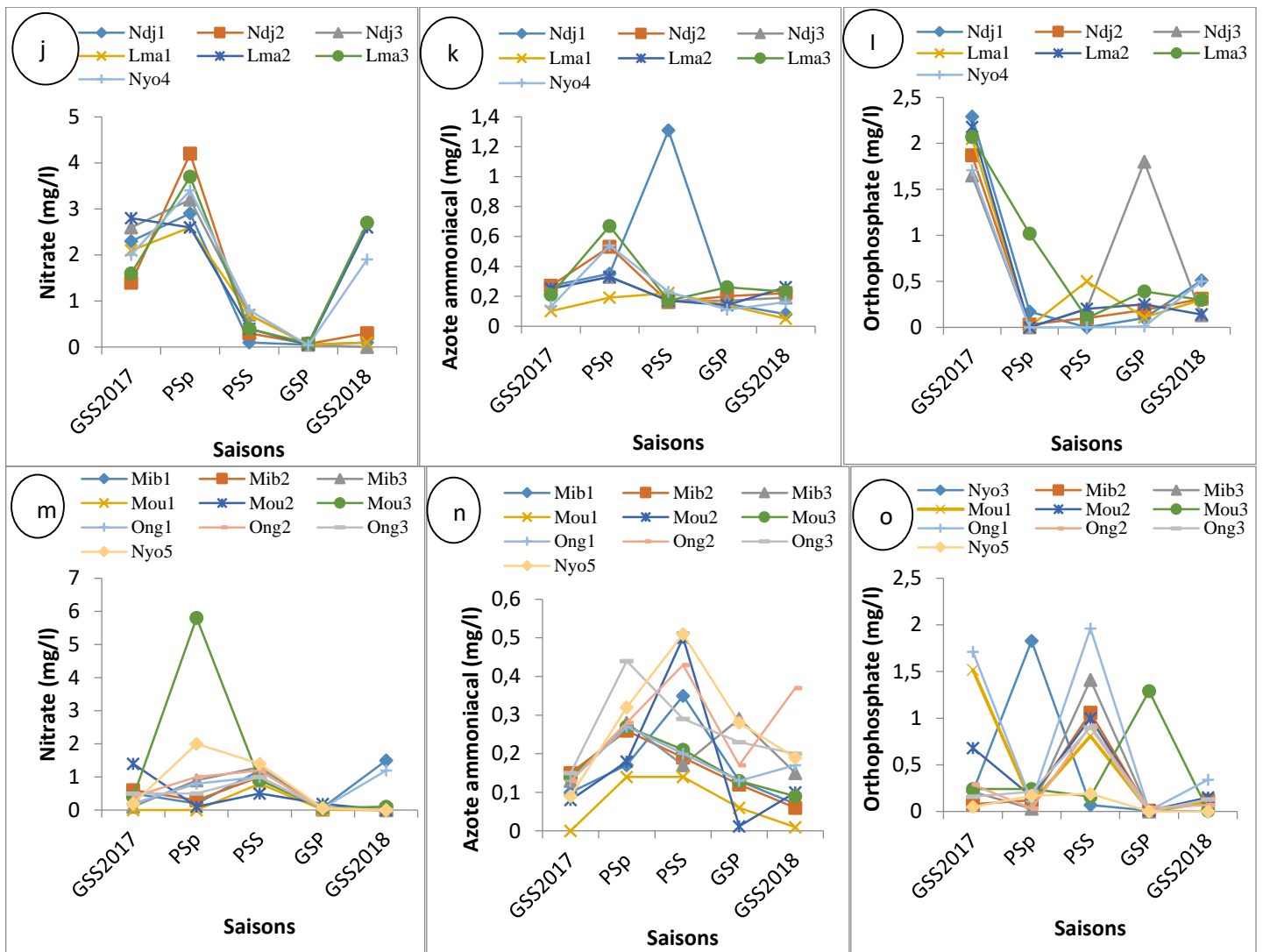


Figure 21 : Variation spatio- temporelle des teneurs en nitrates (a, d, g, j, m), en azote ammoniacal (b, e, h, k, n) et en orthophosphates (c, f, i, l, o) pendant la période d'étude : GSS 2017 : grande saison sèche (année 2017), PSS : petite saison sèche, PSS : petite saisonsèche, GSP : grande saison de pluies et GSS 2018: grande saison sèche (année 2018).

❖ Salinité et résistivité

Dans la zone d'Abong -Mbang, les variations de la salinité dans le cours d'eau Atsale oscillent entre 0,01 PSU et 0,03 PSU avec une moyenne de $0,01 \pm 0,01$ PSU (Figure 22a), la résistivité a varié de 14710 Ω/m à 77000 Ω/m ($49714 \pm 15362,26$ Ω/m) (Figure 22b). Le test de Mann Whitney montre une différence significative ($P > 0,05$) entre la GSS 2017 et la GSP et GSS 2017 et entre la PSP et la GSS 2018 pour ce qui est de la résistivité. En ce qui concerne la salinité, elle n'a pas significativement varié d'une station à l'autre et encore moins d'une campagne à l'autre dans le cours d'eau Atsale. La station Nyo 1 dans cette zone a les valeurs qui varient entre 0 PSU (PSP) et 0,01 PSU et de 39350 Ω/m à 91000 Ω/m respectivement pour la salinité et la conductivité (Figure 22a et 22b). D'après le test de Kruskal-Wallis, les valeurs de la station Nyo1 n'ont pas significativement varié de celles des autres

stations de la même zone pour ces deux paramètres. Une différence significative par contre est observée dans cette zone sur le plan saisonnier d'après ce même test.

Dans le cours d'eau Mbem de la zone d'Akonolinga, la valeur moyenne de la salinité est de $0,01 \pm 0,00$ PSU, celle de la résistivité est de $30300 \Omega/m$ (Mbe 3-GSS 2018) alors que leurs valeurs sont de $62500 \Omega/m$ (Mbe 1-GSP) avec une moyenne de $44520 \pm 11469,23 \Omega/m$ (Figures 22c, 22d). Le test de Kruskal-Wallis ne montre aucune différence significative sur le plan spatial et saisonnier pour ces deux paramètres dans le bassin versant du Mbem. Dans le bassin versant du Nyelbeu, la valeur minimale de la salinité est de $0,01$ PSU et celle de la résistivité est de $19600 \Omega/m$ et leurs valeurs maximales sont de $0,02$ PSU pour la salinité et $58800 \Omega/m$ pour la résistivité (Figure 22c, 22d). Les valeurs moyennes de la salinité et de la résistivité dans le cours d'eau Nyelbeu sont respectivement de $0,01 \pm 0,00$ PSU et de $54846,67 \pm 75411,25 \Omega/m$. Dans ce cours d'eau aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée tant sur le plan saisonnier qu'en terme de station pour ces deux paramètres d'après le test de Kruskal-Wallis. La station Nyo 2 dans cette zone a les valeurs de $0,01$ PSU à toutes les saisons et de 43500 (PSS) à 77000 (GSS 2017) respectivement pour la salinité et la conductivité (Figure 22a et 22b). D'après le test de Kruskal-Wallis, les valeurs de la station Nyo 2 n'ont pas significativement varié des autres stations de la même zone pour ces deux paramètres. Dans la même zone ces deux paramètres n'ont pas significativement varié tant sur le plan spatial que saisonnier d'après ce même test.

Dans le cours d'eau Ondoamedza de la zone de Mbalmayo, les valeurs minimales de la salinité et celle de la résistivité sont de 0 PSU (Ond 3 -GSS 2018) et $31800 \Omega/m$ (Ond 1 - GSS 2017) respectivement et leurs valeurs maximales sont de $0,01$ PSU et 79900 (Ond 3-PSP) respectivement (Figure 22e et 22f). Dans le cours d'eau Kongolo, la salinité de l'eau a varié de $0,01$ PSU (dans la plupart des stations et saisons) à $0,25$ PSU (Kon 3-PSP) (Figure 22e), celles de la résistivité ont varié de $1923 \Omega/m$ (Kon 3-PSP) à $62500 \Omega/m$ (Kon 2-GSP) (Figure 22f). Le test de Mann Whitney a montré qu'il y'a une différence significative entre la GSS 2017 et la PSP, puis entre la PSP et la GSP et la GSS 2018 respectivement, puis entre la PSS et la GSS 2018 et enfin entre la GSP et la GSS 2018 pour ce qui est de la salinité dans ce cours d'eau. La station Nyo 3 dans cette zone a les valeurs de $0,01$ PSU à toutes les saisons et de $43500 \Omega/m$ (PSS) à $77000 \Omega/m$ (GSS 2017) respectivement pour la salinité et la conductivité (Figure 22e et 22f). D'après le test de Kruskal-Wallis, les valeurs de la station Nyo 3 ont significativement varié des autres stations de la même zone pour ces deux paramètres. Dans la même zone, la salinité n'a pas significativement varié tant sur le plan spatial que saisonnier d'après ce même test et la station Kon 3 a significativement varié des stations du cours d'eau Ondoamedza pour les valeurs de la résistivité.

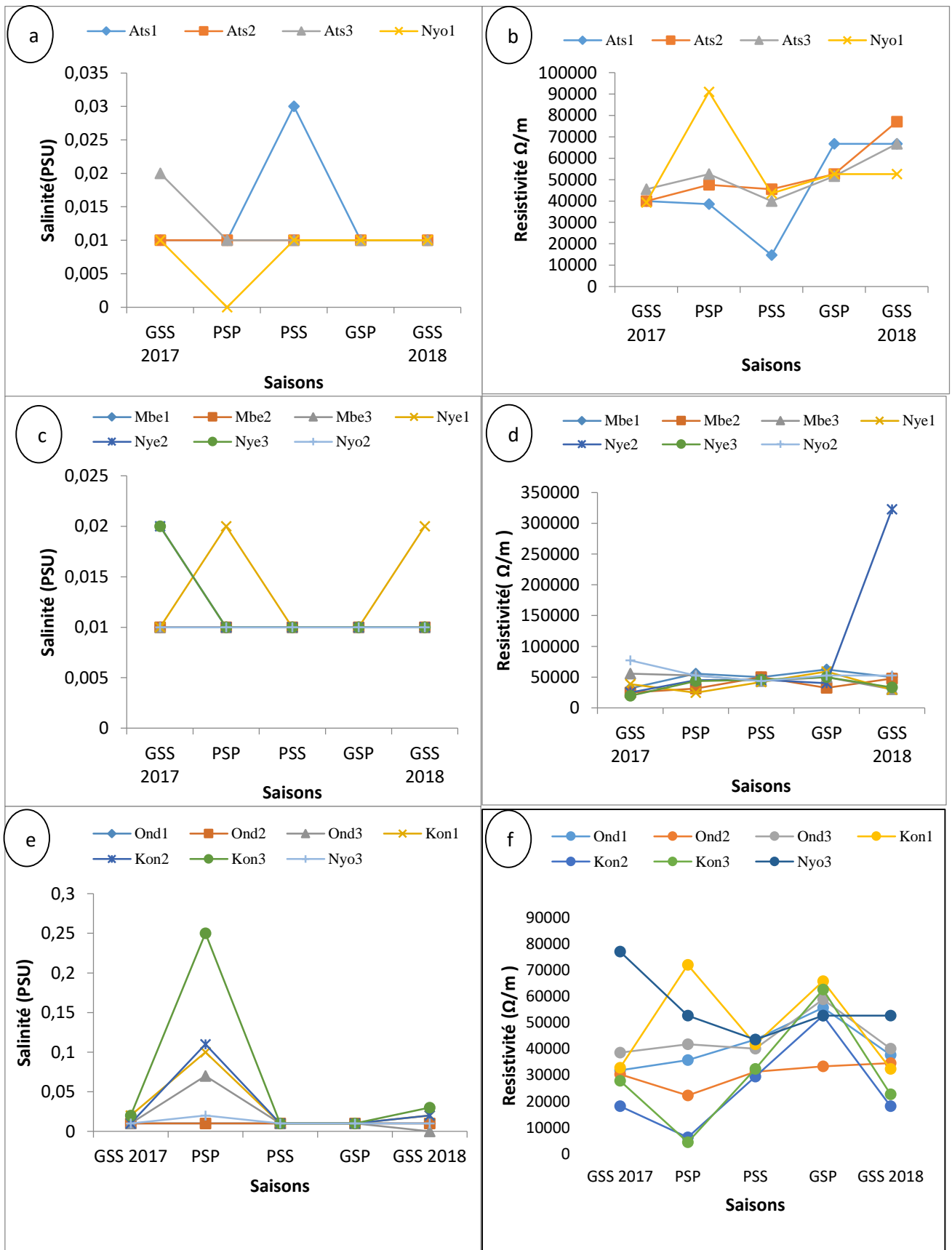
Les valeurs moyennes de la salinité et de la résistivité enregistrées dans le cours d'eau Ndjockyambi de la zone de Makak sont de $0,02 \pm 0,01$ PSU et $27708 \pm 3452,01$ respectivement. Ces

valeurs ont varié respectivement de 0,01 à 0,02 PSU (Figure 22g) pour la salinité et de 22220 Ω/m à 32500 Ω/m pour la résistivité (Figure 22h). La salinité et la résistivité dans le cours d'eau Ndjockyambi n'ont pas varié significativement sur le plan spatio - temporel d'après le test de Kruskal-Wallis ($P \geq 0,05$). Dans le cours d'eau Lepmassoun, la valeur maximale de la salinité est de 0,02 PSU et celle de la résistivité est de 34500 Ω/m (Lma 3-PSP) et les valeurs minimales sont de 0,01 PSU pour la salinité et 20410 (Lma 2-GSS 2018) (Figure 22g et 22h). D'après le test de Mann Whitney, la salinité et la résistivité ont varié significativement entre GSS 2017 et la PSP, la GSP et la GSS2108 respectivement, puis entre la PSP et la PSS et GSS 2018 respectivement, puis entre PSS et la GSP et enfin entre la GSP et la GSS 2018. La station Nyo 4 dans cette zone a les valeurs qui varient entre 0,01 PSU et 0,02 PSU et de 22220 Ω/m (PSP) à 34500 Ω/m (GSS 2018) respectivement pour la salinité et la conductivité (Figure 22g et 22h). D'après le test de Kruskal-Wallis, les valeurs de cette station Nyo 4 n'ont pas significativement varié de celles des autres stations de la même zone pour ces deux paramètres. Une différence significative est observée dans cette zone sur le plan saisonnier pour la résistivité et aucune différence significative n'est observée tant sur le plan spatial que sur le plan temporel pour les valeurs de la salinité d'après ce même test.

Les teneurs en salinité et celles de la résistivité ont varié respectivement de 0,01 PSU à 0,03 PSU ($0,46 \pm 0,21$ PSU, $a=0,02$ PSU) et de 19610 Ω/m à 58800 Ω/m ($37082 \pm 14291,10$ Ω/m) (Figure 22j et 22k). Il y'a eu une différence significative de ces deux paramètres dans le cours d'eau Mibangue entre la GSS 2017 et la PSP, la GSP d'après le test de Mann Whitney. Dans le cours d'eau Mougoue, les valeurs de la salinité et celles de la résistivité ont varié de 0,01 à 0,022 PSU ($0,01 \pm 0,01$ PSU, $a=0,012$ PSU) et de 20830 Ω/m à 52500 Ω/m ($036616,2 \pm 10642,16$ Ω/m) (Figure 22j, 22k). Le test de Mann Whitney montre une différence significative entre la PSP et la PSS, GSS 2018 respectivement pour ce qui est de la salinité dans le cours d'eau Mougoue. Les valeurs de la salinité et la résistivité dans le cours d'eau Ongue ont varié de 0 PSU (Ong 3-PSP) à 0,02 PSU (Ong 2- PSS) et de 15850 Ω/m (Ong 2-PSS) à 99999 Ω/m (Ong 3-PSP) respectivement (Figure 22j, et 22k). Le test t de Student montre une différence significative entre les saisons pluvieuses et les saisons sèches. La station Nyo5 dans cette zone a les valeurs qui varient entre 0,01 PSU et 0,02 et de 27000 Ω/m (GSS 2017)) à 38500 Ω/m (PSP) respectivement pour la salinité et la conductivité (Figure 22j et 22k). D'après le test de Kruskal-Wallis, les valeurs de la station Nyo5 n'ont pas significativement varié de celles des autres stations de la même zone pour ces deux paramètres. Une différence significative est observée dans cette zone sur le plan saisonnier pour la salinité uniquement et aucune différence significative n'est observée tant sur le plan spatial que sur le plan temporel pour les valeurs de la résistivité d'après ce même test.

Dans l'ensemble du bassin versant du Nyong, la salinité n'a pas varié significativement en termes de stations d'après le test de Kruskal-Wallis. Pourtant, la résistivité a varié significativement

entre la station Ond 3 et la station Ndj 2, entre la station Kon 3 et les stations Ats 1, Ong 1, Ong 2, Ong 3, Mou 3, Mou 1 et Mib 1 d'après le test de Mann Withney.



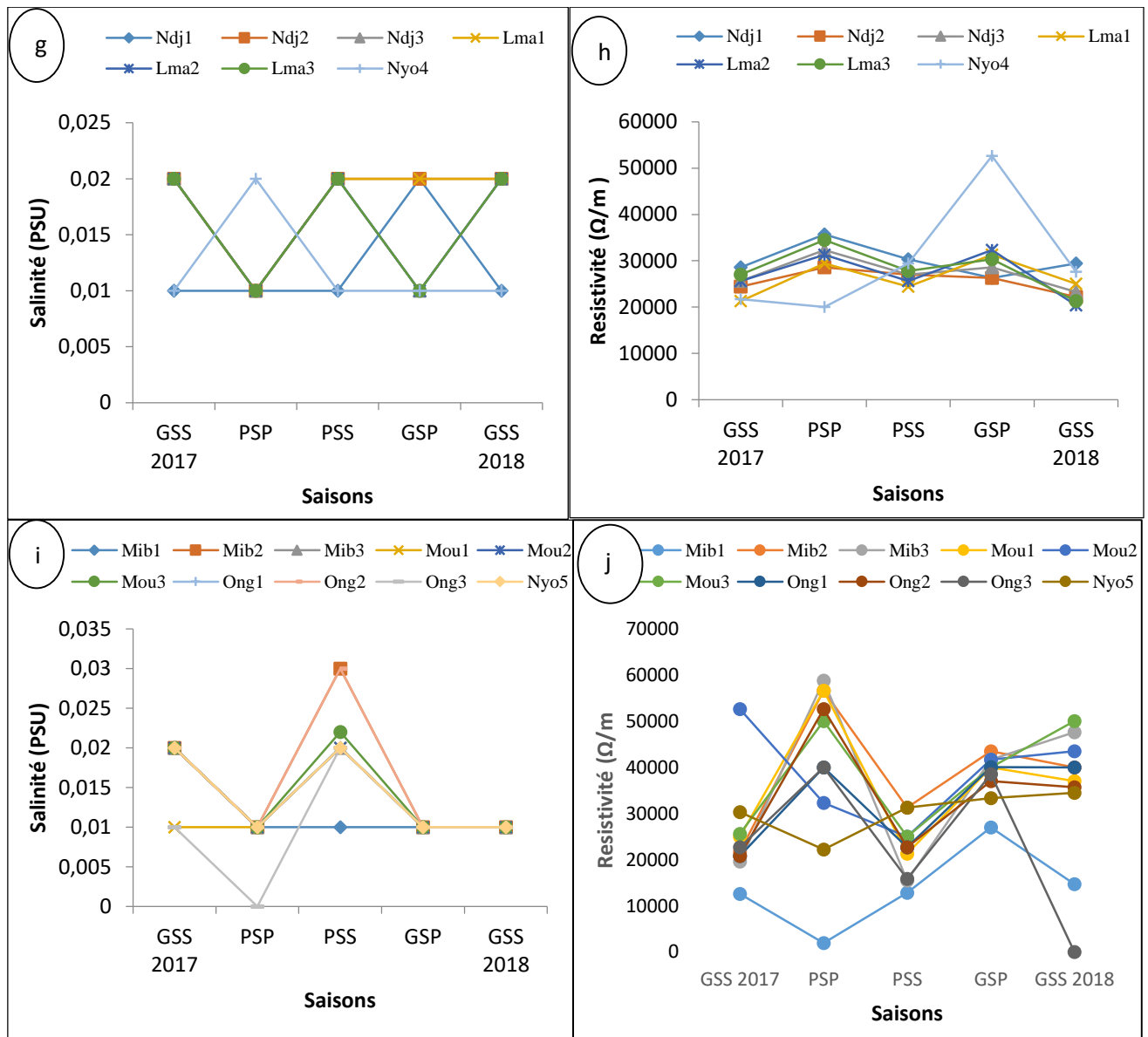


Figure 22 : Variation spatio - temporelle des valeurs de la salinité (a, c, e, g, i) et de la résistivité (b, d, f, h, j) pendant la période d'étude : GSS 2017 : grande saison sèche (année 2017), PSS:petitesaisonsèche, PSS : petitesaisonsèche, GSP : grande saison de pluies et GSS 2018: grande saison sèche (année 2018).

❖ **Dureté calcique, dureté magnésique et dureté totale**

Les variations de la dureté calcique dans le cours d'eau Atsale de la zone d'Abong -Mbang oscillent entre 0,02 mg/l (Ats 1-PSS) et 2,9 mg/l (Ats 1-PSP) avec une moyenne de $0,13 \pm 0,09$ mg/l (Figure 23a), la dureté magnésique a varié de 0 mg/l (Ats 3-GSP) à 0,31 mg/l (Ats 2-PSS) avec une moyenne de $0,13 \pm 0,09$ mg/ (Figure 23b). La dureté totale quant à elle a varié de 0,41 à 1,25mg/l ($M= 0,41 \pm 0,36$ mg/l) (Figure 23c). Le test de Mann Whitney montre une différence significative ($P > 0,05$) entre la GSS 2017 et la PSS et avec la GSP. La dureté calcique n'a pas significativement varié d'une station à l'autre et encore moins d'une campagne à l'autre dans le cours d'eau Atsale d'après le test de Kruskall-

Wallis. La station Nyo 1 de la même zone a les valeurs de la dureté calcique qui fluctuent entre 0,12 mg/l (PSP) et 1,2 mg/l (GSS 2017). Quant aux valeurs de la dureté magnésique, elles ont varié de 0,02 mg/l (GSP) à 0,4 mg/l. Les valeurs de ces paramètres à la station Nyo 1 n'ont pas significativement varié des autres stations du cours d'eau Atsale. Dans cette zone, il y'a une différence significative entre les saisons.

A Akonolinga, dans le cours d'eau Mbem, les valeurs minimales de la dureté calcique, de la dureté magnésique et de la dureté totale sont respectivement de 0,02 mg/l (Mbe 1-GSS 2018), 0,11 mg/l (Mbe 1-PSS) et 0,66 mg/l (Mbe 1-GSS 2018) alors que leurs valeurs maximales sont respectivement de 0,44 mg/l (Mbe 3-GSP) ; de 0,55 mg/l (Mbe 1-GSP) et de 3,09 mg/l (Mbe 1-GSP) (Figure 23d, 23e et 23f), avec des moyennes de $0,29 \pm 0,11$ mg/l pour la dureté calcique, de $0,21 \pm 0,17$ mg/l pour la dureté magnésique. Le test de Kruskal-Wallis ne montre aucune différence significative sur le plan spatio-temporel pour ces deux paramètres dans le bassin versant du Mbem. Dans le bassin versant du Nyelbeu de la même zone, la valeur minimale de la dureté calcique (0,16 mg/l) est observée à la station Nye 3 pendant la PSS, celle de la dureté magnésique (0,03 mg/l) est observée à Nye 3 pendant la GSP et celle de la dureté totale (0,72 mg/l) est observée à Nye 1 pendant la GSP. Les valeurs maximales de la dureté calcique (0,41 mg/l), de la dureté magnésique (0,47 mg/l) et de la dureté totale (3,28 mg/l) sont observées respectivement pendant (GSS 2017-Nye 3), (PSS - Nye 2) et (PSS - Nye 3) (Figures 23d, 23e et 23f). Dans ce cours d'eau aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée tant sur le plan saisonnier qu'en terme de station pour ce qui est de la dureté magnésique, pourtant pour la dureté calcique une différence significative est observée entre la GSS 2017 et la PSS et entre la PSS et la GSS 2018 d'après le test de Mann Whitney ($p \geq 0,50$). La station Nyo 2 de la zone d'Akonolinga a les valeurs de dureté calcique qui varient de 0,06 mg/l (PSP) à 0,70 mg/l (GSS 2017), les valeurs de la dureté magnésique sont comprises entre 0,03 mg/l (GSP) et 0,26 mg/l (PSS). Les valeurs de ces paramètres à la station Nyo 2 n'ont pas significativement varié des autres stations des différents cours d'eau et il n'y'a aucune différence entre les stations des différents cours d'eau d'après le test de Kruskal-Wallis. Dans cette zone, il y'a une différence significative entre les saisons uniquement pour la dureté magnésique.

Dans le bassin versant du cours d'eau Ondoamedza de la zone de Mbalmayo, les valeurs minimales de la dureté calcique et celles de la dureté magnésique sont de 0,04 mg/l (Ond 1 - la GSS 2017) et 0 mg/l (Ond 2 et Ond 3 - GSS 2018) respectivement et leurs valeurs maximales sont respectivement de 0,4 mg/l (Ond 3-PSP) et 0,57 mg/l (Ond 2-PSP) respectivement (Figures 23g et 23h). La dureté totale, a fluctué de 0,12 à 3,59 mg/l (Figure 23i). D'après le test de Kruskal-Wallis, dans le cours d'eau Ondoamedza ces deux paramètres n'ont pas significativement varié sur le plan spatial et temporel. Dans le cours d'eau Kongolo de la même zone, les teneurs de la dureté calcique ont varié de 0,05 mg/l (Kon 3- PSS) à 0,47 mg/l (Kon 3-GSP) (Figure 23g), celles de la dureté magnésique ont varié de 0

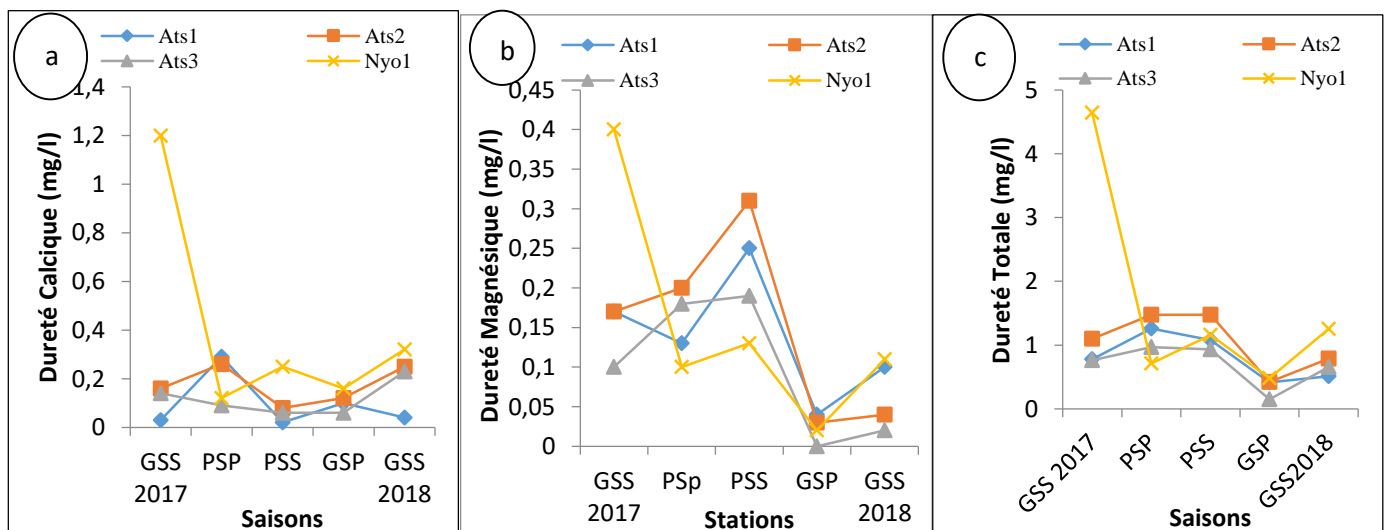
mg/l (Kon 1 et Kon 2- GSS 2018) à 0,4 mg/l (Kon 2-PSS) (Figure 23h) et celles de la dureté totale ont varié de 0,40 mg/l (Kon 2- GSP) à 3,40 mg/l (Kon 3-PSP) (Figure 23i). D'après le test de Kruskal-Wallis, dans ce cours d'eau, les teneurs de la dureté magnésique n'ont pas significativement varié sur le plan spatio - temporel, pourtant il montre que la dureté calcique a significativement varié sur le plan saisonnier. La station Nyo 3 de cette zone a des valeurs de dureté calcique qui varient de 0,03mg/l (PSS) à 1,4 mg/l (GSS 2017), des valeurs de la dureté magnésique sont comprises entre 0mg/l (GSP, GSS 2018) et 1,39 mg/l (PSP). Les valeurs de ces paramètres à la station Nyo 3 ont significativement varié de toutes les autres stations des différents cours d'eau et il y'a aussi une différence entre la station Ond 1 et la station Kon 3 d'après le test de Mann Whitney. Dans cette zone, il y'a une différence significative entre les saisons uniquement pour la dureté calcique.

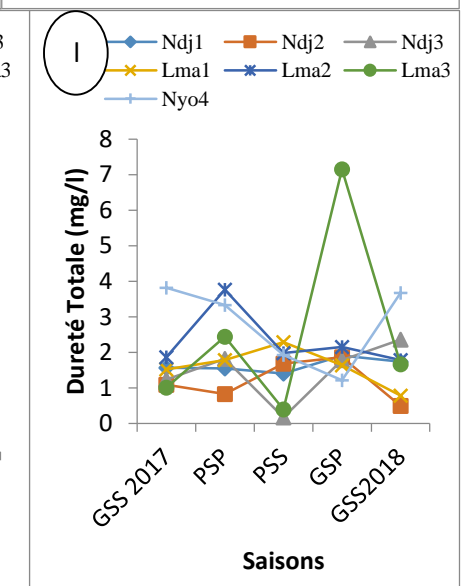
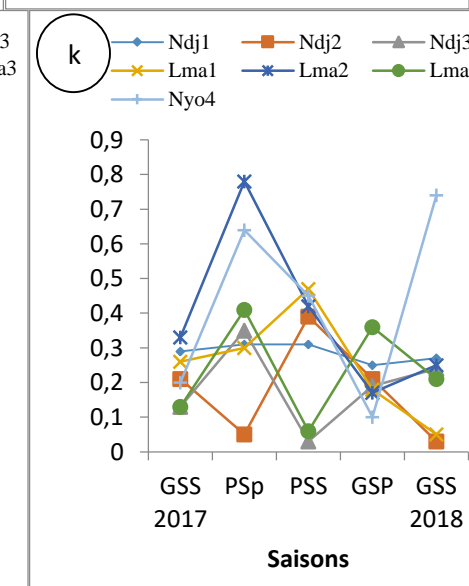
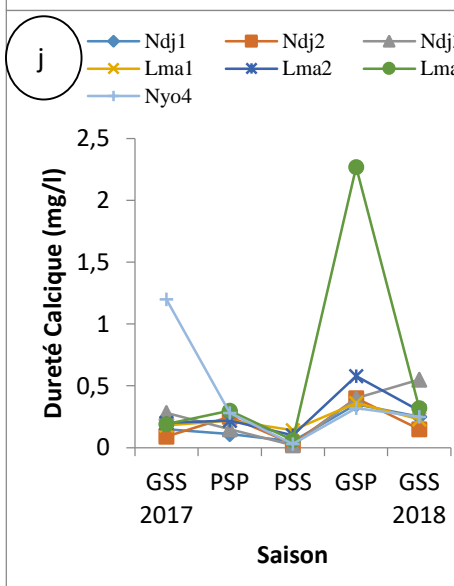
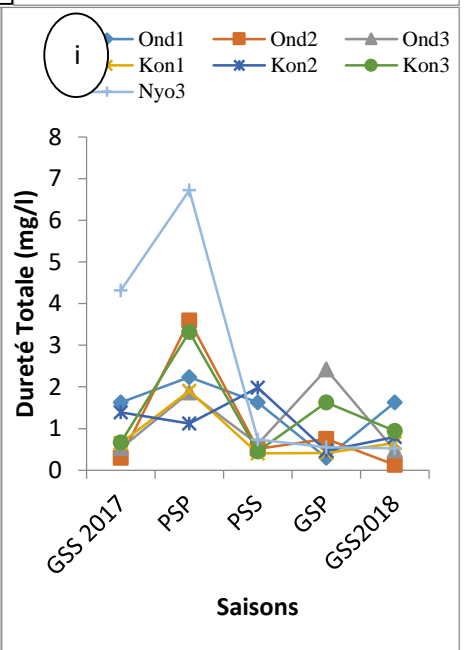
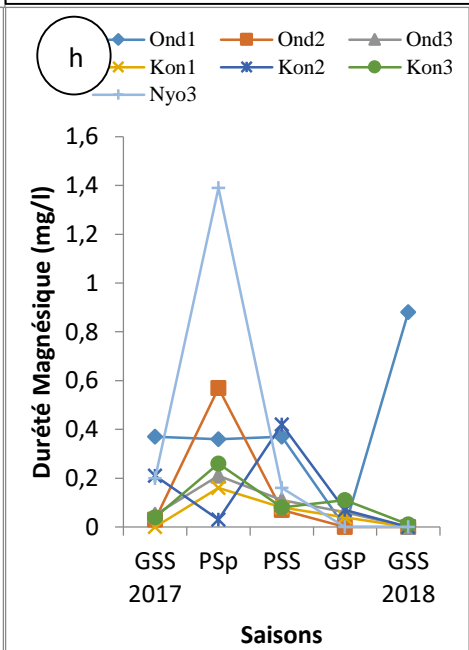
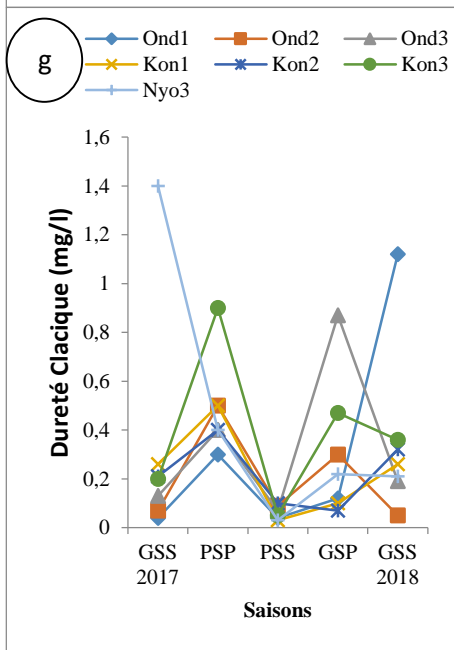
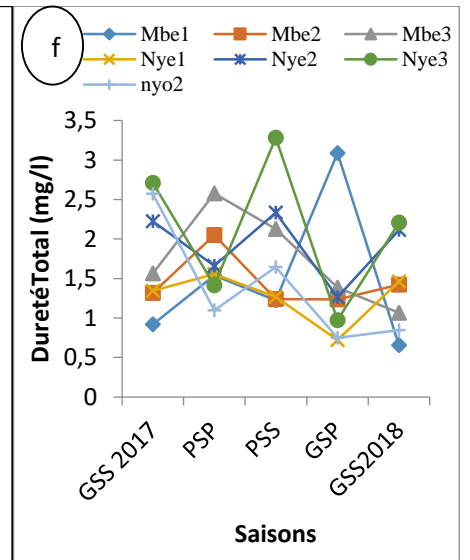
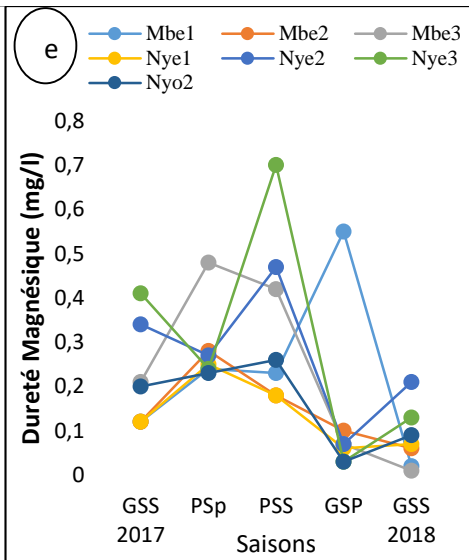
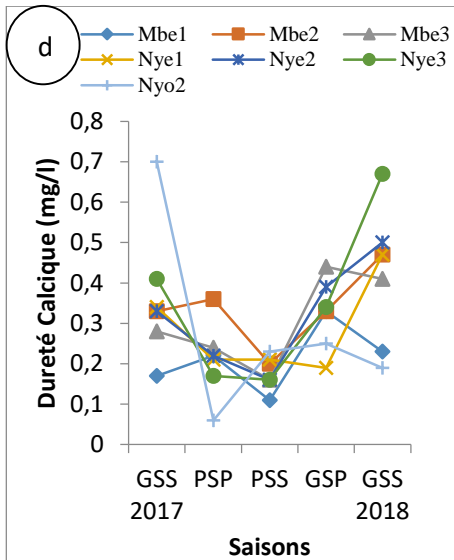
Dans la zone de Makak, les valeurs de la dureté calcique, de la dureté magnésique et de la dureté totale ont varié respectivement de 0,02 mg/l (Ndj 3-PSS) à 0,4 mg/l (Ndj 2 et Ndj 3-GSP)(Figure 23j), de 0,03 (Ndj 3-PSS) à 0,39 (Ndj 2-PSS) (Figure 23k) et de 0,17 mg/l (Ndj 3-PSS) à 2,36 mg/l (Ndj 3-GSS 2018) pour la dureté totale (Figure 23l) dans le cours d'eau Ndjockyambi. Les valeurs moyennes de la dureté calcique et de la dureté magnésique sont de $0,22 \pm 0,16$ mg/l et de $0,22 \pm 0,11$ mg/l respectivement. D'après le test de Mann Whitney, dans le cours d'eau Ndjockyambi, la dureté calcique a significativement varié entre la GSS 2017 et GSP, puis entre la PSP et la GSP et entre la PSS et la GSP. Dans le cours d'eau Lepmassoun de ladite zone, les valeurs maximales de la dureté calcique, de la dureté magnésique et de la dureté totale sont de 2,27 (Lma 3-GSP), 0,72 mg/l (Lma 2-PSP) et 3,76 mg/l (Lma 2-PSP) respectivement (Figures 23j et 23k et 23l) et leurs valeurs minimales sont de 0,1 mg/l (Lma 2-PSS) pour la dureté calcique, de 0,05 mg/l (Lma 1-GSS 2018) pour la dureté magnésique et de 0,40 mg/l (Lma 3(PSS) pour la dureté totale. Le test de Kruskal-Wallis montre qu'il n'y'a pas une différence significative tant au niveau des stations que des saisons pour la dureté magnésique. Par contre d'après le test de Mann Whitney, la dureté calcique a varié significativement entre GSS 2017 à la PSP et avec la GSP successivement, entre la PSP et la PSS, puis entre la PSS et la GSP et entre la GSP et la GSS 2018 dans le cours d'eau Lepmassoun. La station Nyo 4 de la zone de Makak a les valeurs de la dureté calcique qui varient entre 0,03 mg/l (PSS) et 1,2 mg/l (GSS 2017). Les valeurs de la dureté magnésique ont varié de 0,1 mg/l (GSP) à 0,74 mg/l (GSS 2018). Les valeurs de ces paramètres observées à la station n'ont pas significativement varié de celles des autres stations des cours d'eau Ndjockyambi et Lepmassoun. Dans cette zone, il y'a une différence significative entre les saisons pour les valeurs de la dureté calcique et aucune différence significative n'est observée entre les stations des différents cours d'eau.

Les teneurs de la dureté calcique, de la dureté magnésique et celles de la dureté totale ont varié respectivement de 0 mg/l à 0,22 mg/l ($0,08 \pm 0,07$ mg/l, $a=0,22$ mg/l) ; de 0mg/l à 1,39 mg/l ($0,30 \pm 0,37$ mg/l et $a=1,39$ mg/l) et de 0,07 mg/l (Mib 1-GSS 2017) à 3,19mg/l (Mib 3-GSS 2017) respectivement

dans le cours d'eau Mibangue de la zone littorale (Figures 23m, 23n et 23o). Il n'y a pas eu une différence significative sur le plan spatio-temporel dans le cours d'eau Mibangue pour ces paramètres. Dans le cours d'eau Moungoe, les valeurs de la dureté calcique, de la dureté magnésique et celle de la dureté totale ont varié de 0 mg/l à 0,45 mg/l ($0,10 \pm 0,12$ mg/l, $a=0,45$ mg/l), de 0 mg/l à 0,95 mg/l ($0,19 \pm 0,24$ mg/l et de 0,09 mg/l à 3,63 mg/l ($1,07 \pm 1,08$, $a=3,54$ mg/l) (Figure 23n, 23n et 23o). Le test de Mann Whitney montre que la dureté magnésique a significativement varié entre la GSS 2017 et la GSP et entre PSS et GSP. Les valeurs de la dureté calcique, de la dureté magnésique et de la dureté totale dans le cours d'eau Ongue ont fluctué de 0,01 mg/l (Ong 2-PSS) à 0,29 mg/l (Ong 3- GSS 2018 et Ong 2-PSS), de 0 mg/l (Ong 1-GSP) à 0,89 (Ong 2-GSS 2017) et 0,12 mg/l (Ong 1- GSP) à 1,96 mg/l (Ong 1- GSS 2017) (Figure 23m, 23n et 23o). Le test d'Annova ne montre aucune différence significative sur le plan spatio-temporel pour ces trois paramètres dans le cours d'eau Ongue. La station Nyo5 de la même zone a les valeurs de la dureté calcique qui varient entre 0,04 mg/l (GSS 2018) et 1,06 mg/l (GSP). Quant aux valeurs de la dureté magnésique, elles ont varié de 0,11 mg/l (PSS) à 0,7 mg/l (GSS 2017). Les valeurs de ces paramètres à la station Nyo 5 n'ont pas significativement varié des autres stations des cours d'eau Moungoe, Mibangue et Ongue. Dans cette zone, il y'a une différence significative entre les saisons pour la dureté calcique et la dureté magnésique et aucune différence significative n'est observée entre les stations des différents cours d'eau d'après le test de Kruskall-Wallis.

Dans l'ensemble du bassin versant du Nyong, la dureté calcique a significativement varié sur le plan spatio-temporel d'après le test de Kruskall-Wallis. Ce même test montre que la dureté magnésique n'a varié que sur le plan saisonnier.





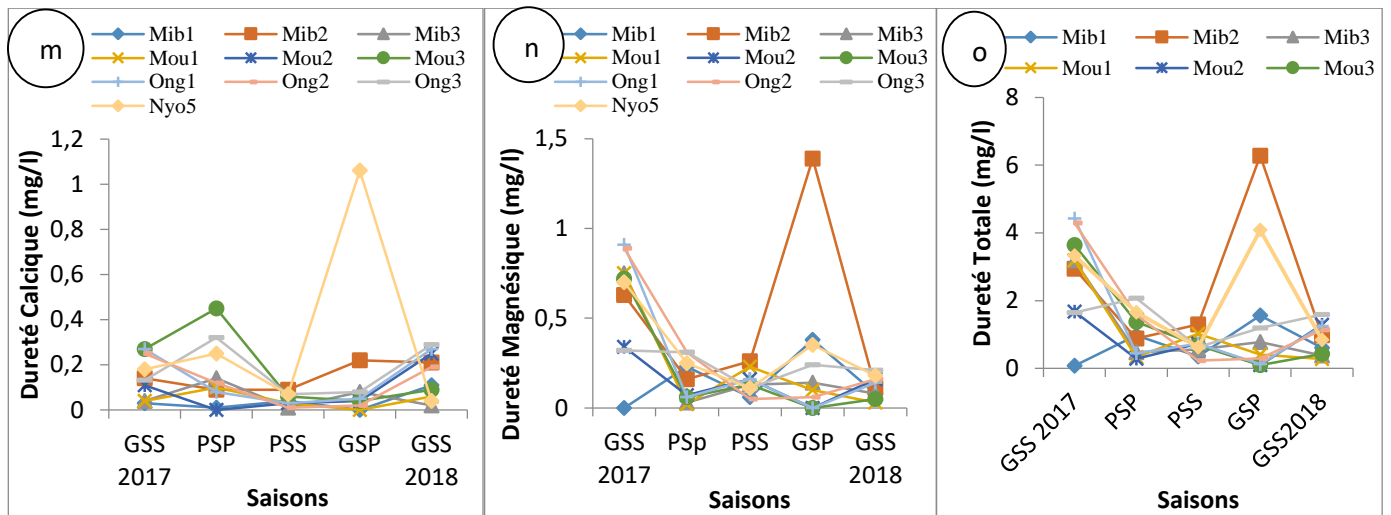


Figure 23 : Variation spatio-temporelle des valeurs de la dureté calcique (a, d, g, j et m), de la dureté magnésique (b, e, h, k et n) et de la dureté totale (c, f, i, l et o) pendant la période d'étude : GSS 2017 : grande saison sèche (année 2017), PSS : petite saison sèche, GSP : grande saison de pluies et GSS 2018: grande saison sèche (année 2018).

III.1.3. Caractérisation statistique des stations par des variables physicochimiques : typologie abiotique des stations

Dans la zone d'Abong -Mbang, trois groupes de stations aux caractéristiques physicochimiques distinctes ont été identifiés à partir de l'Analyse de Classification Hiérarchique (ACH) (Figure 24a). Ainsi le groupe I est constitué uniquement de la station Ats 1 ; le groupe II est formé de la station Nyo 1 et le groupe III est constitué des stations Ats 2 et Ats 3. L'ACH classe les stations de la zone Akonolinga en 3 groupes à savoir le groupe I qui est constitué des stations Nye 1 et Nye 2 ; le groupe II est formé des stations Mbe 1 et Nyo 2 et le groupe III qui est constitué des stations Nye 3, Mbe 2 et Mbe 3 (Figure 24b). Pour ce qui est de la zone de Mbalmayo, nous avons 4 groupes : le groupe I formé de la station Kon 3, le groupe II est formé de la station Kon 1 et le groupe III est constitué des stations Kon 2, Ond 1 et Ond 2, Ond 3 et Nyo 3 (Figure 24c). L'ACH classe les stations de la zone de Makak en 2 groupes, le groupe I est constitué des stations Ndj 2, Ndj 3, Lma 1, Lma 2 et Lma 3 et le groupe II qui est constitué des stations Ndj 1 et Nyo 4 (Figure 24d). Dans la zone littorale, 3 groupes de stations ont été identifiés notamment le groupe I formé de la station Ong 3 et Nyo5, le groupe II est constitué des stations Mib 2, Mou 3, Ong 1 et Ong 2 et le groupe III est formé des stations Mou 1, Mib 1, Mib 3 et Mou 2 (Figure 24 e).

Dans l'ensemble du bassin du Nyong, 4 groupes de stations ont été identifiés suivant leurs caractéristiques physicochimiques. Nous avons le groupe I est formé des stations Nye 2, Mbe 1, Mbe 2, Mbe 3, Nye 1, Nyo 2, Nye 3 et Nyo 1, le groupe II quant à lui est constitué seulement des stations Kon 1 et Kon 3. Le groupe III, lui est constitué des stations, Ats 1, Ats 2, Ats 3, Ond 1, Ond 2, Ond 3, Kon 2, Mou 3, Ndj 1, Ndj 2, Ndj 3, Lma 1 et Lma 2, Lma 3 et Nyo 4 et les autres stations restantes

Une Analyse en Composante Principale (ACP) dans l'ensemble du bassin versant du Nyong est faite par la suite pour déterminer les paramètres physicochimiques caractéristiques des différents groupes formés. La matrice analysée est un tableau de 17 colonnes correspondant aux paramètres environnementaux pris en compte et 175 lignes représentant les échantillons prélevés dans les 35 stations d'échantillonnage pendant les 5 saisons d'étude. Les axes F1 (29,93 %) et F2 (18,09 %) qui cumulent 48,02% de l'inertie fournissent l'essentiel de la variance totale (Figure 25a).

Sur le cercle de corrélation des paramètres physicochimiques de l'ensemble du bassin versant du Nyong (Figure 25b), nous observons que la résistivité, le pourcentage de saturation en oxygène dissous, l'oxygène dissous et les orthophosphates sont positivement corrélés entre eux d'une part et négativement corrélés au pH, au dioxyde de carbone, à la dureté magnésique, l'oxydabilité, la salinité, la conductivité et les STD sur l'axe F1 d'autre part. Sur l'axe F2, la dureté calcique, le nitrate, les MES, l'alcalinité, l'azote ammoniacal, la turbidité sont positivement corrélés entre eux d'une part et d'autre part ces mêmes paramètres sont négativement corrélés à la température. Le cercle de corrélation classifiant les stations montre que les stations Kon 2 et Kon 3 formant le groupe II de l'ACH sont caractérisées par les valeurs relativement élevées de la conductivité, de salinité, d'oxydabilité, de CO₂ et les valeurs de pH légèrement basiques. Les stations Nye 1, Nye 2, Nye 3, Mbe 1, Mbe 2, Mbe 3, Nyo 1 et Nyo 2 formant un autre groupe (Groupe I de l'ACH) sont caractérisées par les valeurs relativement élevées de MES, d'oxygène dissous, de turbidité, de couleur, d'azote ammoniacal, et de résistivité. Quant aux stations Nyo 3, Ong 1, Ong 2, Ong 3, Mou 1, Mou 2, Mib 1, Mib2, Mib 3 et Nyo5 (groupe III), elles sont caractérisées par les valeurs relativement élevées de température et de dureté magnésique (Figure 25c). Les autres stations (Ats 1, Ats 2, Ats 3, Ond 1, Ond 2, Ond 3, Kon 2, Mou 3, Ndj 1, Ndj 2, Ndj 3, Lma 1 et Lma 2, Lma 3 et Nyo 4) qui forment le groupe IV du dendrogramme sont caractérisées par les valeurs relativement élevées de Nitrate et de dureté calcique.

Le biplot de la zone d'Abong- Mbang (Figure 25d) présente une distribution des 4 stations d'échantillonnage relativement à leurs caractéristiques physicochimiques. Trois grands groupes de stations se dégagent dans ce plan factoriel. L'axe F1 discrimine en coordonnées positives les stations Ny01 (groupe II de l'ACH) caractérisés par des fortes valeurs de résistivité, de couleur, de MES, de turbidité, de dureté calcique, d'azote ammoniacale, de dureté magnésique et nitrate. Ces paramètres corrélaient positivement entre eux et négativement avec les fortes valeurs de pH, d'oxygène dissous, de conductivité électrique, salinité et d'alcalinité caractéristiques de la station Ats 1. Les stations Ats 2 et Ats 3 ne sont pas caractérisées par un paramètre physico-chimique spécifique.

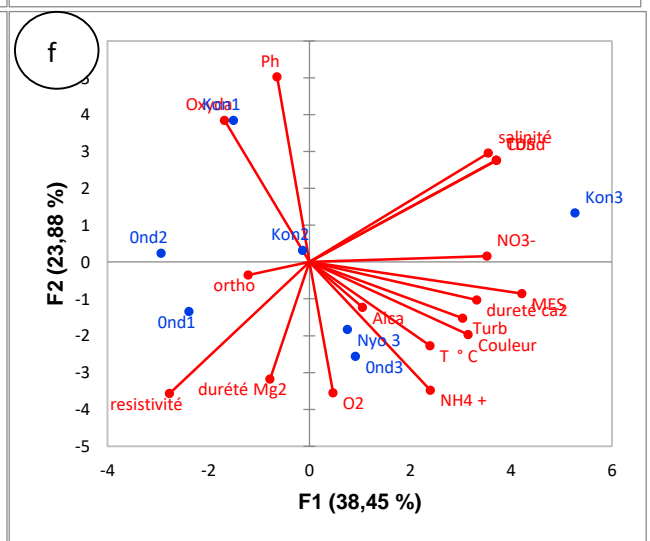
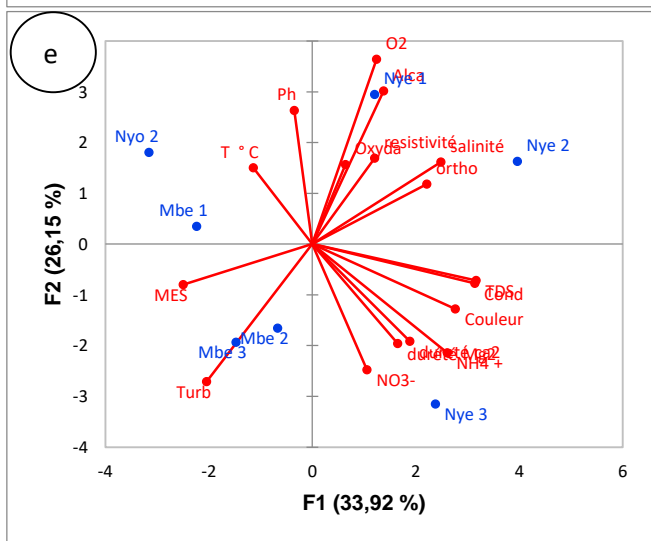
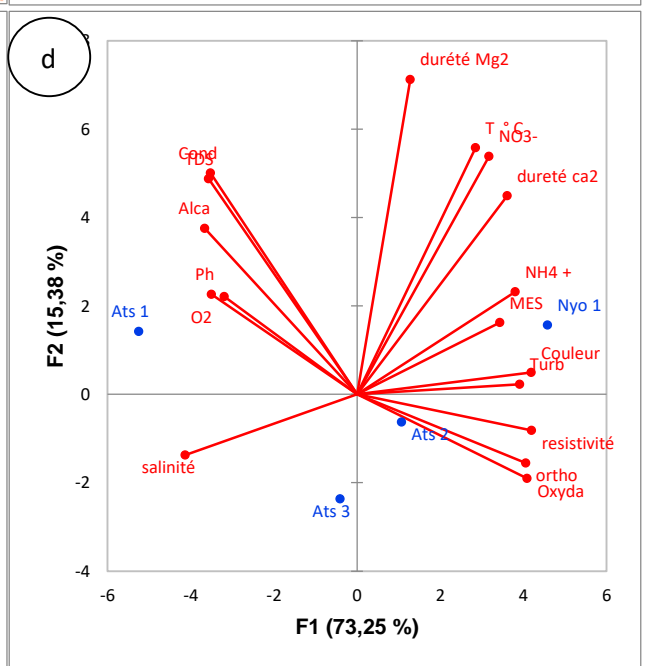
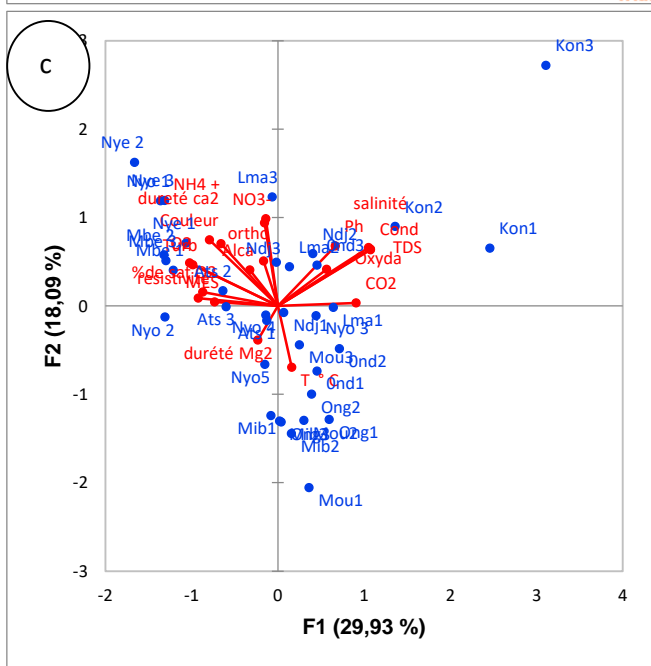
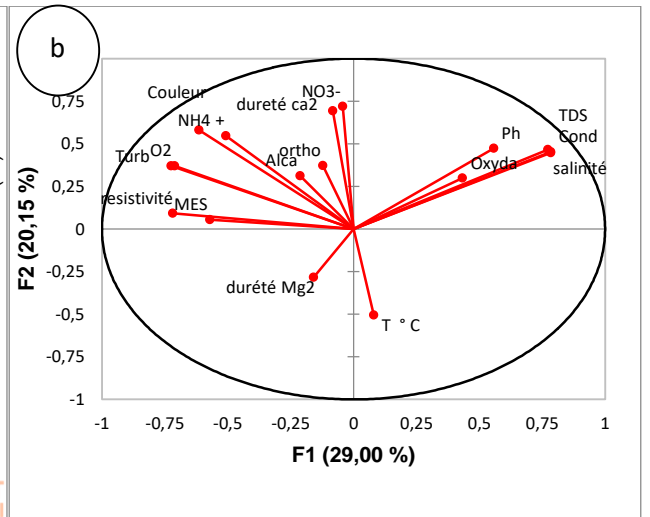
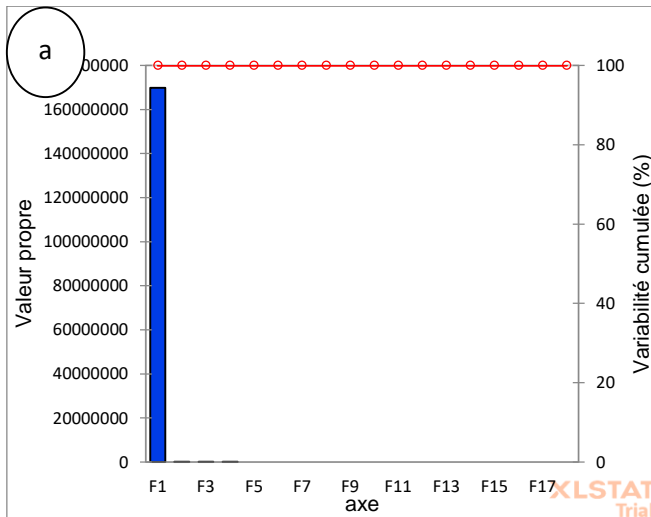
Dans la zone d'Akonolinga, d'après le biplot (Figure 25e) l'axe F1 discrimine en coordonnée positive la station Nye 2 caractérisée par les fortes valeurs de couleur, de salinité, d'orthophosphates, et de conductivité qui sont corrélés positivement entre eux et négativement avec les valeurs élevées de MES et de température, caractéristiques des stations Mbe 1 et Nyo 2 respectivement. Par contre la

partie positive de l'axe F2 discrimine la station Nye 1 caractérisée par les fortes valeurs de pH, d'oxygène dissous, d'alcalinité et les faibles valeurs d'oxydabilité et de résistivité. Ces paramètres ont positivement corrélés entre eux et négativement avec les fortes valeurs de nitrate, de dureté magnésique, de dureté calcique, d'azote ammoniacal et de turbidité, caractéristiques des stations Mbe 2, Mbe 3 et Ny2 (Groupe III du de l'ACH).

En ce qui concerne la zone de Mbalmayo, le biplot montre que l'axe positif de F1 discrimine la station Kon 3 caractérisée par les élevées de nitrate, de conductivité, de salinité, de MES, de dureté calcique, de turbidité et de couleur. Ces paramètres sont positivement corrélés entre eux et négativement avec les faibles valeurs d'orthophosphates, caractéristiques des stations Kon 2, Ond 1 et Ond 2 (groupe III d'après l'ACH). L'axe positif F2 discrimine les stations Kon 1 et Kon 2 caractérisées par les valeurs élevées d'oxydabilité et d'un pH basique. Ces paramètres corrélerent entre eux et négativement avec les stations Ond 3 et Nyo 3 (groupe IV d'après l'ACH) caractérisées par les valeurs relativement élevées d'oxygène dissous, de dureté magnésique, d'azote ammoniacal, de température et les faibles valeurs d'alcalinité (Figure 25f).

Le biplot de la zone de Makak montre que la partie positive de l'axe F1 discrimine la station Ny04 caractérisée par les fortes valeurs de la résistivité et d'oxygène dissous. Ces paramètres corrélerent positivement entre eux et négativement avec l'oxydabilité, la conductivité électrique et un pH légèrement basique, caractéristiques des stations Ndj 2 et Lma 1. Les stations Lma 2 et Lma 3 sont discriminées sur l'axe positif F2 et elles sont caractérisées par les valeurs élevées de couleur, de nitrate, de MES, de température, de dureté magnésique et de dureté calcique. Ces paramètres sont corrélés entre eux et négativement sur la partie négative de l'axe F2 avec les faibles valeurs d'orthophosphates et les valeurs élevées d'alcalinité et d'azote ammoniacal. (Figure 25g).

Dans la zone côtière, la partie positive de l'axe F1 discrimine les stations Ong 2, Mou 3 qui sont caractérisées par les valeurs élevées de couleur, d'azote ammoniacal, d'alcalinité et les faibles valeurs de nitrate et de dureté magnésique. Ces paramètres corrélerent positivement entre eux et négativement avec les valeurs élevées de résistivité, d'oxygène et d'orthophosphates, caractéristiques des stations Mou 1, Mou 2, Mib 1 et Mib 3. L'axe positif F2, discrimine la station Ong 3 caractérisée par les valeurs élevées d'oxydabilité, de température et de très faibles valeurs de turbidité. Ces paramètres corrélerent positivement entre eux et négativement avec les valeurs élevées d'orthophosphates, de pH légèrement basique et de très faibles valeurs de MES (Figure 25h).



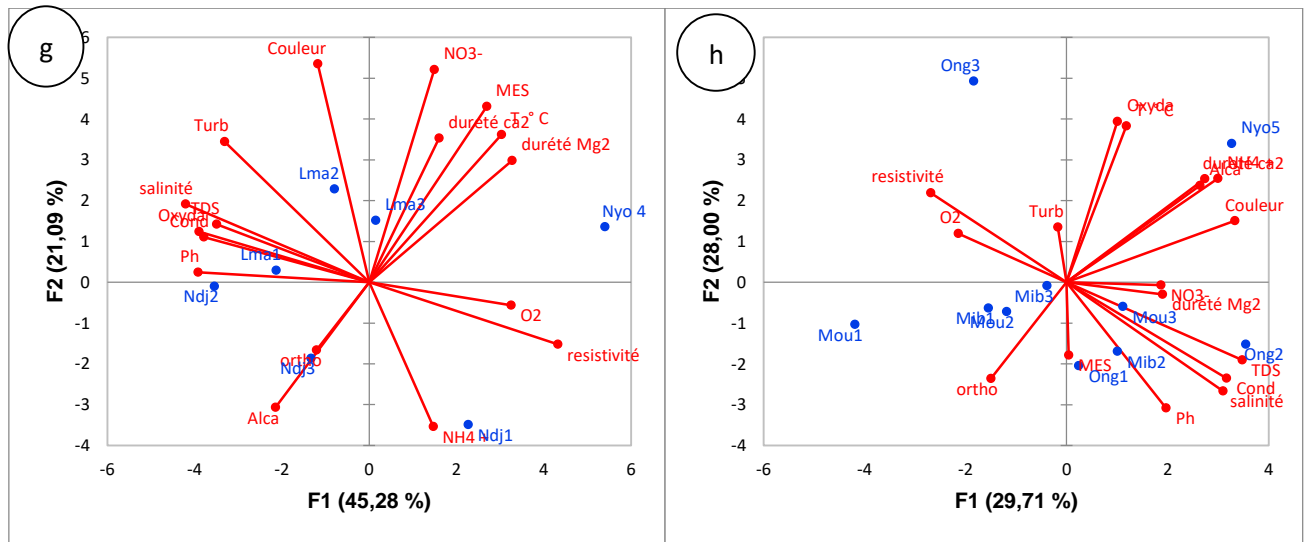


Figure 25: Résultat de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) effectuée sur les variables environnementales dans les différentes stations pendant la période d'étude :

Histogramme des valeurs propres dans le bassin du Nyong (a) ; Cercle de corrélation des paramètres physico-chimiques (b), biplot des stations dans le bassin du Nyong (c), biplot dans la zone d'Abong-Mbang (d), biplot dans la zone d'Akonolinga (e), biplot dans la zone de Mbalmayo (f), biplot dans la zone de Makak (g) et Biplot dans la zone Littorale (h) : Les noms en bleu représentant les stations, et les noms en rouge représentant les paramètres physicochimiques suivants ; TC = Température; pH = potentiel d'Hydrogène ; STD = Solides Totaux Dissous; Cond = Conductivité électrique; O2 = oxygène dissous (mg/l), % O2 = pourcentage de saturation en oxygène dissous; CO2 = gaz carbonique dissous; MES = matières en suspension; NH4 += Azote ammoniacal; NO2- = nitrites; nitrate= nitrates; PO34- = orthophosphates; ca2+= durété calcique, Mg2+= durété magnésiqueAlca = alcalinité; Oxyda = oxydabilité; Res= résistivité, Sal= salinité.

III.1.4. Caractérisation biologique

III.1.4.1. Taxinomie de la macrofaune des décapoda-Pleocyemata dans le bassin versant du Nyong

Les organismes collectés au cours de la présente étude ont été regroupés dans le sous-ordre des Pleocyemata (Burkenroad, 1963), D'après plusieurs auteurs (Beaumont *et al.*, 1998 ; Durant *et al.*, 2002 ; Klotz, 2009 ; Latreille, 1831 ; Martin & George, 2001 et De Grave *et al.*, 2009) ces organismes appartiennent à : Embranchements des Arthropodes, Sous-Embranchement des Crustacés, Classe des Malacostraca, Sous-classe des Eumalacostraca, Super-Ordre des Caridea, Ordre des Decapoda. Dans ce sous-Ordre, les espèces de deux Infra-ordres ont été identifiées: l'Infra –Ordre des Caridea et celui des Brachioures.

➤ **Organisation générale des crevettes Caridea (Dana, 1852)**

L'infra-ordre des Caridea regroupent des organismes caractérisés par un corps comprimé latéralement prolongé à l'avant par un rostre pointu généralement denticulé (sur l'un de ses bords ou sur les deux) et à l'arrière par le telson. Ils ont leur deuxième paire de pinces développées, le deuxième somite abdominal chevauche le premier et le troisième segment abdominal (Figure 26).

Dans les communautés étudiées, les Caridea sont représentés par trois Super-familles : celle des Paleamonoidea, des Atyoidea et des Alpheoidea.

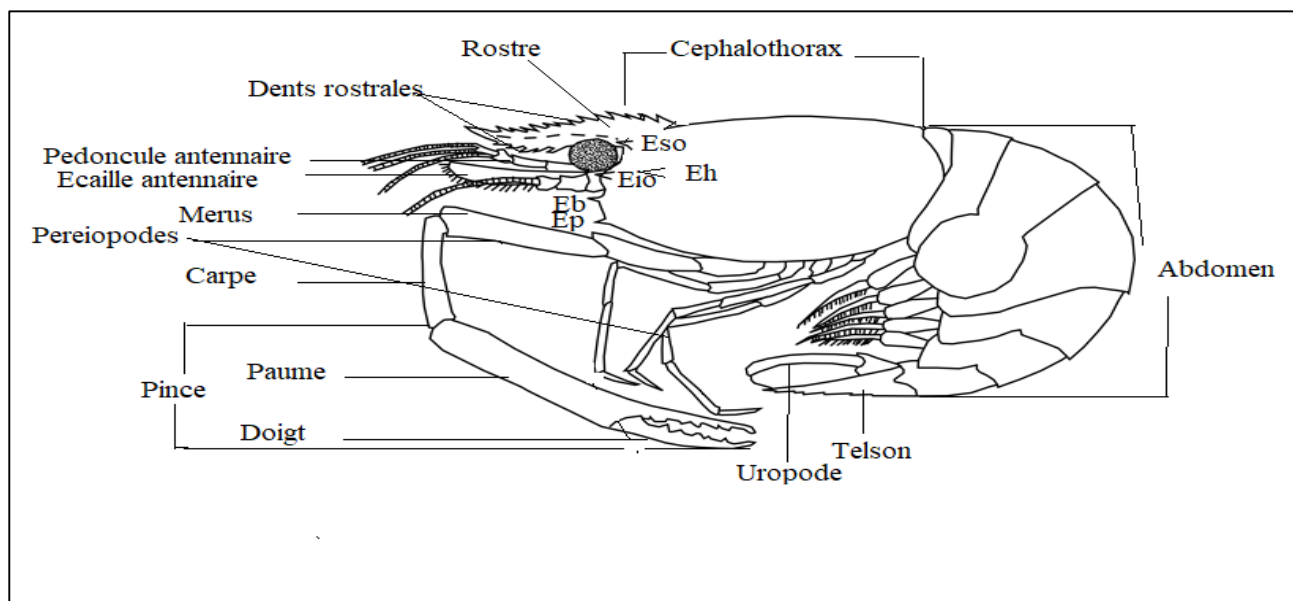


Figure 26 : Schéma montrant les caractéristiques morphologiques générales des taxons de l'Infra-ordre des Caridea : Eb : épine branchiostège; Eh : épine hépatique; Eio : épine infra-orbitale; Eso : épine supra-orbitale (Mondo, 1966).

❖ **Super-famille des Paleamonoidea**

Les Paleamonoidea n'ont été représentés que par la famille des Paleamonidae avec les genres *Macrobrachium* Batt, 1868 et *Paleamon* Weber, 1795.

- **Description et redescription des espèces de crevettes du genre *Macrobrachium***

• **Redescription de *Macrobrachium vollenhovenii* Herklots, 1857**

Les individus de cette espèce (Figure 27a) ont un rostre non grêle ne dépassant pas l'écaille antennaire. Le rostre est terminé par une pointe courbée, il est convexe au-dessus des yeux et droit, il porte 9 à 10 dents sur sa face dorsale parmi lesquelles 2 dents situées sur la partie post-orbitale et 3 dents sur sa face ventrale (Figure 27b), la formule rostrale est donc de 2+7-8/ 3. Les pattes de la deuxième paire de péréiopodes (P2) sont grandes, robustes et larges, mais l'une des pattes est plus ou moins développée et parfois plus grande que l'autre. Les P2 se caractérisent un carpe dont la longueur est inférieure ou égale à celle du mérus, une pince plus longue que le carpe et le mérus, une paume plus

longue que le doigt et le carpe (Figure 27c). Les pinces des P2 sont colorées en bleu clair sur la moitié au moins chez les jeunes et en bleu foncé jusqu'au niveau de la paume chez les adultes. La paume et les doigts sont entièrement recouverts d'épines alors que le mérus et le carpe n'ont des épines que sur leur face inférieure. Les doigts possèdent de fortes dents coniques internes, sombres et de tailles diverses ; serrées sur la partie supérieure et absentes sur la partie inférieure du doigt (Figure 27d).

Remarque : Pendant cette étude Trente-trois (33) spécimens de cette espèce ont été observés soit 26 spécimens dans le Mibangue, 5 spécimens dans le crénon du Mougoué et un spécimen dans le Ongue et la station Nyo5 du Nyong. La taille moyenne de ces organismes dans le bassin versant du Nyong est de $33,58 \pm 11,11$ mm. Le nombre de dents rostrales chez notre spécimen diffère de celui obtenu chez les spécimens de la même espèce dans plusieurs cours d'eau de Côte d'Ivoire, dans certains cours d'eau de la côte camerounaise et dans le Grand-Popo (au Bénin).

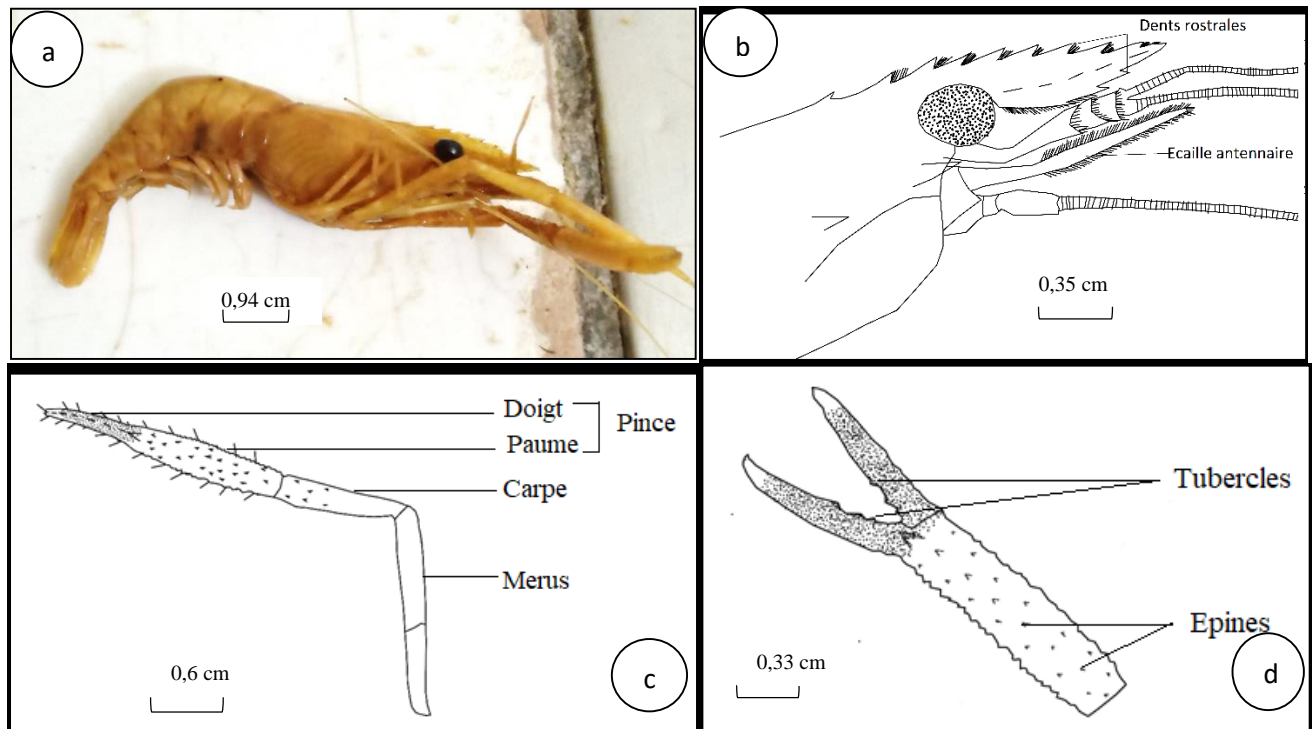


Figure 27: Vues montrant les caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium vollenhovenii* : photo de la vue latérale (a), périopode 2 (P2) (b), pince (c), rostre (d).

- **Redescription de *Macrobrachium lepidactylus* Hilgendorf, 1897**

Les individus appartenant à cette espèce (Figure 28a) ont les pattes de la deuxième paire de périopodes (p2) grandes, robustes et larges, de taille et de forme identique chez la femelle. Les P2 se caractérisent par la longueur du carpe inférieure ou égale à celle du mérus, la pince plus longue que le carpe et le mérus, la paume plus longue que le doigt et que le carpe (Figure 28b). Le nombre de dents sur la face dorsale du rostre est de 15 dont 3 situées sur la partie post-orbitale et la face ventrale du rostre porte 5 dents sur d'où la formule rostrale de 3+12/ 5(Figure 28 c). Les pinces sont colorées en

bleu foncé jusqu'au niveau de la paume chez les adultes (Figure 28d). L'uropode porte à sa base une dent aplatie (Figure 28e).

Remarque : Un seul spécimen de cette espèce a été observé dans le cours d'eau Mibangue pendant cette étude. La taille moyenne de cet organisme dans le bassin versant du Nyong est de $33,58 \pm 11,11$ mm. La description de nos spécimens se rapproche de celle faite sur cette espèce dans le cours d'eau KwaZulu-Natal en Afrique du Sud (Day *et al.* (2001). Notre spécimen a une description très proche de celle faite sur *M. vollenhovenii* récolté pendant cette étude mais en diffère par la présence d'une dent cônique à la base des uropodes et du nombre de dents rostrales.

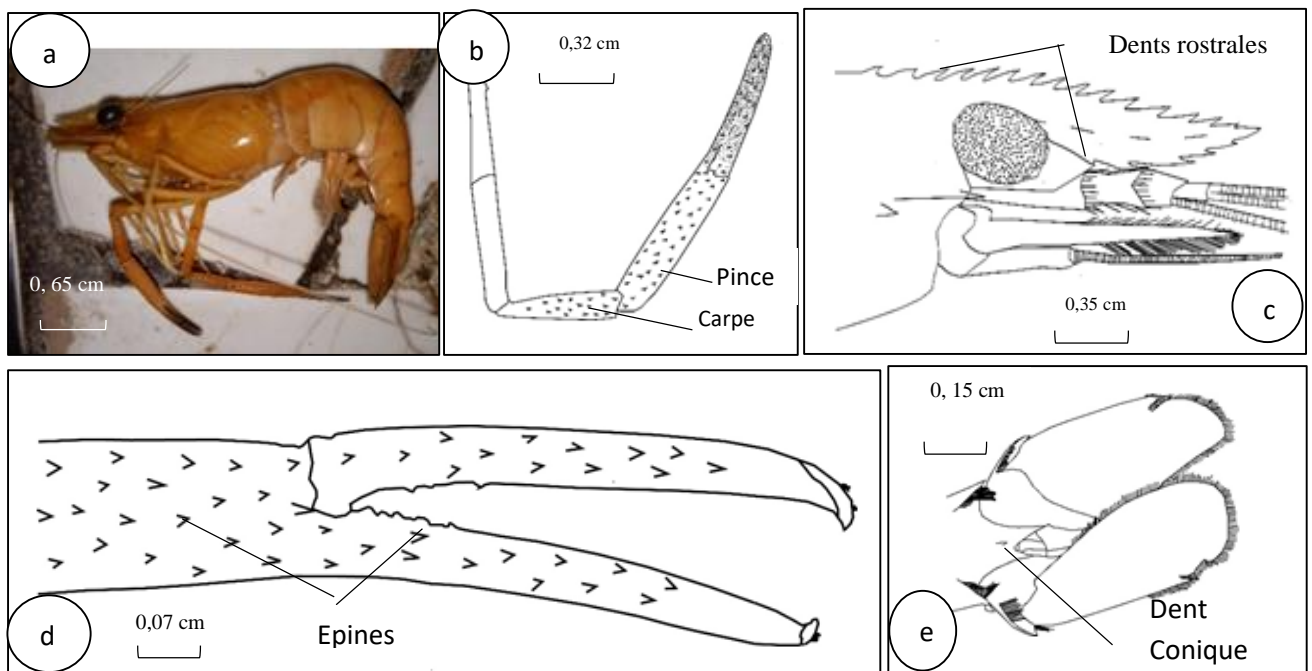


Figure 28 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium lepidactylus* : photo de la vue latérale (a), péréiopode 2 (b), rostre (c), pince (d) et uropode (e).

- **Redescription de *Macrobrachium idella* Hilgendorf, 1898**

Les individus de cette espèce sont de petite taille (environ 25mm). Ils ont les péréiopodes 2 (P2) identiques en forme et en taille, ayant un carpe nettement plus long que le mérus ($c/m = 1,2$ à $1,8$), une pince plus longue que le carpe, avec une paume distinctement plus longue que le doigt (Figure 29a). Le doigt ne porte pas de dents entre les coupants sauf quelques touffes isolées de soies fines à son extrémité. Le rostre droit, totalement denté, est plus court que l'écaïlle antennaire, mais plus long que le pédoncule antennaire. La face dorsale du rostre porte entre 12 - 17 dents dont 2 dents situées sur la zone post-orbitale et 3 dents sur la face ventrale, d'où la formule rostrale de $2+10-15/3$ (Figure 29b).

Remarque : Un total de 271 spécimens a été récolté dans le bassin versant du Nyong pendant cette étude, soit 70 en aval du cours d'eau Ongue et 201 en aval du Nyong. Les caractères de Description observés chez notre spécimen se rapprochent de celles faites dans la zone côtière du Kenya

en Tanzanie jusqu'au Mozambique par Day *et al.* en 2001, de même que celles faites en Tanzanie-Rivière Wami et Ruvu et dans le lac et ses affluents à Madagascar par Bailey and Crichto en 1971 sur la cette espèce.

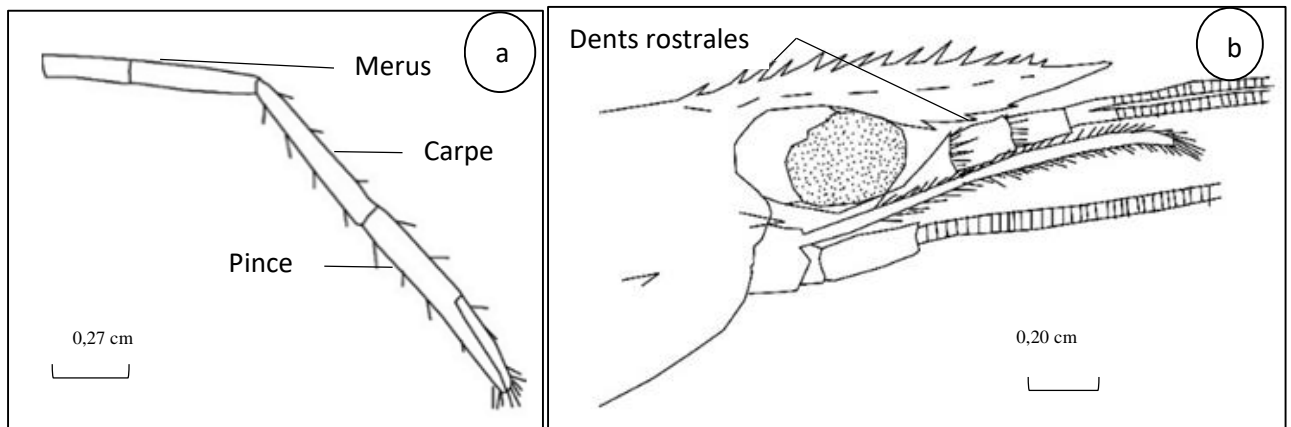


Figure 29: Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium idella* : péreiopode 2 (P2) (a) et rostre (b).

- **Redescription de *Macrobrachium equidens* Dana1852**

Les individus appartenant à cette espèce (Figure 30a) ont les pattes de la deuxième paire de péreiopodes (P2) identiques. Les P2 se caractérisent par la longueur du carpe supérieure à celle du mérus, la pince plus longue que le carpe et le mérus, la paume nettement plus longue que le doigt et plus court que le carpe (Figure 30b). La pince ne porte pas de tubercules autres que quelques dents proximales sombres et de taille diverse sur le doigt et la paume et elle a une pubescence dense entre les deux coupants. Les extrémités inférieures des doigts sont parsemées de soies fines, alors que la paume et le reste des articles de P2 sont nus. Le rostre est droit et convexe sur sa partie antérieure, il dépasse le pédoncule et le scalpe antennaire. La formule rostrale chez cette espèce est de 2+9-11/ 6 (Figure 30c). Les écarts entre les dents rostrales sont inégales de tel sorte que les dents postérieures sont plus serrées contrairement aux les dents antérieures qui sont assez distancées les unes des autres et l'avant dernière dent rostrale est plus proche de la dernière au niveau de l'apex.

Remarque : Un total de 73 spécimens a été récolté dans le bassin versant du Nyong soit 68 en aval du cours d'eau Ongue et 5 en aval du Nyong. La description observée chez nos spécimens se rapproche de celle faite chez cette espèce dans la zone côtière du Kenya en Tanzanie jusqu'en Mozambique (Day *et al.*, 2001). La description de nos spécimens se rapproche également de celle faite au Phillipine (Fenner *et al.*, 1993) et par celle faite par Cristiana *et al.* (2011) sur la côte d'Amazonie au Brésil.

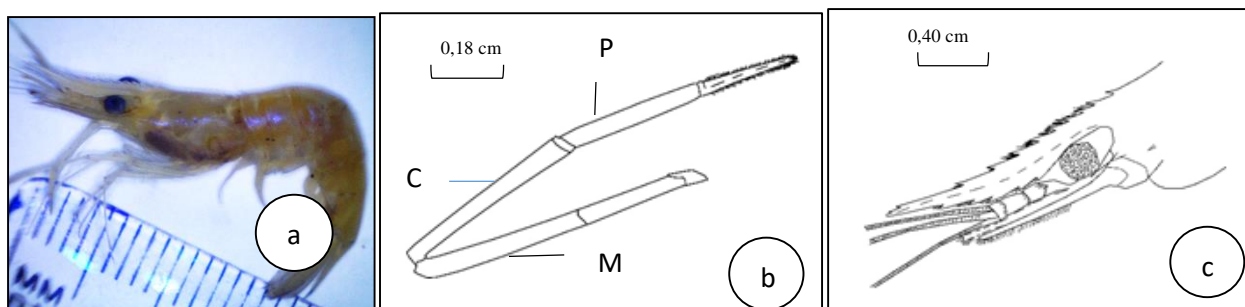


Figure 30 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium equidens* : photo de la vue latérale (a), péréiopode 2 (P2) (a) et rostre (b) : C : carpe ; M :mérus, P : pince.

- **Redescription de *Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879**

Les individus appartenant à cette espèce (Figure 31a) sont caractérisés par un rostre plus long que l'écaille antennaire et le pédoncule antennaire. Le rostre est concave, tombant au niveau de sa base, incurvé légèrement vers le haut au niveau de l'apex et sa formule rostrale est de $2 + 10 - 12 / 8$ (Figure 31b). Les péréiopodes de la deuxième paire de pattes sont identiques et assez pubescents ; son carpe est plus long que le mérus et la pince. Le doigt de la pince est plus court que la paume et il est denté dans sa région postérieure interne (Figure 31b).

Remarque : Un total de 4 spécimens a été récolté dans le bassin versant du Nyong soit 3 en aval du cours d'eau Ongue et 1 en aval du Nyong. Notre spécimen a des caractères qui se rapprochent de ceux de la même espèce au Philippines (Fenner *et al.* 1993) et de ceux illustrés par la FAO (2009).

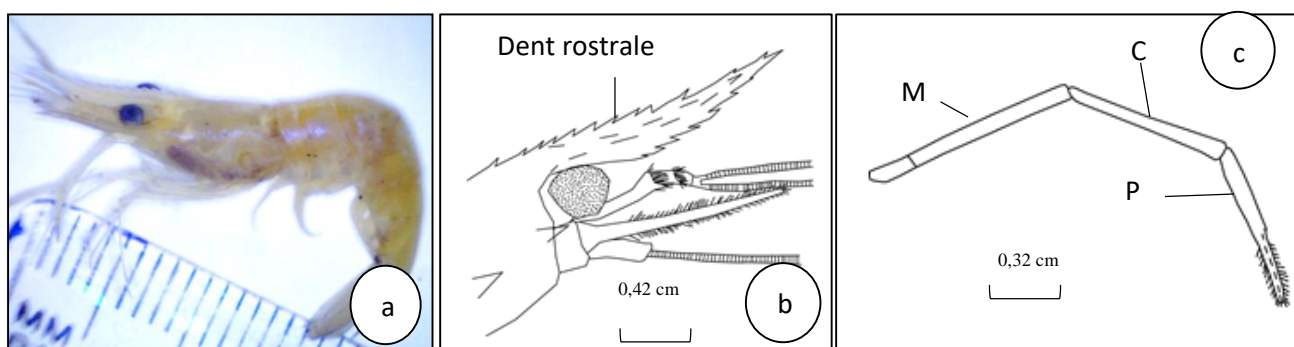


Figure 31 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium rosenbergii* : photo de la vue latérale (a), péréiopode 2 (b) et rostre (c).

- **Redescription de *Macrobrachium latimanus* Von Martens, 1868**

Chez cet individu, le rostre est foliacé, convexe et trapu. Il est plus court que l'écaille antennaire mais plus long que le pédoncule antennaire et sa formule rostrale est de $1 + 6 / 5$. La partie dorsale du rostre a une portion inerme courte (non dentée jusqu'à l'extrémité) ; les distances entre les dents de la face dorsale du rostre sont décroissantes de la région post orbitale à l'apex. Les dents rostrales ne se

limitent pas au même niveau, la limite des dents dorsales est située en arrière par rapport à celle de la face ventrale (Figure 32a).

Les deuxièmes péréiopodes (p2) sont identiques en forme et en taille et plus ou moins robustes. Ils portent des rangées d'épines sur sa partie inférieure et les touffes de soies isolés sur les 1/3 de la partie inférieure des doigts. Le carpe du P2 est nettement plus long que le mérus($C/M= 1,4$) ; la pince quant à elle est nettement plus longue que le carpe ($D/C=1,28$), la paume est nettement plus longue que le mérus ($P/M= 1,2$) et la paume est nettement plus longue que le doigt ($P/D=1,2$) (Figure 32b). Les doigts portent des dents à leur base, dont 3 sur sa partie mobile et 2 sur sa partie fixe (Figure 32c). Le telson est allongé, triangulaire et pourvu de deux paires d'épines sur la partie supérieure, dont la plus antérieure se situe au milieu du telson et la deuxième entre cette paire antérieure et le bord postérieur. La suture branchiostégale sur la carapace ne se prolonge pas postérieurement au-delà de l'épine hépatique et la coloration des spécimens est brun-rose à orange.

Remarque : Un total de 2 individus a été récolté dans le cours d'eau Atsale. Nos spécimens se rapprochent de ceux décrits par Keith & Vigneux (2002) dans les eaux douces de Polynésie Française et ceux décrits par Fenner *et al.* (1993) au Philippines et en Indonésie Centrale.

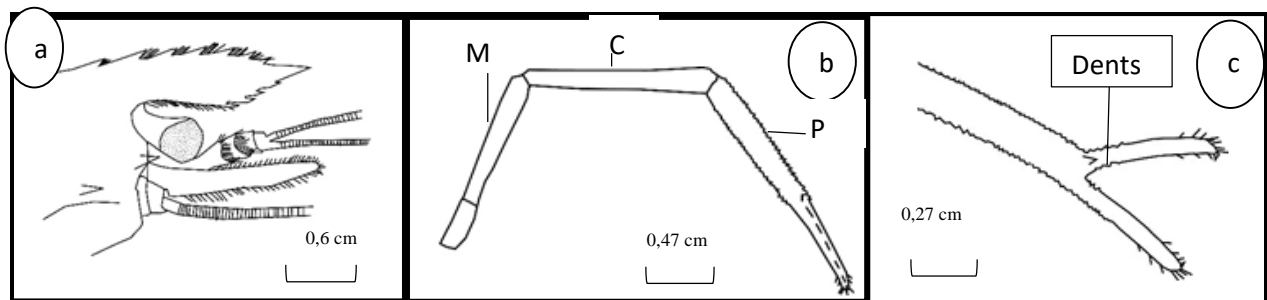


Figure 32 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium latimanus*: rostre (a), péréiopode 2 (b), pince (c).

- **Redescription de *Macrobrachium dux* Lenz, 1910**

Chez cette espèce (Figure 33a), les pattes de la deuxième paire de péréiopodes sont identiques et grêles (Figure 33b). Le carpe est distinctement plus long que le mérus, la longueur de la paume est aussi supérieure à celle du doigt, ces derniers sont tapissés de quelques fines soies. La face interne de la pince porte de petites épines (Figure 33b). Le rostre plus ou moins étroit atteint l'extrémité de l'écaille antennaire, mais ne le dépasse pas. Il porte sur sa face dorsale 10-12 dents et sur sa face ventrale 4 dents d'où la formule rostrale de 2+8-10/4 (Figure 33c).

Remarque : Un total de 5 spécimens a été observé uniquement dans le cours d'eau Lepmassoun pendant cette étude. La taille moyenne de ces organismes dans le bassin versant du Nyong est de $50,73 \pm 12,30$ mm. Cette espèce a aussi été décrite dans plusieurs cours d'eau de la Côte d'Ivoire (Konan, 2009). Cette espèce a déjà été décrite dans certains cours d'eau de la côte camerounaise en

2008 par Mvogo Ndongo et dans le Grand-Popo au Bénin en 2006 (Agadjihouede, 2006). Les caractères de description observés chez nos spécimens se rapprochent de ceux faits dans les hydrosystèmes sus-cités.

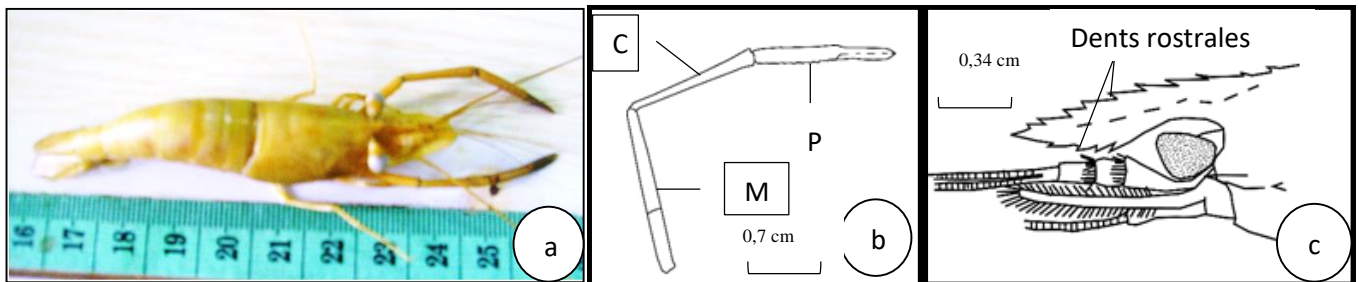


Figure 33: Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium dux*: photo de la vue latérale (a), péréiopode 2 (b), pince (b), rostre (c).

- **Redescription de *Macrobrachium lanceifrons* (Dana, 1852)**

Le rostre chez cette espèce est plus long que le pédoncule antennaire, il est légèrement plus court que l'écaïlle antennaire (Figure 34a). Le rostre est plus ou moins foliacé, légèrement courbé au niveau de l'apex vers le haut et porte 8 dents sur la face dorsale dont une située sur la région post orbitale et 4 sur sa face ventrale d'où la formule rostrale 1+7/4. Les péréiopodes sont identiques en forme et en taille, sa pince est sensiblement égale au carpe, le carpe est plus long que le mérus et la paume, la paume est plus longue que le doigt et porte une rangée de petites épines sur sa face latérale externe (Figure 34b). Le doigt est parsemé de petites soies à son extrémité et ces deux coupants portent des petites dents sur sa région antérieure (Figure 34c).

Remarque : Un seul individu a été récolté pendant la période d'étude et dans le cours d'eau Mbem. Les caractères de description observés chez notre spécimen se rapprochent de ceux faits sur la même espèce en Philippines et en Indonésie centrale (Fenner *et al.*, 1993).

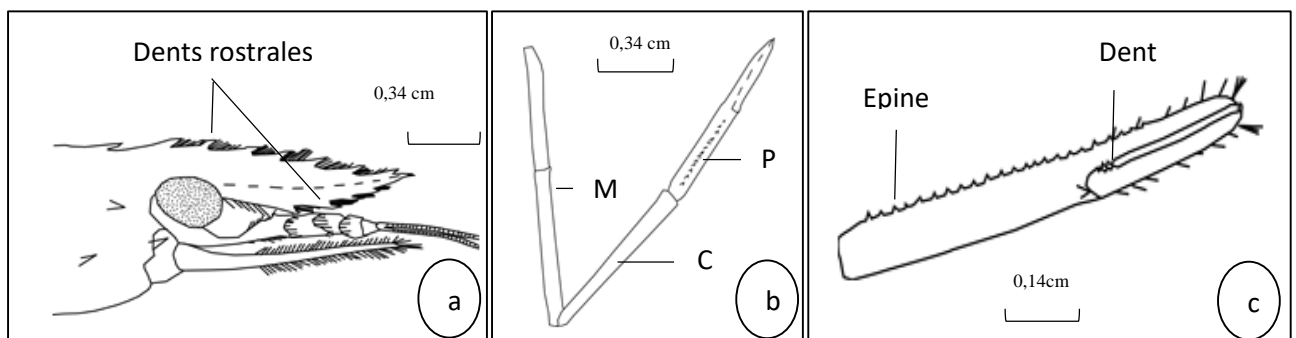


Figure 34: Vues montrant les caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium lanceifrons* : rostre (a), péréiopode 2 (P2) (b), pince (c).

- **Redescription de *Macrobrachium rude* (Heller, 1862)**

Chez cette espèce, le rostre est plus ou moins étroit et légèrement incurvé au niveau de l'apex. Il est légèrement plus long que le pédoncule antennaire et sensiblement égal à l'écaïlle antennaire. Le

rostre porte sur sa face dorsale 6 dents ayant le même écart entre elles avec aucune dent sur la zone post - orbitale et 3 dents sur sa face ventrale d'où la formule rostrale de 0+6/3 (Figure 35a). La limite entre les dents des deux faces rostrales forme un angle aigu. La pince du péréiopode 2 est plus longue que le carpe ; le mérus est plus court que le carpe et le doigt est nettement plus court que la paume (Figure 35b). Les pinces des péréiopodes 2 portent des dents sur les deux coupants (Figure 35c).

Remarque : Un total de 10 individus a été récolté dans le bassin versant du Nyong pendant la période d'étude à savoir 1 spécimen dans le Lepmassoun, 2 dans le Ondoamedza et 7 dans le Moungoe. La description de nos spécimens se rapproche de celle faite sur la même espèce dans la zone côtière du Kenya en Tanzanie jusqu'en Mozambique par Day *et al.* en 2001, de même que celle faite en Tanzanie-Rivière Wami et Ruvu et dans le lac et ses affluents à Madagascar par Bailey & Crichto (1971).

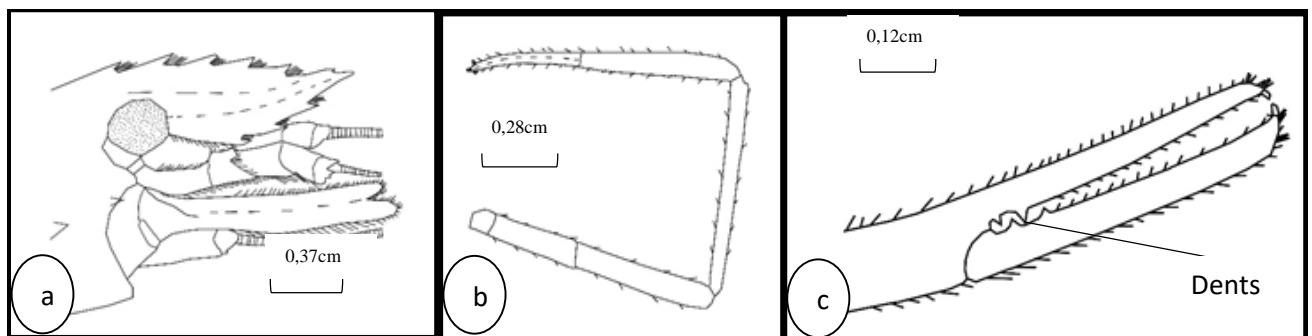


Figure 35 : Vues montrant les caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium rude* : rostre (a), péréiopode 2 (P2) (b), pince (c).

- **Description de *Macrobrachium sp.1***

L'espèce *Macrobrachium sp.1* a un rostre plus ou moins foliacé et légèrement incurvé au niveau de l'apex. Ce rostre est légèrement plus long que le pédoncule antennaire et plus court que l'écaille antennaire. Le bord dorsale du rostre porte 6 dents rangées en lot de 3 dents séparées entre elles par un très grand espace parmi lesquelles deux sont situées sur la région post-orbitale. L'écart entre la cinquième et la sixième dent est assez large et égal à celui entre la première et la deuxième dent pourtant l'écart entre la deuxième et la troisième dent est plus petit et égal à celui entre la quatrième et cinquième dent (Figure 34). La face ventrale du rostre porte 3 dents ayant un même écart entre elles. La formule rostrale chez cette espèce est de 2+4 / 3.

Remarques : Un seul individu a été récolté pendant la période d'étude dans le cours d'eau Atsale uniquement. Vu la perte de ses péréiopodes pendant la récolte, nous ne pouvons pas le décrire totalement ni le rapprocher d'autres espèces du même genre.

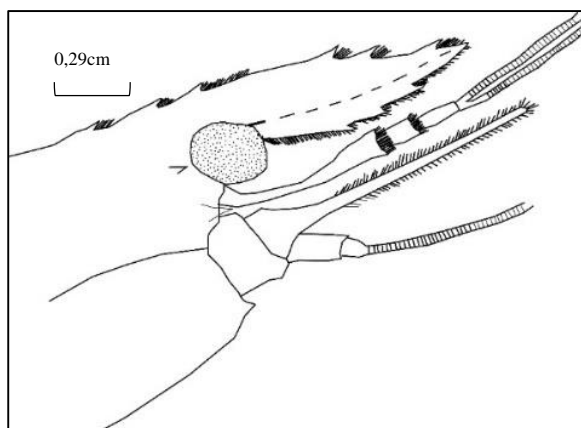


Figure 36: Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium* sp.1 : rostre.

- **Description de *Macrobrachium* sp.2**

L'espèce *Macrobrachium* sp.2 est caractérisée par un rostre plus ou moins foliacé et incurvé au niveau de l'apex. Il porte sur sa face dorsale 9 dents avec une située sur la région post orbitale et 4 dents sur sa face ventrale d'où la formule rostrale de 1+8/4 (Figure 37a). Les péréiopodes 2 chez cette espèce sont identiques, leur carpe est légèrement plus long que leur pince et plus court que leur mérus, lui-même plus long que la paume et elle-même plus longue que le doigt (Figure 37b). La paume est parsemée de petites épines isolées sur sa face latérale. Les doigts sont munis de quelques soies isolées, ils portent quelques touffes de soies à leurs extrémités et aucune dent n'est présente sur la face interne entre les deux coupants.

Remarques : Un seul spécimen a été récolté pendant la période d'étude soit dans la zone du crénon du cours d'eau Atsale. La description de ce morphotype se rapproche de celle faite sur *M. niloticum* (Durand & Lévêque, 1980) à la seule différence que la longueur des doigts de notre spécimen n'est pas deux fois plus petite que celle des paumes. La description de notre spécimen diffère de celle faite sur l'espèce *M. raridens* (Durand & Lévêque, 1980) par le fait que la longueur du doigt de notre spécimen n'est pas deux fois supérieure à celle de la paume et de la pince. Bien que le rostre de notre spécimen soit foliacé comme celui de *M. niloticum* et *M. raridens*, le rostre de notre spécimen est incurvé vers le haut au niveau de l'apex. Ayant consulté beaucoup de documents d'identification et de description, on pourrait s'attendre à une nouvelle espèce /morphotype.

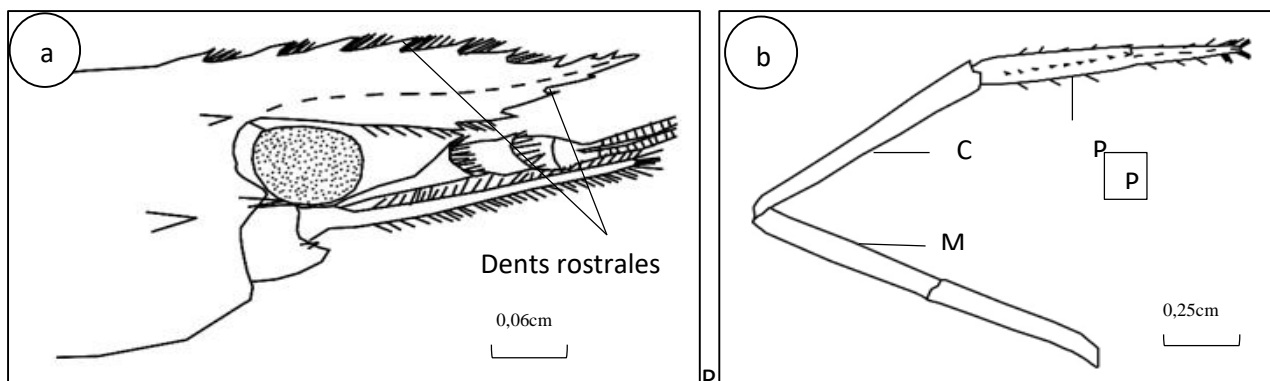


Figure 37: Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium* sp.2 : rostre (a), péréiopode 2 (P2) (b).

- **Description de *Macrobrachium* sp.3**

Le rostre de *Macrobrachium* sp.3 est plus ou moins droit, ne dépasse pas l'écaille antennaire mais plus long que le pédoncule antennaire. Le rostre porte sur sa face dorsale 7 à 8 dents parmi lesquelles une située sur la région post-orbitale, ces dents sont séparées les unes des autres par des mêmes écarts (Figure 38a). La face ventrale du rostre porte 3 dents séparées les unes des autres par le même écart. Sa formule rostrale est de 1+ 6-7/3. Les péréiopodes 2 sont identiques et grêles, leur carpe et leur pince sont sensiblement égaux, mais le carpe est plus long que le mérus et la paume, elle-même plus longue que le doigt (Figure 38b). La paume porte quelques épines sur sa face latéralement ; le doigt est muni de fines soies isolées et quelques touffes de soies à son extrémité, lui-même ne porte pas dents entre les deux coupants.

Remarques : Un total de 74 individus a été récolté pendant la période d'étude, dont 9 individus dans le cours d'eau Atsalé, 8 individus dans le Mbem, 24 individus dans le Ndjockyambi, 12 individus dans Lepmassoun, 13 individus dans le Ondomedza et 3 individus dans le Kongolo. La description de notre morphotype se rapproche de celle faite sur *M. macrobrachion* en Côte d'Ivoire (Konan, 2009) et dans le grand Popo au benin sur la meme espèce (Agadjihouede 2006). Nos spécimens diffèrent des leurs par le nombre de dents rostrales car leurs rostres portent plus de dents comparativement aux notres.

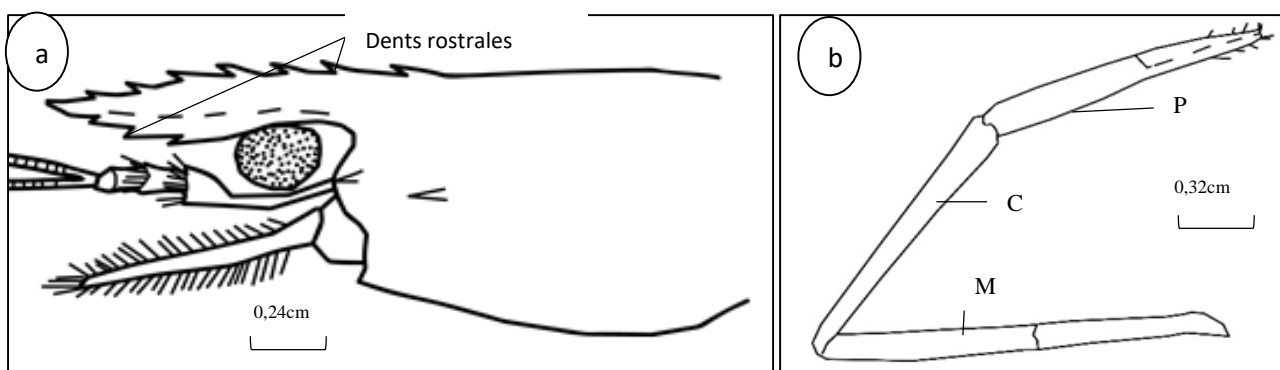


Figure 38 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium* sp.3: rostre (a), péréiopode 2 (P2) (b).

- **Description de *Macrobrachium* sp.4**

L'espèce *Macrobrachium* sp.4 a un rostre plus ou moins étroit et droit, portant 8-9 dents sur sa face dorsale et 3 dents sur sa face ventrale, d'où la formule rostrale 1+7-8/ 3 (Figure 39a). Les péreiopodes 2 sont identiques, leurs pinces sont légèrement plus longues que leurs carpes, eux même plus longs que les mérus, eux même plus longs que les paumes et elles même plus longues que les doigts (Figure 39b). Les péreiopodes portent latéralement des petites épines isolées, avec un doigt muni des fines soies isolées, de quelques touffes de soies à son extrémité et portant quelques petites dents isolées qui s'emboîtent à leur base entre ses deux coupants (Figure 39c).

Remarque : Un total de 31 individus a été récolté pendant la période d'étude, dont 4 individus dans le cours d'eau Atsalé, 6 individus dans le Mbem, 8 individus dans le Lepmassoun, 7 individus dans le Ondomedza et 5 individus dans le Kongolo et 1 dans le Mougou. La description de nos morphotypes diffère de celle faite sur *M. macrobrachion* en Côte d'Ivoire (Konan, 2009) et de celle faite dans le grand Popo au Bénin sur l'espèce *M. macrobrachion* (Agadjihouede, 2006). Nos spécimens diffèrent de *M. macrobrachion* décrit par les auteurs sus-cités par la présence des dents au niveau des coupants du doigt, le nombre de dents rostrales et l'absence d'une pubescence feutrée sur les P2.

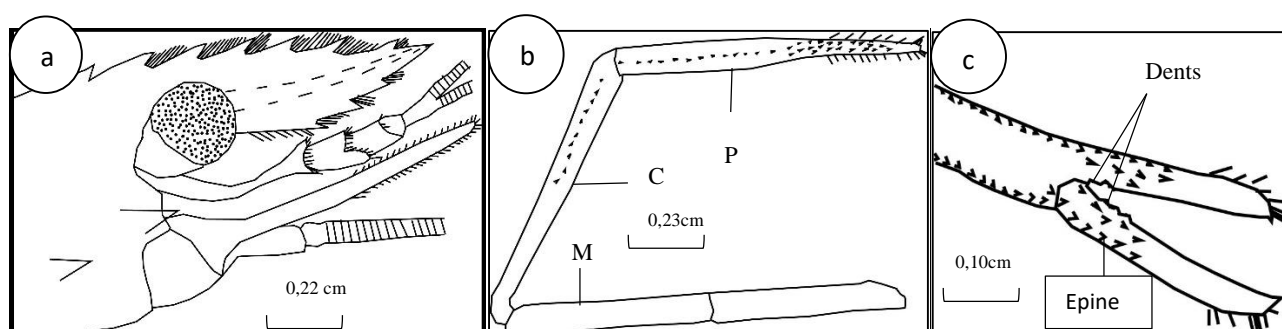


Figure 39: Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium* sp.4 : rostre (a), péreiopode 2 (P2) (b), pince (c).

- **Description de *Macrobrachium* sp.7**

Chez cette espèce, le rostre est convexe à sa base et sensiblement égal à l'écaille antennaire. Il porte 8-9 dents sur sa face dorsale avec une située dans la zone post-orbitale et 4 sur sa face ventrale d'où sa formule rostrale est 1+7-8/3 (Figure 40a). Les péreiopodes sont identiques, le carpe est plus long que le méru et la pince, la paume est plus longue que le doigt (Figure (40b)). Les doigts sont parsemés de fines soies isolées et quelques touffes de soies à son extrémité et les doigts ne portent pas d'épines, ni de dents entre les deux coupants (Figure 40c).

Remarques : Un total de 24 individus a été récolté pendant la période d'étude, dont 1 individu dans le cours d'eau Ndjockyambi, 22 individus dans le Ondoamedza et 1 individu dans le Kongolo. La description de notre morphotype se rapproche de celle faite sur *M. macrobrachion* en Côte d'Ivoire

(Konan, 2009. La description de nos spécimens se rapproche également de celle faite dans le grand Popo au Bénin en 2006 sur l'espèce *M. macrobrachion* (Agadjihouede, 2006). Nos spécimens diffèrent de *M. macrobrachion* décrit par les auteurs sus-cités par l'absence d'une pubescence feutrée sur le P2 et le nombre de dents rostrales.

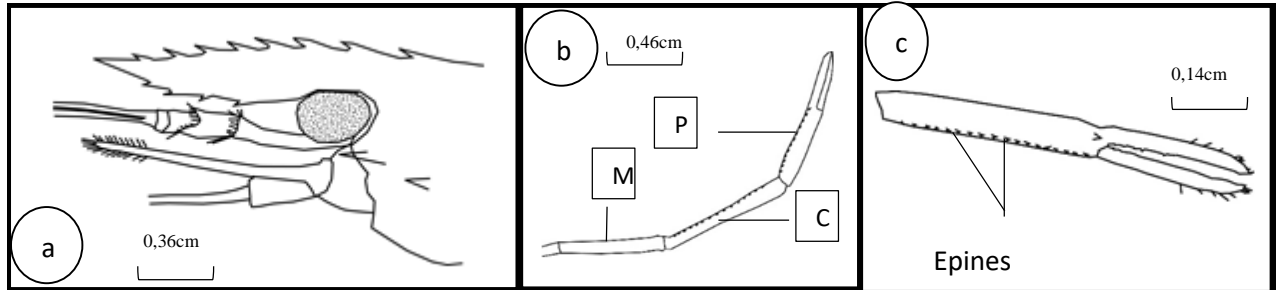


Figure 40 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium* sp.7 : rostre (a), péréiopode 2 (P2) (b), pince (c).

- **Description de *Macrobrachium* sp.8**

Chez cette espèce, le rostre est plus ou moins foliacé à contour dorsal légèrement convexe et est plus long que l'écaille antennaire, il porte 7-8 dents sur sa face dorsale avec une dent située sur la région post orbitale et 3 sur sa face ventrale d'où la formule rostrale 1+6-7/3 (Figure 41a). Les péréiopodes 2 ne sont pas identiques, l'un est plus long que l'autre mais de forme identique, le carpe est plus long que le mérus et plus court que la pince dont le doigt est plus court que la paume (Figure 39b). La paume porte des épines sur sa face latérale, le doigt est muni de quelques soies isolées et quelques touffes de soies à son extrémité et le doigt porte 3 dents sur son coupant mobile et les 2 sur sa partie fixe (Figure 41c).

Remarques : Un total de 22 individus a été récolté pendant la période d'étude, dont 6 individus dans le cours d'eau Ndjockyambi et 16 individus dans le Ondoamedza. La taille moyenne de nos spécimens est de $52,73 \pm 17,6$ mm. Nos spécimens diffèrent de *M. felicinum* décrit par Durand & Lévêque (1980) et par Agadjihouede (2006). Cette espèce diffère des nos spécimens par le fait que leurs P2 sont de forme et de taille différentes et leur nombre de dents rostrales est supérieur aux nôtres.

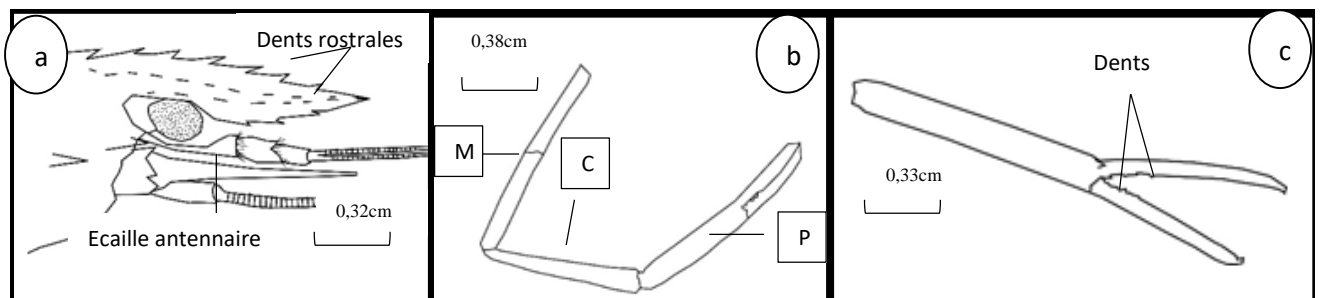


Figure 41: Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium* sp.8 : rostre (a), péréiopode 2 (P2) (b), pince (c).

- **Description de *Macrobrachium* sp.9**

Chez cette espèce, le rostre est tombant, il porte 6 dents sur sa face dorsale et deux sur sa face ventrale d'où la formule rostrale de 1+5/ 2. Les écarts entre les dents de la face dorsale du rostre sont identiques et le rostre est court avec sensiblement la même longueur que le pédoncule antennaire (Figure 42a). Les P2 sont identiques en forme et en taille, ils ont un carpe qui est plus long que le mérus, la pince est plus longue que le carpe et le mérus et la paume est légèrement plus longue que le doigt (Figure 42b). Le doigt possède quelques touffes de soies longues à son extrémité et ses coupants ne portent pas dents (Figure 42c).

Remarques : Un total de 24 individus a été récolté, dont 3 individus dans le cours d'eau Ndjockyambi, 3 individus dans le Lepmassoun, 16 individus dans le Ondoamedza et 2 individus dans le Kongolo. La description de cette espèce se rapproche de celle de *M. latimanus* au Philippines (Fenner *et al.*, 1993). La différence se trouve au niveau de l'aspect du rostre qui est trapu chez notre spécimen au lieu de tombant comme chez cette espèce.

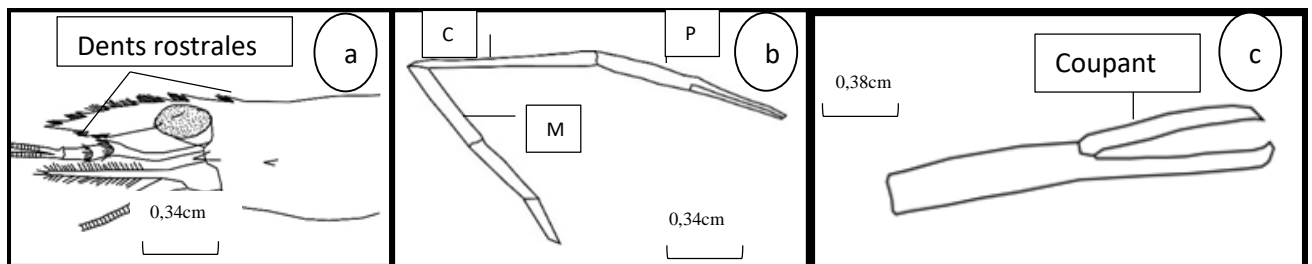


Figure 42 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium* sp.9 : rostre (a), péréiopode 2 (P2) (b) et pince (c).

- **Description de *Macrobrachium* sp.10**

Chez cette espèce, le rostre est plus ou moins étroit et convexe au niveau de sa base et plus court que l'écaille antennaire. Le rostre porte 9 dents sur sa face dorsale avec une située sur la région post-orbitale, ces dents rostrales sont séparées les unes des autres par le même écart et sa face ventrale porte 2 dents d'où la formule rostrale 1+8/2 (Figure 43a). La deuxième paire de péréiopodes est identique en forme et en taille, avec un carpe plus long que le mérus et une paume et un mérus égaux ; la pince est plus longue que le carpe et le doigt court que la paume (Figure 43b). La paume porte de petites épines latéralement, le doigt étant muni de fines soies isolées et ne portant pas de dents entre ses deux coupants (Figure 43c).

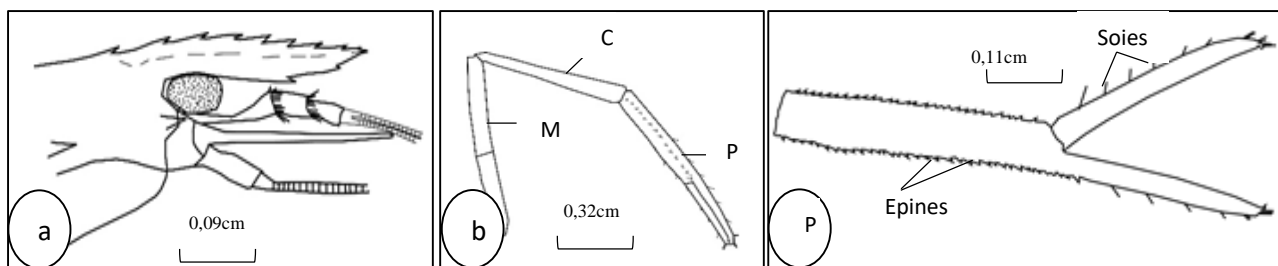


Figure 43 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium* sp.10 : rostre (a), périopode 2 (P2) (b) et pince (c).

- **Description de *Macrobrachium* sp.11**

Le rostre chez cette espèce est plus ou moins étroit, porte 6 dents sur sa face dorsale avec une dent située sur la région post-orbitale et 3 sur sa face ventrale d'où la formule rostrale 1+5/3 (Figure 44a). Les périopodes 2 sont identiques, avec un carpe plus long que le mérus et la paume et plus court que la pince, le doigt étant plus court que la paume (Figure 44b). La paume est lisse, le doigt quant à lui est muni de courtes soies isolées et quelques touffes de soies à son extrémité ; il ne porte pas d'épines, ni de dents sur les deux coupants (Figure 44c).

Remarques : un total de 6 individus a été retrouvé pendant la période d'étude dont dans le cours d'eau Lepmassoun.

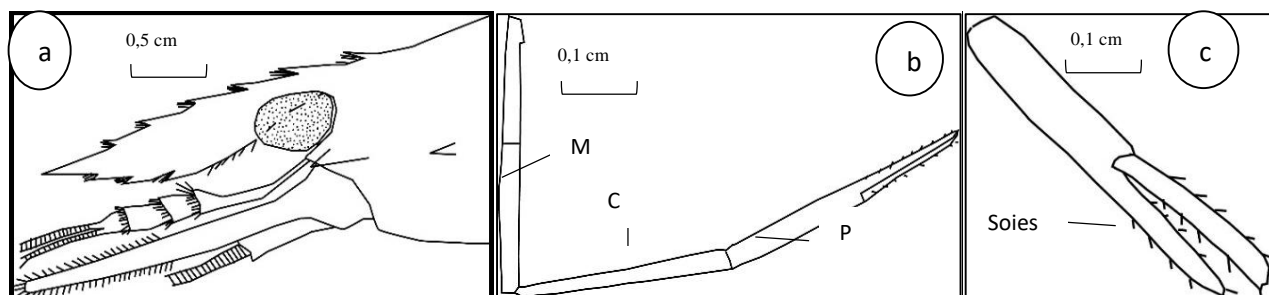


Figure 44 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium* sp.11 : rostre (a), périopode 2 (P2) (b) et pince (c).

- **Description de *Macrobrachium* sp.12**

Chez ce spécimen, le rostre est plus ou moins étroit et légèrement convexe à sa base. Il est nettement plus long que le pédoncule antennaire et sensiblement égal à l'écaille antennaire. Le rostre porte sur sa face dorsale 7 dents ayant le même écart entre elles avec une dent située sur sa région post-orbitale et sa face ventrale porte 2 dents d'où la formule rostrale 1+6/2 (Figure 45a). La limite entre les dents des deux faces rostrales forme un angle aigu. La pince du périopode 2 est plus longue que le carpe, le mérus est plus court que le carpe et le doigt est nettement plus court que la paume (Figure 45b). Les pinces des périopodes 2 portent des dents sur les deux coupants. La paume et le doigt portent latéralement de petites épines (Figure 45c).

Remarques : Un total de 24 individus a été récolté pendant la période d'étude, dont 3 individus dans le cours d'eau Ndjockyambi, 3 individus dans le Lepmassoun, 16 individus dans le Ondoamedza et 2 individus dans le Kongolo. Cette espèce se rapproche de *M. rude* décrit en zone côtière en Afrique de l'Ouest (Day *et al.*, 2001).

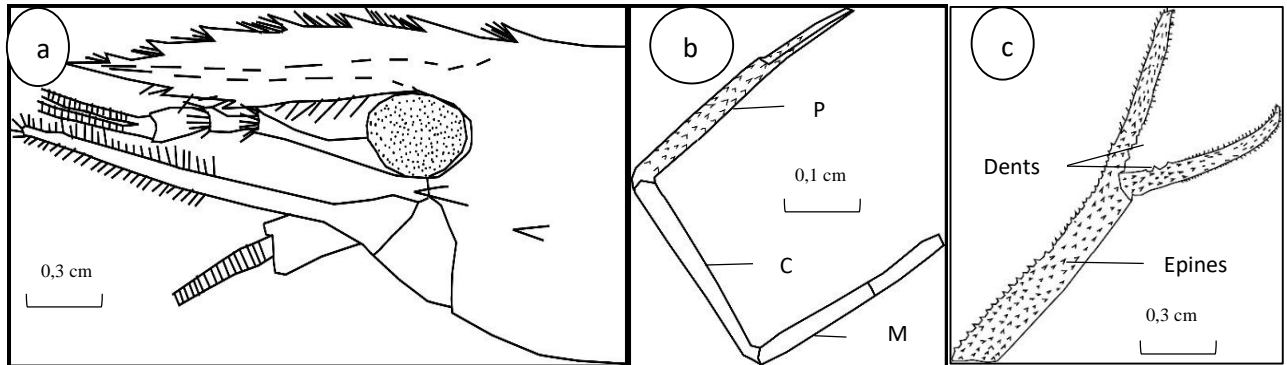


Figure 45 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium* sp.12: rostre (a), péréiopode 2 (P2) (b) et pince (c).

- **Description de *Macrobrachium* sp.13**

Chez ce spécimen, le rostre est foliacé, tombant et légèrement convexe. Il est légèrement plus long que le pédoncule antennaire et l'écaïlle antennaire. Le rostre porte sur sa face dorsale 8 dents avec une dent sur sa région post-orbitale et l'écart est 1 même entre les dents. Il porte sur sa face ventrale 3 dents d'où la formule rostrale 1+7/3 (Figure 46a). La pince du péréiopode 2 est plus longue que le carpe, le mérus est plus court que le carpe et le doigt est nettement plus court que la paume (Figure 46b). Les pinces des péréiopodes 2 ne portent pas de dents sur les deux coupants (Figure 46c).

Remarques : Un total de 3 individus a été récolté pendant la période d'étude dont le cours d'eau Kongolo.

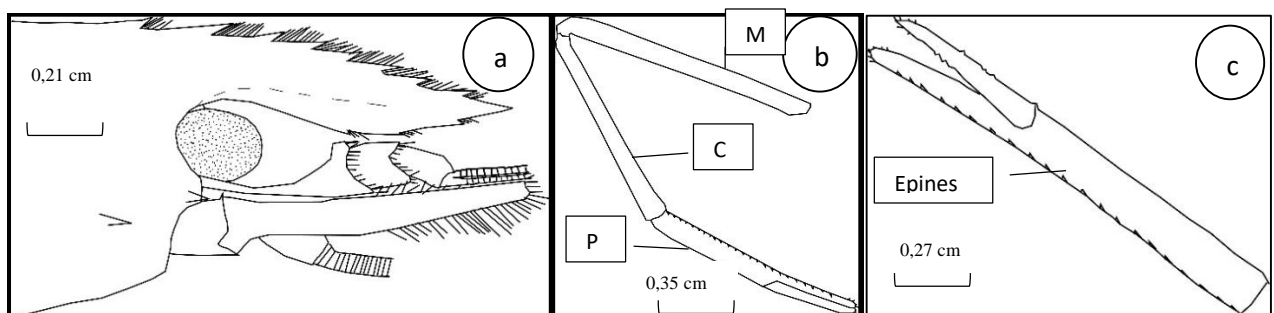


Figure 46 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Macrobrachium* sp.13 : rostre (a), péréiopode 2 (P2) (b) et pince (c).

- **Organisation des espèces du genre *Palaemon***

Les crevettes du genre *Palaemon* sont caractérisées par : les pinces des deuxièmes péréiopodes identiques et légèrement plus longues que celles du péréiopode 1; la carapace porte deux antennes et

possède des épines branchiostégales mais pas d'épines hépatiques; la longueur totale du corps se situe autour de 30-80mm.

- **Description de *Paleamon* sp.**

Un total de 467 individus a été récolté, dont 58 individus dans le cours d'eau Mibangue, 201 individus dans le Mougoué et 208 individus dans le Ongue.

- **Description du morphotype I**

Ce morphotype (Figure 47a) a une carapace avec un sillon profond au-dessus de l'épine branchiostégale (Figure 47b). Le rostre est plus ou moins foliacé, légèrement élevé, plus long que le pédoncule antennaire et plus court que l'écaille antennaire (Figure 47b). Le rostre porte 6 dents sur la face dorsale sans aucune dent située sur la zone post-orbitale et il porte une dent sur sa face ventrale située sur sa zone postérieure d'où la formule rostrale 6/1 (Figure 47b). L'extrémité de la face dorsale du rostre est lisse de même que celle de sa face ventrale laissant ainsi une portion inerte courte sur sa zone postérieure. Les dents de la face dorsale et celles la face ventrale du rostre se limitent au même niveau.

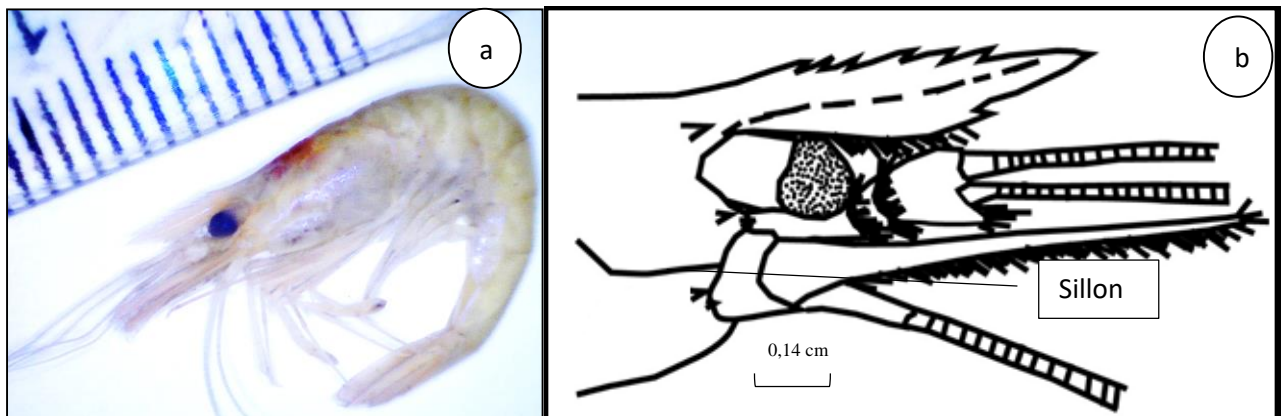


Figure 47 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques du Morphotype I de *Paleamon* sp. : photo de la vue latérale (a) et rostre (b).

- **Description du Morphotype II**

Le morphotype II de l'espèce *Paleamon* sp. a été retrouvé dans les cours d'eau Ongue. Chez ce morphotype, la carapace a un sillon profond au-dessus de l'épine branchiostégale (Figure 48b). Le rostre est droit et légèrement élevé vers l'apex, nettement plus long que le pédoncule antennaire et plus court que l'écaille antennaire (Figure 48a). Le rostre porte 8 dents sur la face dorsale entière sans portion inerte courte avec aucune dent située sur la zone post-orbitale et 3 dents sur sa face ventrale situées sur la zone postérieure d'où la formule rostrale 8/3. (Figure 48b). Le rostre n'a pas de portion inerte courte sur la partie postérieure du rostre tant sur sa face dorsale que sur sa face ventrale et la limite des dents rostrales des deux faces fait un décalage.

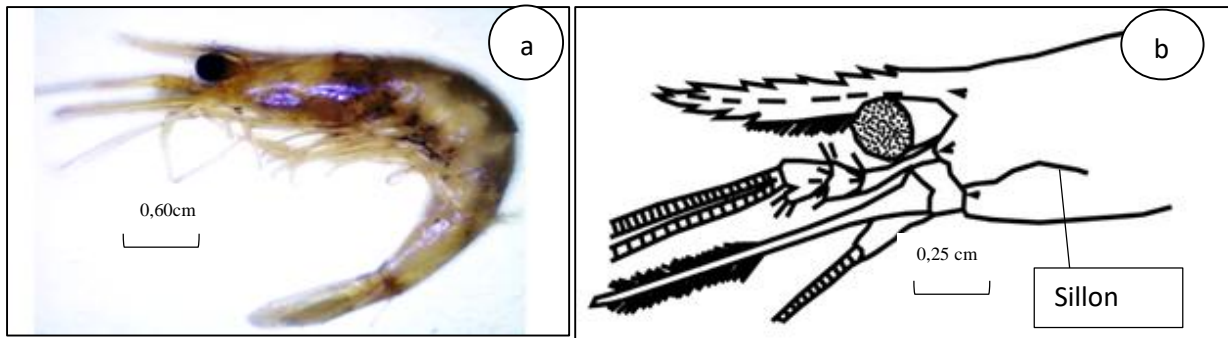


Figure 48 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques du Morphotype II de *Paleamon* sp. : photo de la vue latérale (a) et rostre (b).

▪ Description du Morphotype III

Le morphotype III de l'espèce *Paleamon* sp. a été retrouvé dans les cours d'eau Mibangue. Chez ce morphotype, la carapace a un sillon profond au-dessus de l'épine branchiotégale (Figure 49b). Le rostre est droit élevé vers l'apex, nettement plus long que le pédoncule antennaire et plus court que l'écaïlle antennaire (Figure 49b). Le rostre porte 8 dents sur la face dorsale entière sans portion inerme courte et 2 dents sur sa face ventrale situées sur la zone postérieure d'où la formule rostrale 8/2. (Figure 49b). Les trois premières dents de la face dorsale du rostre sont serrées les unes aux autres et l'écart entre les cinq premières dents est plus grand que les suivantes et il va décroissant. Le rostre n'a pas de portion inerme courte sur la partie postérieure et la limite des dents rostrales des deux faces fait un décalage.

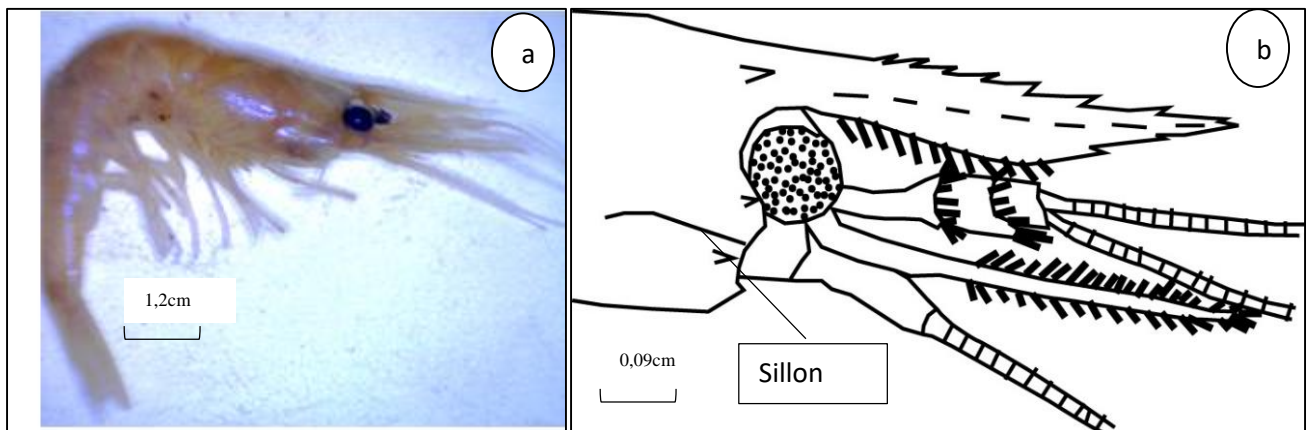


Figure 49 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques du Morphotype III de *Paleamon* sp. : photo de la vue latérale (a) et rostre (b).

❖ Super-famille des Alpheoidea

La super famille des Alpheoidea est représentée par une seule famille, celle des Alpheidae Rafinesque, 1815 et un seul genre *Automate* Mann, 1888.

- Genre *Automate*

Les crevettes du genre *Automate* sont de petite taille à moyenne, les yeux visibles en Vue dorsale ; le bord antérieur de la carapace est creusé d'une profonde concavité dorsomédiane et avec un petit rostre qui ne dépasse pas le niveau des yeux.

- **Description de *Automate* sp.**

Chez cette espèce (Figure 50a), le rostre est très court et ne dépasse pas les yeux (Figure 50b). Les P1 sont robustes par rapport aux autres péréiopodes et dissemblables de telle sorte que l'un soit plus robuste que l'autre chez certains spécimens. Le carpe du premier péréiopode est plus court que le mérus et la pince, la pince est plus longue que le carpe (Figure 50c). Les doigts n'ont pas de dents.

Remarque : L'espèce *Automate* sp. a été identifiée pour la première fois au Cameroun en amont du cours d'eau Ongue.

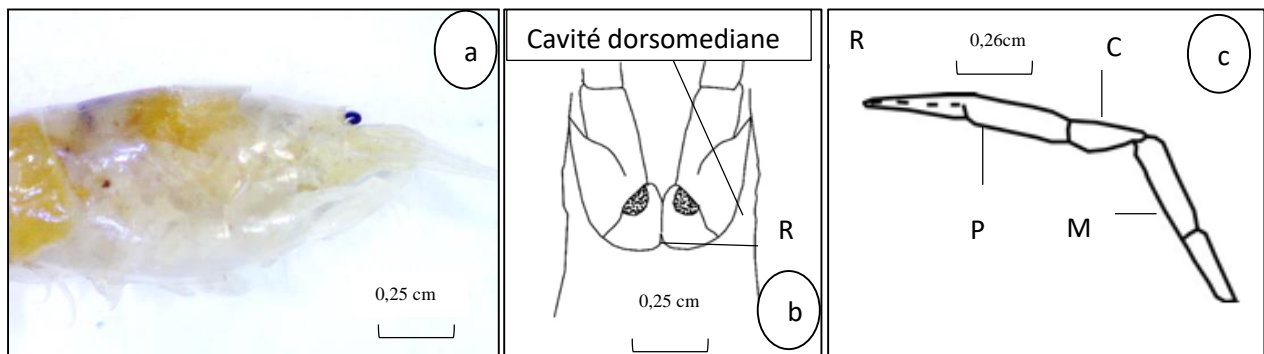


Figure 50 : Vues montrant les caractéristiques morphologiques de *Automate* sp.: photo de la vue latérale , cephalothorax (b), péréiopode 1 (c) : R :rostre.

- ❖ **Super-famille des Atyoidea De Haan, 1849**

La Super -famille des Atyoidea est représentée par une seule famille, celle des Atyidae De Haan, 1849 et un seul genre *Caridina* Mann, 1888.

- **Description et redescription des espèces du genre *Caridina* (Edwards 1837)**

- **Redescription de *Caridina africana***

L'espèce *Caridina africana* a un rostre plus court que la carapace, le pédoncule antennaire et moins long que l'écaille antennaire ; le bord postérieur du telson porte 6 épines barbelées plus longues que les épines latérales internes. Chez le morphotype I, le bord dorsal du rostre est partiellement spinuleux, le rostre porte 15 dents sur sa face dorsale, parmi lesquelles 3 dents postorbitales et 5 dents sur sa face ventrale et les dents de la face ventrale et dorsale du rostre se limitent au même niveau, d'où la formule rostrale 3+12/5 (Figure 51a). Par contre chez le morphotype II, le bord dorsal du rostre est partiellement spinuleux, le rostre porte 18 dents sur sa face dorsale parmi lesquelles 3 dents postorbitales et 5 dents sur sa face ventrale d'où la formule rostrale 3+15/5. La limite des dents de la

face ventrale s'intercale avec celle des dents de la face dorsale du rostre formant une ligne oblique (Figure 51b). Les femelles chez cette espèce portent de gros œufs pouvant aller jusqu'à 3mm.

Remarques : Le Morphotype I de *C. africana* ressemble à *C. togoensis*, mais il diffère du nôtre par sa formule rostrale qui est de 3+17-24/6-9. Le Morphotype II quant à lui se rapproche de *Caridina syriaca* décrit dans la collection du Muséum d'histoire naturelle (Boubier, 1904), mais y diffère du nôtre par sa formule rostrale qui est de 0+16/2. Ces morphotypes ont été trouvés dans la plupart de nos cours d'eau excepté dans le Ongue.

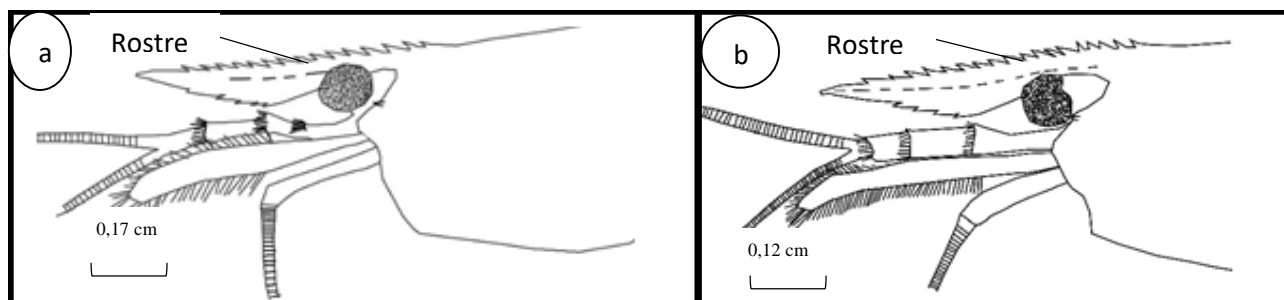


Figure 51 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques du cephalothorax de *Caridina africana* : Morphotype 1 (a), Morphotype 2 (b).

- **Redescription de *Caridina nilotica***

L'espèce *Caridina nilotica* a un rostre grêle, recourbé vers le haut à l'apex, plus long que la carapace, l'écaïlle antennaire et le pédoncule antennaire ; son bord dorsal avec une portion distale inerme (Figure 52a), le bord postérieur du telson portant 4 épines barbelées plus courtes que les épines latérales internes. La face dorsale du rostre porte 20 dents et le bord ventral porte seulement 7 dents (Figure 52a), les dents des deux faces du rostre se limitent presque au même niveau. Le telson porte 4 à 6 épines barbelées (Figure 52b).

Remarques : Un total de 38 individus a été récolté, dont 3 individus dans le cours d'eau Atsale, 27 individus dans le Ndjockyambi, 7 individus dans le Mibangue et 1 individu dans le Ongue. Nos spécimens ressemblent à la description faite sur la même espèce dans la collection du Muséum d'Histoire Naturelle (Boubier, 1904).

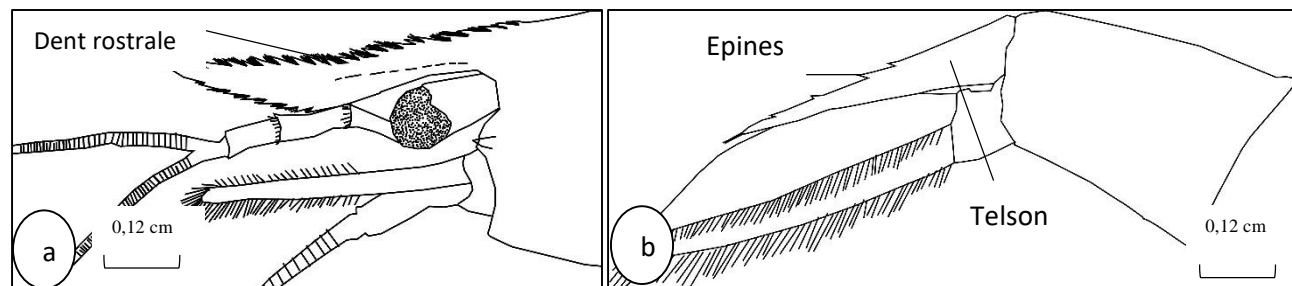


Figure 52 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Caridina nilotica* : rostre (a), telson (b).

- **Description de *Caridina* sp.1**

L'espèce *Caridina* sp.1 a un rostre très court, plus court que la carapace, l'écaille antennaire et le pédoncule antennaire (il se limite au niveau du deuxième du pédoncule antennaire), il est upcurvé, son bord dorsal est partiellement spinuleux avec une portion distale inerme (Figure 53a). La face dorsale du rostre porte 10 dents et le bord ventral porte seulement 4 dents sur la partie inférieure avec une portion inerme courte d'où la formule rostrale 2+8/4 (Figure 53a). Le bord postérieur du telson porte latéralement 3 épines barbelées plus longues que les épines latérales internes (Figure 53b). Les femelles chez cette espèce portent de gros œufs pouvant aller jusqu'à 3mm.

Remarques : Cette espèce a été trouvée dans le cours d'eau Ndjockyambi (116 individus), le Ondoamedza (401 individus), le Mibangue (10 individus) et le Moungoe (4 individus). La description de cette espèce se rapproche de celle de l'espèce *C. elisabethae* sp. décrite dans le Papua en nouvelle Guinée (Karge *et al.*, 2010). La différence se situe au niveau de la formule rostrale car la formule rostrale de cette espèce est de 2-3 + 13-17 + 1/ 5-6.

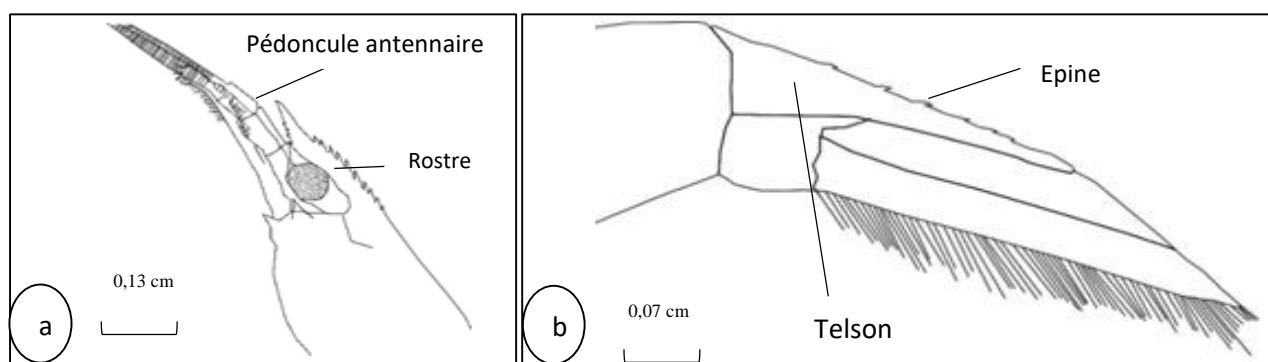


Figure 53 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Caridina* sp.1 : cephalothorax (a), telson (b).

- **Description *Caridina* sp.2**

L'espèce *Caridina* sp.2 a un rostre droit et filiforme, plus court que la carapace et l'écaille antennaire, il atteint le troisième segment du pédoncule antennaire (Figure 54a). Le bord dorsal du rostre est partiellement spinuleux avec une portion distale inerme assez longue dont sa moitié et porte 9 dents parmi lesquelles 5 postorbitales et son bord ventral porte seulement 2 dents sur la partie postérieure d'où la formule rostrale 5+4/2 (Figure 54b). Le bord postérieur latéral du telson porte 5 épines barbelées plus longues que les épines latérales internes (Figure 54c).

Remarques : *Caridina* sp.2 a été trouvé dans les cours d'eau littoraux à savoir le Mibangue (106 individus), le Moungoe (41 individus) et le Ongue (1 individu). Sa description est différent de celle faite sur *C. atya* de la collection du *Museum d'histoire naturel* (Boubier, 1904).

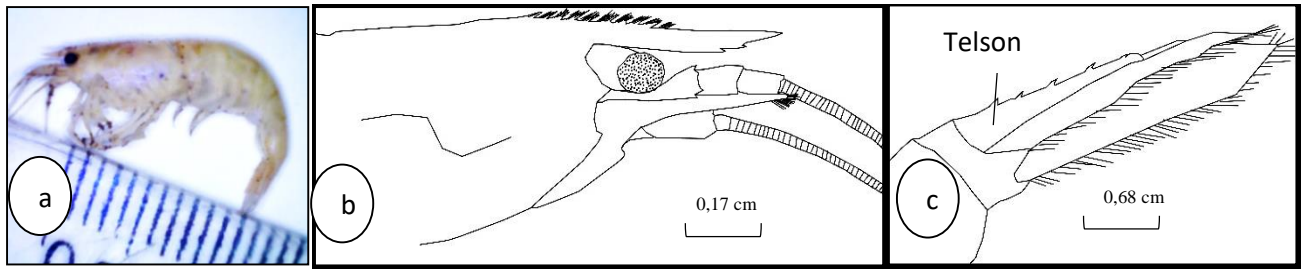
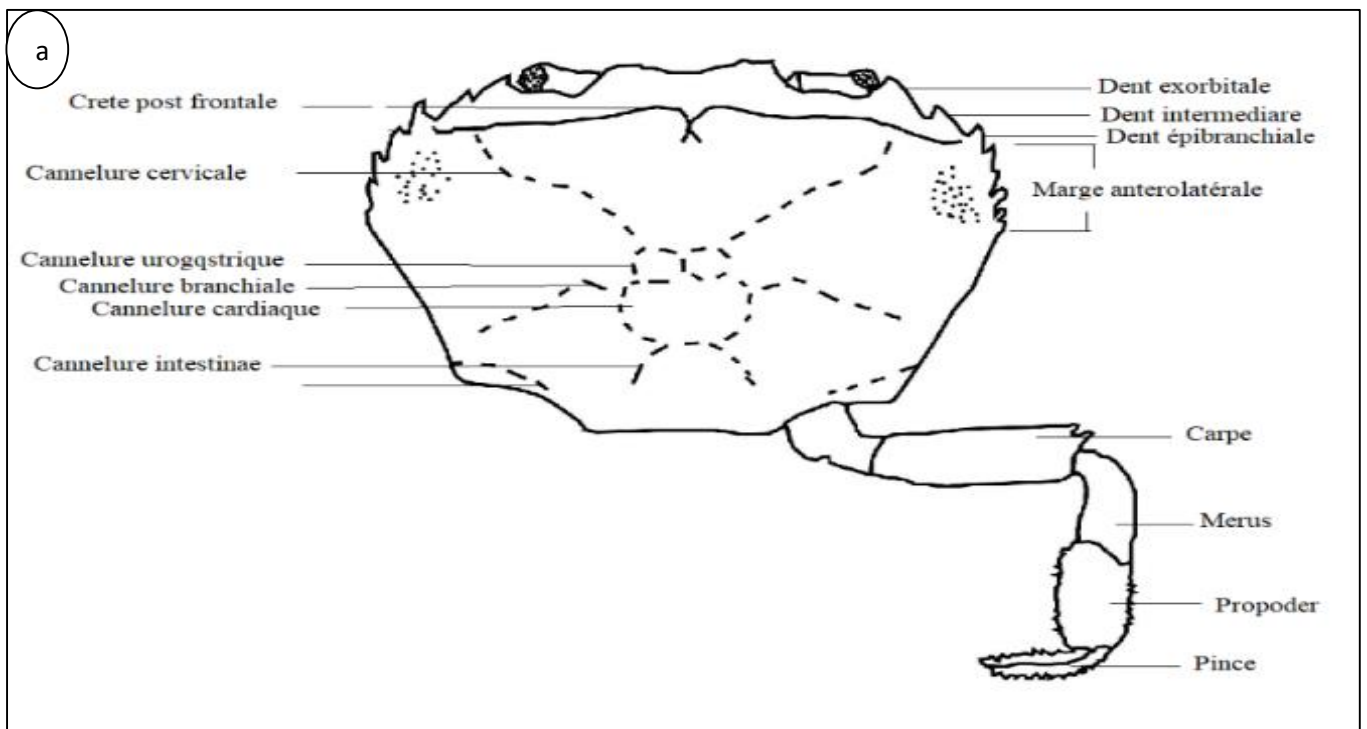


Figure 54 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Caridina* sp.2 : photo de la Vue latérale (a), rostre (b), telson (c).

➤ **Organisation générale des crabes Brachyoures**

Dans Sous-ordre des Pleocyemata, l'infra ordre des Brachyoures regroupe des organismes caractérisés par un corps aplati dorso-ventralement et une carapace élargie transversalement, sans rostre saillant individualisé (Figure 55a). Abdomen très réduit, aplati et replié sous le céphalothorax et ne porte pas d'éventail caudal (Figure 55b). Le périopode P1 est terminé par une pince ou chélipède. Les caractéristiques morphométriques des espèces de crabes sont résumées à l'Annexe 3. Les individus collectés au cours de la présente étude sont regroupés dans la Super-famille des Potamoidea Ortmann, 1896, la famille des Potamonautidae Bott, 1970a et deux genres : le genre *Sudanonautes* Bott, 1955 et le genre *Potamonautes* MacLeay, 1838.



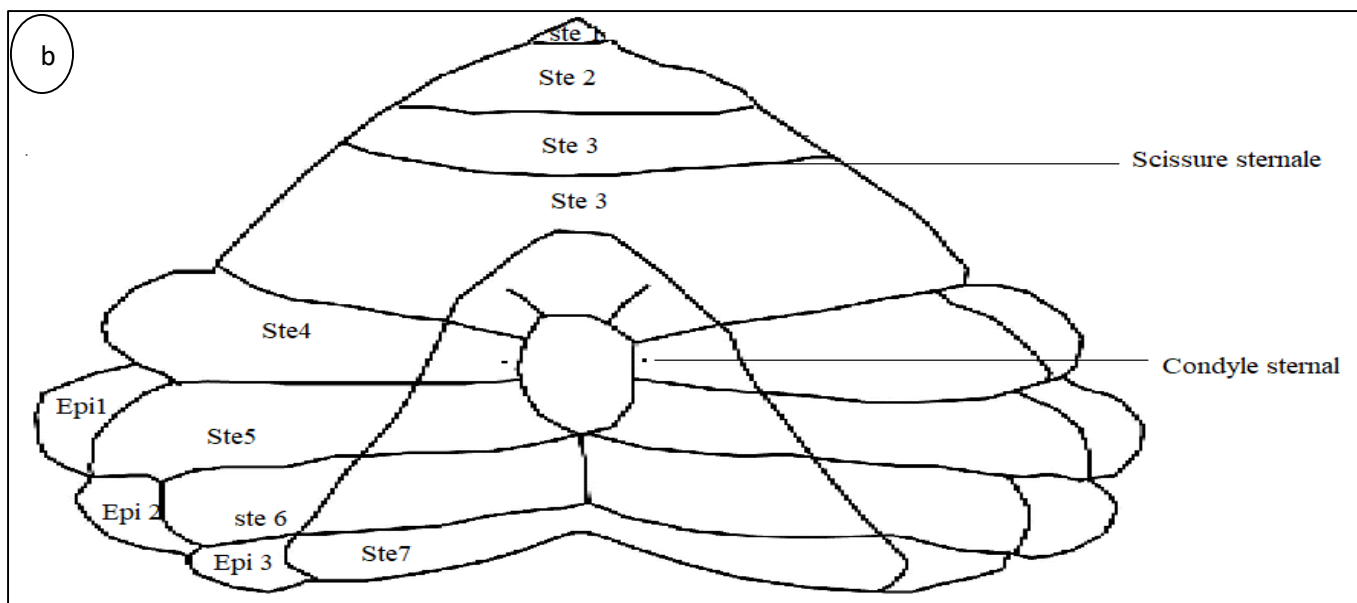


Figure 55 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques générales des crabes brachyours: carapace (a), abdomen (b) : ste : sternite ; Epi : épisternite.

❖ **Redescription des espèces de crabes du genre *Sudanonautes***

- **Redescription de *Sudanonautes faradjensis* Rathbun, 1921**

Chez cette espèce, la carapace est très plate, sa crête post - frontale surplombe la carapace entière et il y a des entailles peu profondes sur la crête post - frontale derrière l'angle exorbital. Les dents épibranchiales, intermédiaires et de l'angle exorbital sont grandes, pointues orientées vers l'avant. La surface latérale postérieure de la carapace a des champs augmentés lignes courtes (Carinae); les sillons urogastriques cervicales, semi-circulaires et les sillons cardiaques sont très profondes (Figure 56a). La dent intermédiaire est grande et triangulaire et il y a une série de sept à huit dents pointues sur le bord postérieur antérolatéral (Figure 56b).

Remarques : Un total de 18 individus a été identifié respectivement dans les cours d'eau Ndjockyambi (4 individus), Lepmassoun (3 individus), Kongolo (1individu) et Mibangue (10 individus). Cette description se rapproche de celle faite sur la même espèce en Afrique de l'Ouest (Cumberlidge, 1999).

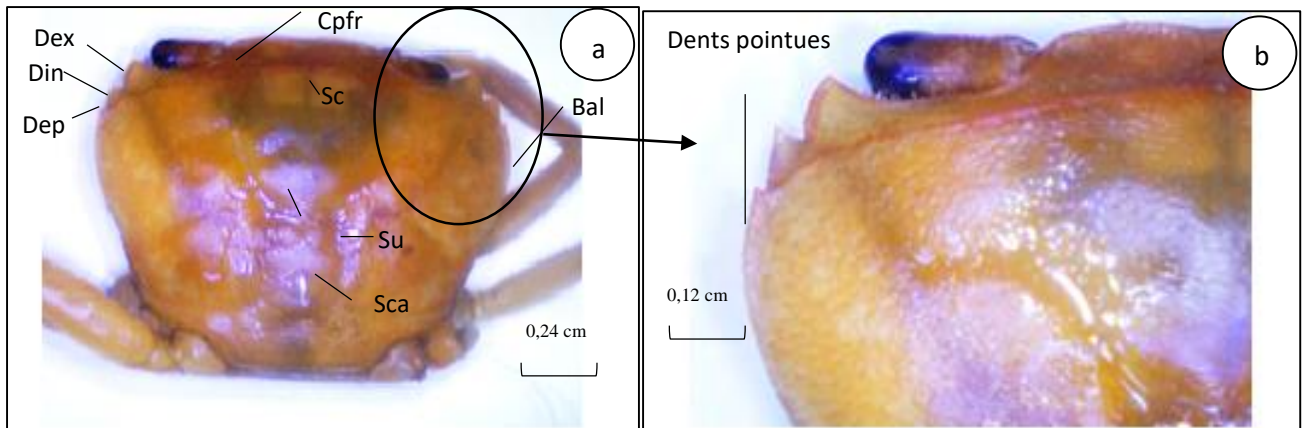


Figure 56 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Sudanonautes faradjensis* : carapace (a) et marge anterolatérale postérieure (b), Dex : dent exorbitale, Dep : Dent epibranchiale, Din : Dent intermédiaire, Bal : Bord anterolatéral, Cpfr : Crête post-frontale, Sc : Sillon cervical, Sca : Sillon cardiaque, Su : Sillon urogastrique.

- **Redescription de *Sudanonautes aubryi* Milne Edwards, 1853**

La marge antérolatérale postérieure de la carapace porte une grande dent intermédiaire triangulaire, elle est presque aussi grande que celle de l'angle exorbital et sa dent épibranchiale est petite (Figure 57a). La sulcature verticale sur la paroi latérale de la carapace rencontre la marge antérolatérale au niveau de la dent épibranchiale (Figure 57a). La carapace est modérément haute, la marge antérolatérale derrière la dent épibranchiale est augmentée, faiblement granulée et courbée vers l'intérieur au-dessus de la surface de la carapace (Figure 57a). La pince est longue et étroite, elle n'est pas arquée et enferme un long inter espace mince entre les coupants (Figure 57b).

Remarques : Un total de 26 individus a été dénombré à savoir dans les cours d'eau Ndjockyambi (3 individus), Lepmassoun (1 individu), Ondoamedza (20 individus) et Moungoe (2 individus). Cette description se rapproche de celle sur la même espèce en Afrique de l'ouest en 1999 par Cumberlandidge.



Figure 57 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Sudanonautes aubryi* : Vues dorso(1)-ventrale (2) (a) et pince (b).

- **Redescription *Sudanonautes africanus* Milne-Edwards, 1869**

La dent exorbitale est grande et triangulaire ; il en de est même de la dent intermédiaire qui est aussi grande que la précédente et elle est en plus émoussée. La dent épibranchiale est petite et est deux fois plus petite que les deux premières (Figure 58). La crête postfrontale est lisse et presque droite et surplombe la carapace entière et rencontre les marges antérolatérales au niveau des dents épibranchiales. Sur la surface postérieure de la carapace, les régions cardiaque et branchiale sont comme des boursouflures circulaires bombées et les marges latérales ont des champs de lignes courtes augmentées (carinae). Le semi-circulaire, les cannelures cardiaque et urogastrique sont très profondes (Figure 58). La marge antérolatérale est lisse après la dent épibranchiale. Les membranes arthrodiales entre les joints des chélicèdes et les péréiopodes sont rouges lumineux. La région proximale du pollex du propode du chélicède des adultes a une grande dent aplatie (Figure 58). L'article terminal du gonopode I est mince et aciculaire et son segment subterminal est mince. La carapace est relativement plate.

Remarques : Un total de 5 individus a été dénombré à savoir dans les cours d'eau Mbem (2 individus) Kongolo (2 individus) et Lepmassoun (1 individu). Ces spécimens se rapprochent de la diagnose faite sur la même espèce en Afrique de l'Ouest (Cumberlidge, 1999) et en zone côtière au Cameroun (Mvogo Ndongo, 2018).

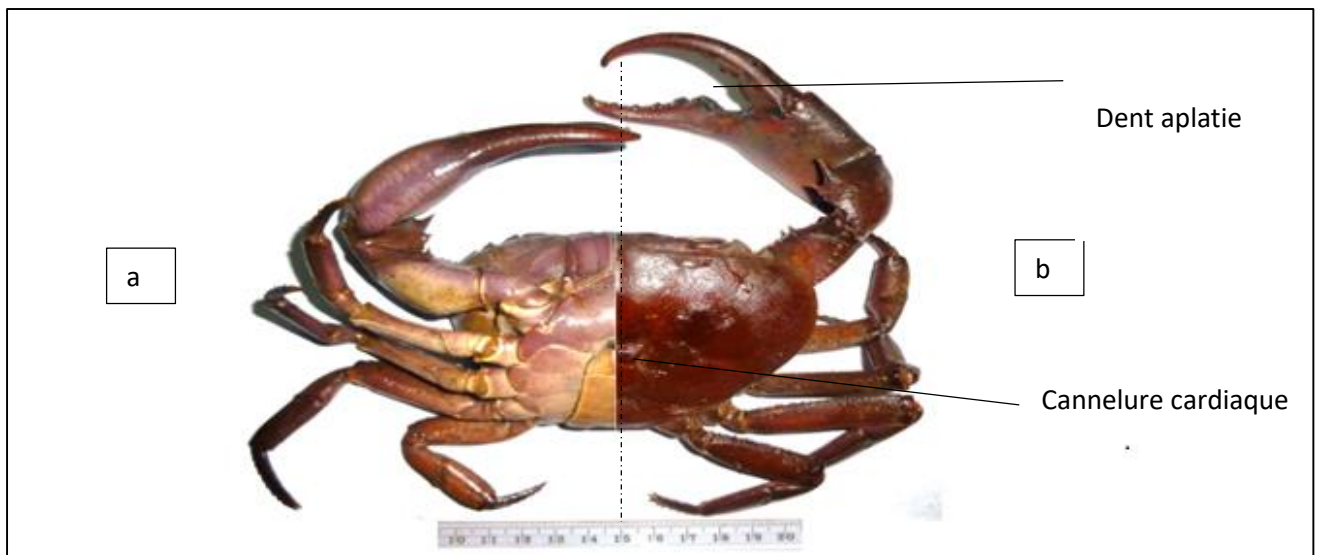


Figure 58 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Sudanonautes africanus* : Vues ventro (a)-dorsale (b).

- **Redescription *Sudanonautes granulatus* Balss, 1929**

La marge antérolatérale de la carapace des mâles adultes est lisse. La marge frontale est relativement large (environ un tiers de la largeur de la carapace). La dent exorbitale et celle épibranchiale sont petites et basses et la dent intermédiaire est petite mais distincte. La sulcature

verticale sur la paroi latérale de la carapace rencontre la marge antérolatérale à la base de la dent intermédiaire (Figure 59).

Remarques : Un total de 19 individus a été dénombré respectivement dans les cours d'eau Kongolo uniquement. Cette description se rapproche de celle faite sur la même espèce en Afrique de l'ouest en 1999 par Cumberlidge.



Figure 59 : Vue montrant quelques caractéristiques morphologiques de la face dorsale de *Sudanonautes granulatus*.

- **Redescription *Sudanonautes floweri* De Man, 1901**

La carapace est plate et très large que longue de telle sorte que l'avant soit exceptionnellement plus large, avec des contours jaunâtres (Figure 60). La crête post frontale est légèrement incurvée vers l'arrière et largement interrompue au milieu. Les dents épibranchiales et intermédiaires sont très peu développées. Chez la femelle, l'abdomen est très large et les Peréiopodes 1 (P₁) ou pinces sont de taille dissemblable en grosseur. Par contre, chez les mâles, l'abdomen est petit et les P₁ sont identiques.

Remarques : Un total de 81 individus a été dénombré uniquement dans les cours d'eau Ndjockyambi. Cette description se rapproche de celle sur la même espèce faite en Afrique de l'ouest (Cumberlidge, 1999).

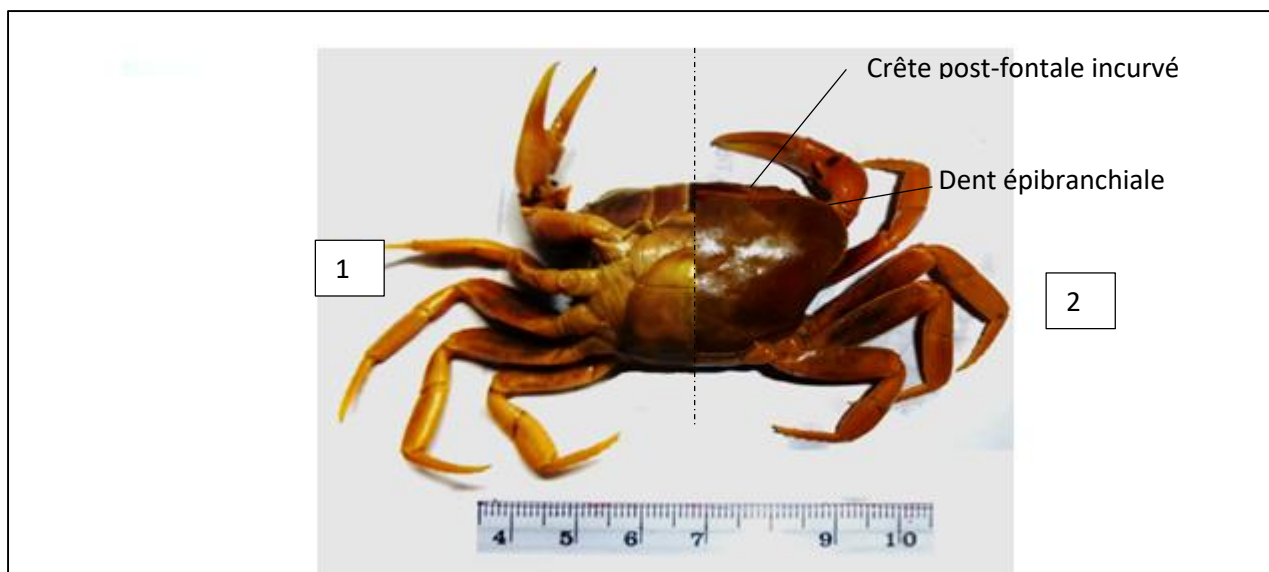


Figure 60 : Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Sudanonautes floweri* : Vues dorso (a)-ventrale (b).

- ***Sudanonautes chavanesii* Milne-Edwards, 1886**

La dent exorbitale et la dent intermédiaire sont grandes, pointues et se dirigent en avant. La dent épibranchiale est grande et pointue à l'extérieur. La dent épibranchiale est placée en arrière du point médian de la crête postfrontale et elle est placée dans la partie la plus large de la carapace. La distance entre la dent épibranchiale et la dent intermédiaire vaut deux fois celle entre la dent intermédiaire et la dent exorbitale. La carapace est très plate ; la crête postfrontale surplombe la carapace entière et se courbe brusquement vers l'arrière avant de rencontrer la dent épibranchiale. Il y a une entaille distincte sur la crête postfrontale derrière la dent exorbitale (Figure 61a). Le semi-circulaire et les cannelures urogastriques, cardiaques et branchiales transversales sont très profondes. La sulcature verticale sur la paroi latérale de la carapace forme une dépression en "y" sous la dent intermédiaire. Des deux gonopodes situés à la base de l'abdomen, l'article terminal et subterminal du gonopode 1 sont minces et aiguille comme son segment est mince (Figure 61b).

Remarques : Un seul individu a été dénombré à savoir à la station Nyo 4 du Nyong de la zone de Makak uniquement. Ces spécimens se rapprochent de la diagnose faite sur la même espèce en Afrique de l'Ouest en 1999 par Cumberlidge.

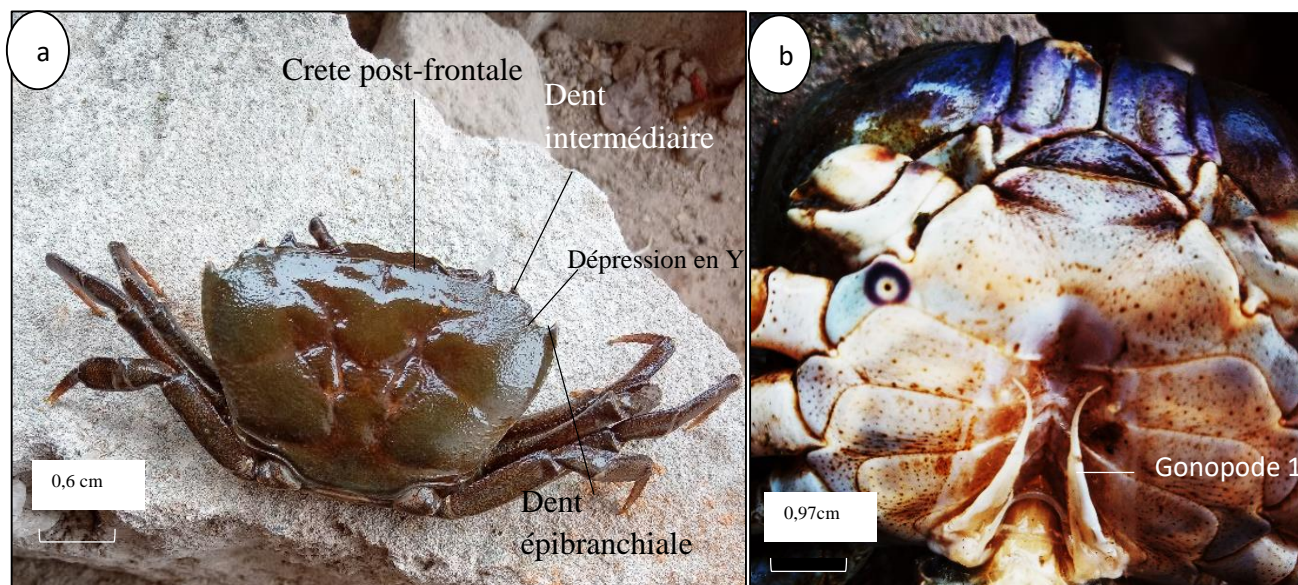


Figure 61: Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Sudanonautes chavanesii* : carapace (a), gonopodes (b).

❖ Organisation des espèces de crabes du genre *Potamonautes*

Les individus du genre *Potamonautes* se différencient des autres genres de la famille des Potamonautidae par une multitude de caractères parmi lesquels l'absence d'une dent intermédiaire sur le segment antérieur du bord antérolatéral

- Description de *Potamonautes* sp.

La carapace est très large, haute et arquée avec une taille plus grande à l'avant et sa texture est lisse (Figure 62a). La crête postfrontale est droite, distincte et surplombe complètement la carapace (Figure 62b). La dent exorbitale est petite et basse, la dent épibranchiale est très petite, presque inexistante et réduite en de petites granules. Sur la marge antérolatérale, la dent épibranchiale est marquée par une série de petits granules qui se prolongent le long du bord antérolatéral. La troisième sulcature sur la face ventrale du céphalothorax entre le troisième et le quatrième sternite 3 et (S3/S4) est droite (Figure 62c).

Remarques : Un total de deux individus a été récolté dans le cours d'eau Atsale uniquement. Ces spécimens se rapprochent de la diagnose faite sur *P. senegalensis* au Sénégal en Afrique de l'Ouest en 1999 par Cumberlidge. Mais nos spécimens diffèrent des leurs par le fait que la troisième sulcature sur la face ventrale du céphalothorax entre le troisième et le quatrième sternite 3 et (S3/S4) est angulée vers le bas.

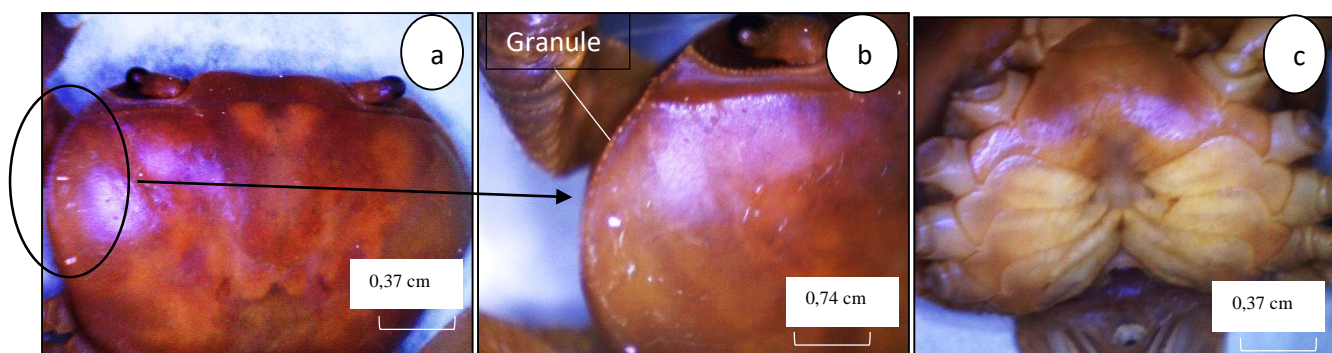


Figure 62: Vues montrant quelques caractéristiques morphologiques de *Potamonautes* sp. : carapace (a), marge epibranchiale (b), cephalothorax (c).

III.1.4.2. Caractérisation de la richesse spécifique (S)

➤ Estimateurs de la richesse spécifique et effort d'échantillonnage

Dans le bassin versant du Nyong, l'effort d'échantillonnage moyen a été de 89,09%. Quelque soit l'estimateur, cet effort a été supérieur à 70% (Tableau IV). D'une zone à l'autre, il a varié de 77,03% (soit une richesse spécifique de 16 espèces dans la zone de Makak) à 94,95% (S=16) dans la zone littorale. Les estimateurs de Chao1 et Chao 2 ont été de 100% dans les zones d'Abong-Mbang, d'Akonolinga et du littoral. La valeur la plus faible 59,32% a été obtenue avec l'estimateur de Jack 2 dans la zone de Makak.

L'effort d'échantillonnage par cours d'eau a varié entre 23,08 et 100% tous estimateurs confondus. Il a été plus important 100% dans l'Atsale (Chao1), le Mbem (Chao1et Chao2), le Ndjockyambi (Chao 1) et le Mougoue (Chao 1) et plus faible soit 23,08 % (ICE) dans le Nyong. L'effort moyen de capture obtenu avec l'ensemble des estimateurs révèle que 49,40 %, 70,37%, 71,85%, 77,18 %, 79,44%, 81,17%, 81,88%, 88,470 % et 89,70 % des espèces ont été collectées respectivement dans le Nyong, les cours d'eau Ongue, Kongolo, Lepmassoun, Mougoue, Ondoamedza, Mibangue, Ndjockyambi, Atsale et Mbem (Annexe 4).

Tableau IV : Evaluation d'effort d'échantillonnage à l'aide des estimateurs non-paramétriques de la richesse spécifique dans les différents cours d'eau du Bassin versant du Nyong.

Estimateurs non-paramétriques	Zone Abong-Mbang	Zone Akonolinga	Zone Mbalmayo	Zone Makak	Zone littorale	Bassin du Nyong
N	465	191	858	2012	1351	4877
RSO	8	5	16	21	15	37
ACE	9 (92,59%)	6 (88,49%)	17 (94,90%)	26 (81,11%)	15 (96,96%)	40 (93,34%)
ICE	9 (87,24%)	6 (86,50%)	22 (71,46%)	27	16 (94,76%)	42 (88,70%)

				(78,53%)		
Chao 1	8 (100%)	5 (100%)	16 (98,46%)	26 (80,77%)	15 (100%)	38 (96,85%)
Chao 2	8 (97,68%)	5 (100%)	19 (86,61%)	35 (60,69%)	15 (98,68%)	41 (90,30%)
Jack 1	10 (80,80%)	6 (83,33%)	22 (73,29%)	29 (72,99%)	17 (88,44%)	45 (83,31%)
Jack 2	8 (96,50%)	6 (83,33%)	24 (67,14%)	35 (59,32%)	15 (99,21%)	47 (78,79%)
Bootstrap	9 (86,86%)	5 (91,07%)	19 (85,20%)	24 (86,63%)	16 (91,85%)	41 (90,40%)
MMMeans	12 (65,95%)	6 (81,3%)	22 (74,14%)	27 (77,03%)	17 (89,71%)	40 (92,06%)
moyenne	9 (88,45%)	6 (89,34%)	20 (81,15%)	27 (77,03%)	16 (94,95%)	42 (89,09%)

Légende : RSO : La richesse spécifique observée ; N : nombre total d'arbres échantillonnés ; le pourcentage de succès de capture est donné dans les parenthèses. Les valeurs maximales et minimales du succès d'échantillonnage est indiquée par les nombres en gras.

➤ Indices de raréfaction

Dans l'ensemble du bassin versant Nyong, la richesse spécifique a continué à croître modérément en fonction de l'effectif cumulé des décapodes (Figure 63a), montrant que la majorité des espèces a été échantillonnée au cours de la période d'étude. Ainsi un effort d'échantillonnage est nécessaire pour atteindre la diversité maximale. Les courbes de Sanders (Figure 63b) par zone ont la même allure que la courbe de Mauto à la seule différence que la richesse spécifique augmente très vite en peu d'échantillons (Figure 63c), de plus ces courbes par zones n'ont pas la même hauteur et ne s'arrêtent pas au même niveau montrant que la plus grande richesse spécifique se trouve dans la zone de Makak avec 21 espèces, suivie de la zone de Mbalmayo avec 15 espèces, puis de la zone littorale avec 15 espèces, puis successivement de la zone d'Abong-Mbang (8 espèces) et de la zone d'Akonolinga (5 espèces). Le léger accroissement graduel des courbes de Mauto et de Sanders révèlent que la richesse spécifique obtenue dans la zone de Makak est le moins proche du seuil de saturation, suivie de la zone de Mbalmayo. Par contre la tendance de stabilisation de ces courbes dans les zones du Littoral d'Abong-Mbang et d'Akonolinga traduirait que les richesses spécifiques obtenues sont proches du seuil de saturation à la fin de nos travaux. Les courbes de la zone de Makak et de Mbalmayo montrent ainsi qu'il y'a encore des espèces de décapodes non échantillonnées dans les cours d'eau de ces zones bien que la majorité a été échantillonnée pendant la période d'étude contrairement aux zones

d'Abong-Mbang, d'Akonolinga et du littoral où la quasi-totalité des espèces a été récoltée (Figure 63b et 63c).

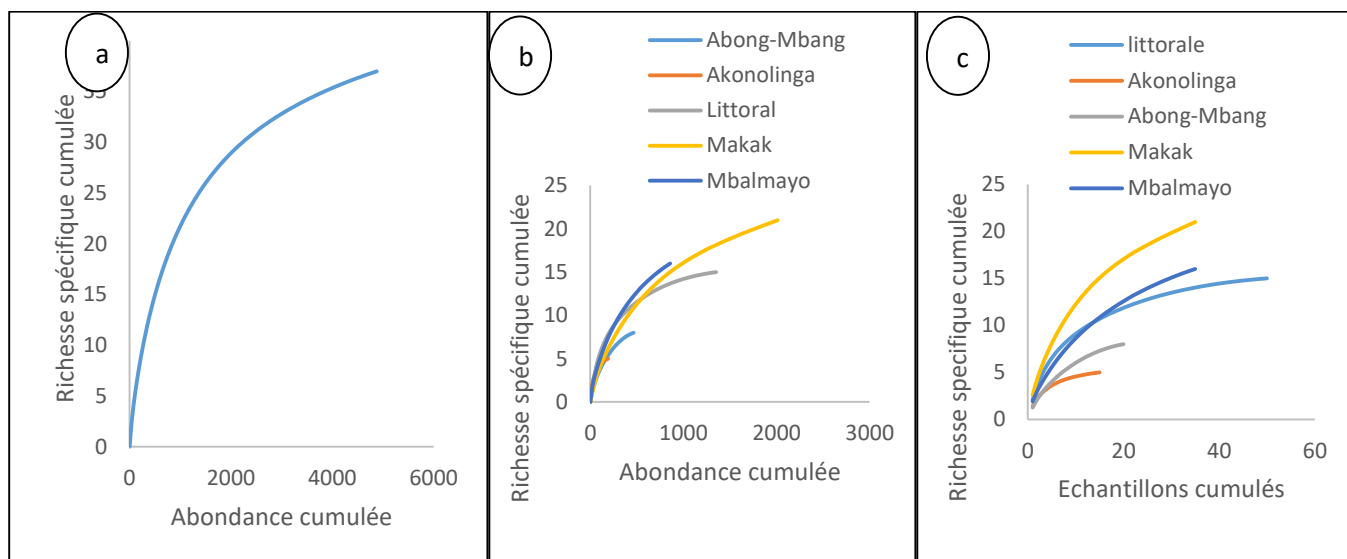


Figure 63 : Courbes de raréfaction mettant en exergue l'évolution de la richesse spécifique en fonction des abondances (a) et des efforts d'échantillonnage par zone d'étude dans le bassin versant du Nyong (b et c).

III.1.4.3. Inventaire des peuplements des décapodes dans le bassin du Nyong pendant la période d'étude

Tableau V : Liste des taxa des décapodes récoltés dans les différentes stations d'échantillonnage des onze bassins versants étudiés pendant la période d'étude

Infr a-Ordre	Fa milles	Genres/Es pèces	Ats 1	Ats 2	Ats 3	Mbe 1	Mbe 2	Mbe 3	Nye 1	Nye 2	Nye 3	Ndj 1	Ndj 2	Ndj 3	Lma 1	Lma 2	Lma 3	On d 1	On d 2	On d 3	Kon 1	Kon 2	Kon 3	Mib 1	Mib 2	Mib 3	Mo u 1	Mo u 2	Mo u 3	On g 1	On g 2	On g 3	Nyo 1	Nyo 2	Nyo 3	Nyo 4	Nyo 5	T
Car	Aty	<i>C. nil</i>	1	2	-	-	-	-	-	-	-	6	20	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	38
		<i>C. afri</i>	370	69	2	92	68	14	-	-	-	144	245	382	252	509	121	227	104	70	180	136	7	18	19	11	117	119	5	-	-	-	-	-	5	18	-	3340
		<i>C.sp. 1</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	25	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	8	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	130
		<i>C.sp. 2</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	82	12	27	14	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pal	<i>M. dux</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
		<i>M. equi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	35	33	-	-	-	-	4	73
		<i>M. ide</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	-	-	-	-	201	271	
		<i>M. lati</i>	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
		<i>M. ma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
		<i>M. nil</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
		<i>M. ro</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	1	4	
		<i>M. ru</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	0	6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	10	
		<i>M. vo</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	10	4	5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	33
		<i>M. lep</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
		<i>M. lan</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
		<i>M. sp.1</i>	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
		<i>M. sp.2</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
		<i>M. sp.3</i>	3	6	-	7	-	1	-	-	-	5	14	10	3	1	8	-	5	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74	
		<i>M. sp.4</i>	1	3	-	1	5	-	-	-	-	-	-	-	2	2	4	-	5	2	1	4	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	
		<i>M. sp.5</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	3	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
<i>M..sp .6</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3			

Un total de 4877 décapodes a été dénombré dans le bassin versant du Nyong. Les espèces de décapodes récoltées appartenaient à 2 Infra-Ordre (Natantia et Reptantia), 2 Sous-Ordre (Caridea et Brachyoures), 4 familles (Atyidae, Paleamonidae, Alpheidae et Potamonautidae), 6 genres (*Caridina*, *Macrobrachium*, *Paleamon*, *Automate*, *Sudanonautes* et *Potamonautes*) (Tableau V).

Le sous ordre des Caridea est le mieux représenté avec 30 morphotypes (soit 96,39 % des taxons) répartis dans 3 familles (Atyidae, Paleamonidae et Alpheidae), 4 genres (*Caridina*, *Macrobrachium*, *Paleamon* et *Automate*). La famille des Paleamonidae est la plus représentée avec 25 morphotypes, la famille des Atyidae quant à elle n'a que quatre morphotypes, pourtant la famille des Alpheidae a un seul morphotype. L'infra-ordre des Brachyoures quant à lui (3,61 % des taxons) vient très loin en deuxième position, il n'est représenté que des Potamonautidae, eux même représentés par sept morphotypes. Le genre *Sudanonautes* (6 morphotypes) est le plus diversifié et il est suivi du genre *Potamonautes* (1 morphotype).

III.1.4.4. Abondance des peuplements de décapodes

➤ Dynamique spatiale des abondances des décapodes dans le bassin versant du Nyong

Les 4877 individus collectés dans cette étude sont inégalement répartis dans 11 sous bassin versant échantillonnés. La plus grande abondance relative de cette macrofaune est obtenue dans le bassin versant de Ndjockyambi où 1065 individus (21,84%) sont dénombrés. Le bassin de Lepmassoun lui fait suite avec 928 individus (19,03 %), suivi successivement des cours d'eau Mungoe, Ondoamedza, Atsale, Ongue, Kongolo, Mibangue, Nyong, Mbem et Nyelbeu ayant 502 individus (10,29%), 487 individus (9,99 %), 465 individus (9,53 %), 371 individus (7,61 %), 366 individus (7,50 %), 271 individus (5,56 %), 231 individus (4,74 %), 191 individus (3,92%) et 0 individus (0,00 %) respectivement (Figure 64).

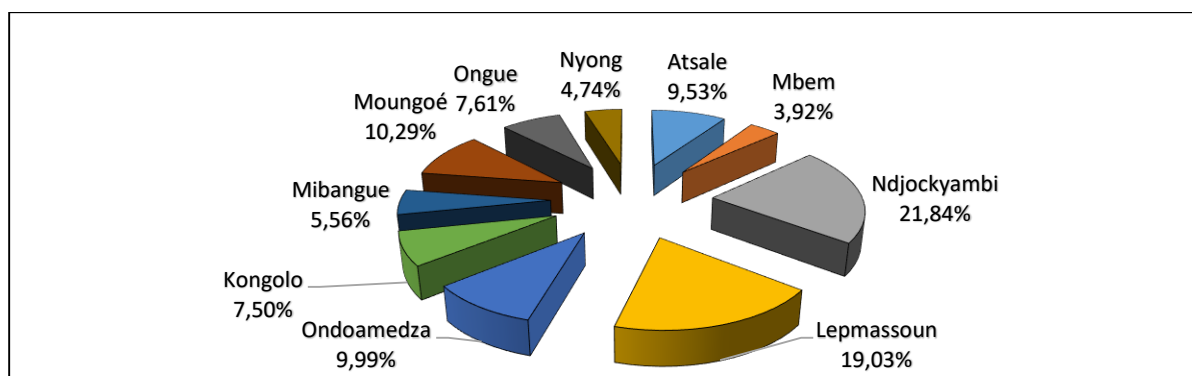


Figure 64 : Abondances relatives des abondances relatives des décapodes dans les différents sous bassins versant pendant la période d'étude

Macrobrachium domine dans le Nyong, pourtant dans l'Ongue il vient en deuxième position après le genre *Paleamon* qui lui n'est présent que dans le Mibangue, le Mougoue et l'Ongue. Son abondance relative augmente dans l'ordre énuméré. Le genre *Automate* n'est présent que dans l'Ongue, alors que le genre *Potamonautes* n'est présent que dans l'Atsale. Le genre *Sudanonautes* est assez représenté dans le bassin versant du Nyong excepté dans l'Atsale, le Nyelbeu, le Mibangue et l'Ongue (Figure 66 b).

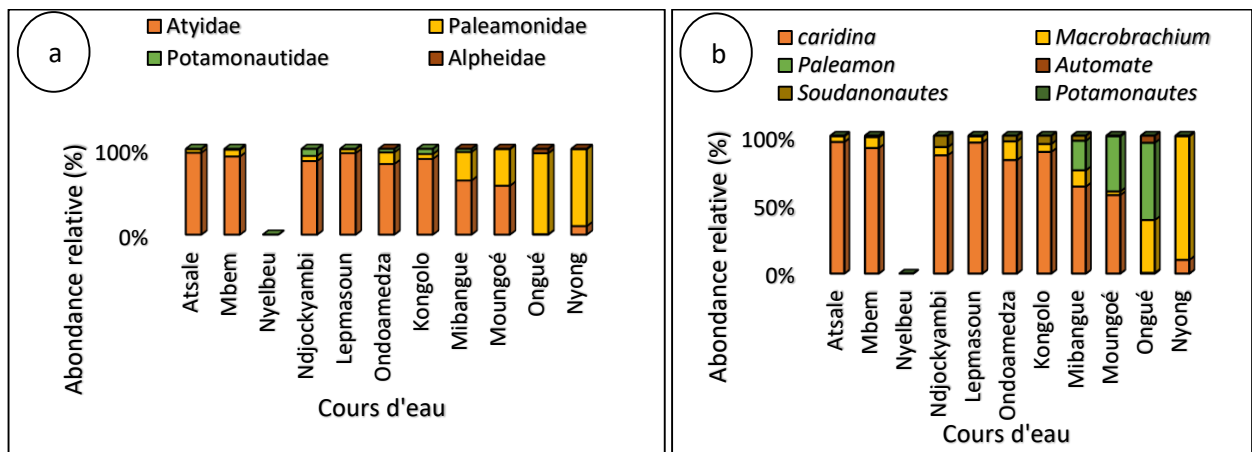


Figure 66 : Variations spatiales de l'abondance relative des décapodes dans le bassin versant du Nyong : familles (a) et genres (b) identifiées pendant la période d'étude.

➤ **Distribution des différentes espèces dans les différents sous bassins versant du Nyong**

La distribution des espèces de genre *Caridina* (Figure 67a) montre que l'espèce *C. africana* est présente et dominante dans la plupart du bassin versant du Nyong excepté dans l'Ongue où elle n'a pas été récoltée pendant toute la période d'étude, le Mibangue et le Nyong où il est très peu représenté. L'espèce *Caridina* sp.1 n'est présente qu'avec de faibles abondances que dans le cours d'eau Ndjockyambi. *Caridina* sp.2 n'est présent que dans les cours d'eau de la zone littorale à savoir les cours d'eau Mibangue où elle domine, le cours d'eau Mougoué où elle vient en deuxième position après *C. africana* et le cours d'eau Ongué où elle est très peu représentée. Les plus fortes abondances de *C. africana* sont notées dans le Ndjockyambi et le Lepmassoun.

Les espèces du genre *Macrobrachium* quant à elles ont une distribution variée dans le bassin versant du Nyong (Figure 67b). Ainsi l'espèce *M. idella* n'est présente que dans le potamon Nyong avec de fortes abondances et dans le cours d'eau Ongue avec de faibles abondances. L'espèce *Macrobrachium* sp.9 quant à elle n'est présente que dans le bassin inférieur du Nyong plus précisément dans les cours d'eau Mougoué, Mibangue et Ongue qui sont classés par ordre de dominance décroissante. L'espèce *Macrobrachium* sp.1 n'est présente que dans le cours d'eau Atsale pourtant *M. macrobrachion* n'est présent que dans les cours d'eau Lepmassoun et Ondoamedza avec de très faibles abondances. Les abondances relatives de *M. vollenhovenii* permettent de la ranger en première position dans le Mibangue, en deuxième position dans le cours

d'eau Mougoue. *Macrobrachium latimanus* de même que *Macrobrachium* sp.2 ne sont présents que dans le cours d'eau Atsale. Par contre *Macrobrachium* sp.7 n'est présent que dans le cours d'eau Ondoamedza, Lepmassoun, Kongolo, pour ce qui est de l'espèce *Macrobrachium* sp.6 elle n'a été présente que dans le cours d'eau Kongolo et l'espèce *Macrobrachium* sp.12 n'a été récoltée que dans le cours d'eau Ndjockyambi. L'espèce *Macrobrachium* sp.3 est représentée dans les cours d'eau du bassin supérieur du Nyong. L'espèce *Macrobrachium* sp.4 est assez représentée dans les affluents du bassin versant du Nyong excepté dans les cours d'eau Nyelbeu, Ndjockyambi, Mibangue, Ongue et Nyong. *Macrobrachium* sp.5, *M. niloticus* n'ont été récoltés que dans les cours d'eau Lepmassoun, Ondoamedza et Kongolo avec de très faibles abondances. Les espèces *M. dux* et *Macrobrachium* sp.13 n'ont été récoltées que dans le Lepmassoun. *M. equidens* n'est présent que dans trois affluents du Nyong et le Nyong lui-même. Ainsi, dans le cours d'eau Ongue, il est sensiblement égal aux abondances de *M. idella*, dans le Nyong et le Mibangue quelques individus ont été retrouvés. L'espèce *M. rosenbergii* n'a été retrouvée dans le cours d'eau Ongue et le Nyong avec de très faibles abondances relatives. Les autres espèces de crevettes à savoir l'espèce *Palaemon* sp. N'est présente que dans le cours inférieur bassin versant du Nyong à savoir les cours d'eau Mibangue, Mougoue et Ongue, il en est de même de l'espèce *Automate* sp. qui n'est présente que dans le cours d'eau Ongue. L'espèce *Macrobrachium* sp.8 n'a été récoltée que dans les cours d'eau Ondoamedza et Ndjockyambi (Figure 67a).

Les espèces de crabes récoltées dans le bassin versant du Nyong ont une distribution diverse (Figure 67c). Ainsi, *Potamonautes* sp. est la seule espèce du genre *Potamonautes* à être récoltée et elle n'est présente que dans l'Atsale. Le genre *Sudanonautes* est assez diversifié en espèce dans le bassin versant du Nyong, La plupart de ces espèces ont été récoltées dans le cours supérieur du bassin versant du Nyong (Figure 67b). Ainsi, *S. africanus* a été récolté dans les cours d'eau Mbem, Lepmassoun et Kongolo. *S. faradjensis* quant à lui a été récolté dans le Ndjockyambi, le Lepmassoun et le Kongolo. Pour ce qui est de l'espèce *S. aubryi*, elle a été récoltée dans le Ndjockyambi, le Lepmassoun, l'Ondoamedza et le Mougoue. L'espèce *S. granulatus* n'a été présente que dans le Kongolo. Pour l'espèce *S. chavanesii*, elle n'a été récoltée que dans le Nyong et l'espèce *S. floweri* n'a été récoltée qu'à Ndjockyambi.

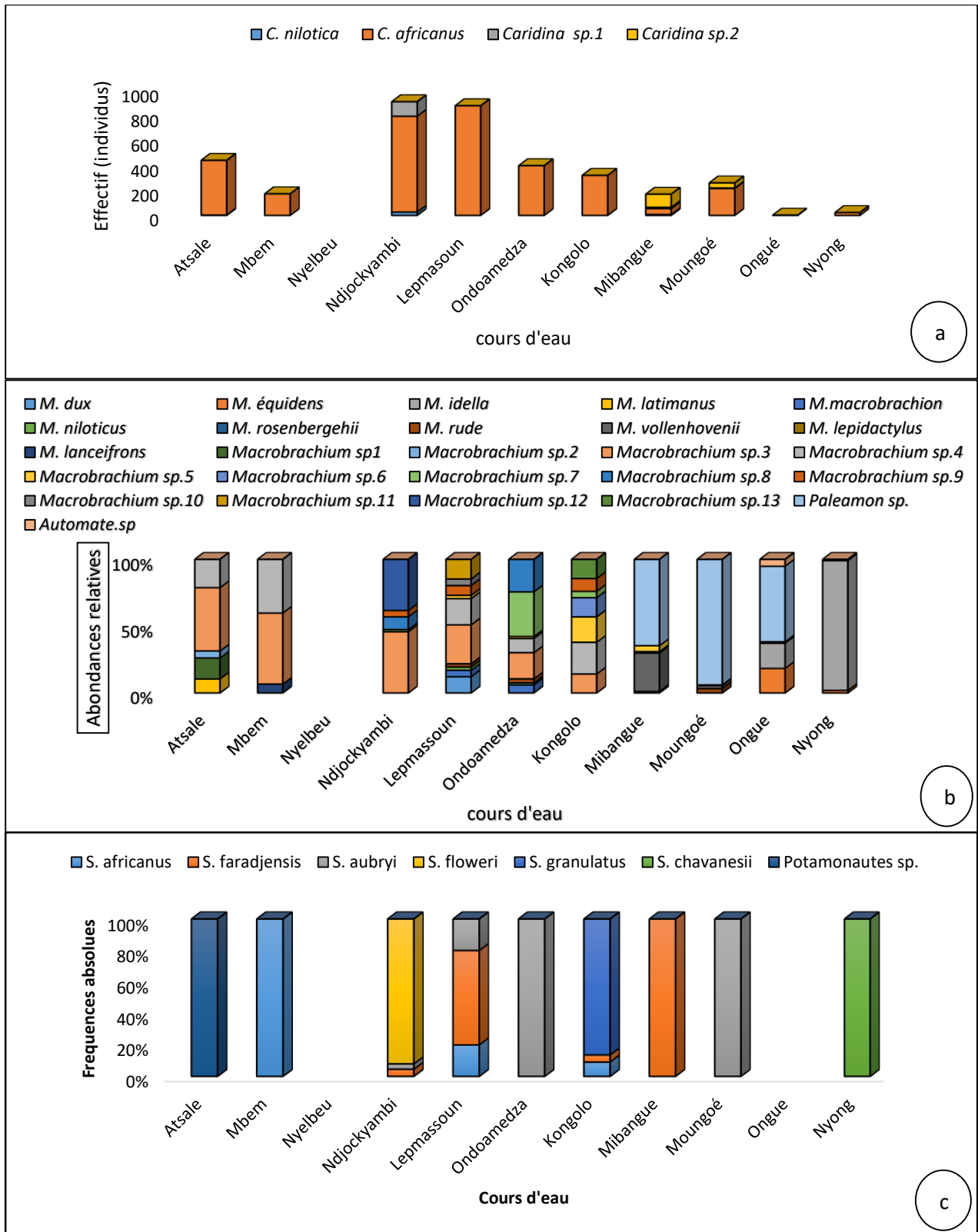


Figure 67 : Variation spatiale des abondances relatives des espèces : de crevette du genre *Caridina*(a) et des genres *Macrobrachium*, *Paleamon*, *Automate* et de crabe du genre *Sudanonautes* et *Potamonautes* (c).

➤ **Richesse taxonomique et abondance relative des espèces dans chaque sous bassin versant du Nyong pendant la période d'étude**

Dans l'Atsale, un total de 465 individus a été récolté, réparti dans 2 Infra-Ordres (Natantia et Reptantia), 2 Sous - Ordres (Caridea et Brachyours), 3 familles (Atyidae, *Paleamonidae*, Potamonautidae), 3 genres (*Caridina*, *Macrobrachium* et *Potamonautes*) et 11 morphotypes. Le genre *Caridina* domine dans le peuplement (441 individus), suivi du genre *Macrobrachium* (22 individus) et du genre *Sudanonautes* (2 individus). En terme de diversité, le genre *Macrobrachium* est plus diversifié avec 6 taxa suivi du genre *Caridina* avec 2 taxa et du genre *Potamonautes* avec 1 taxon. Au rang de l'espèce, *C. africana* domine le peuplement avec 94,84% d'abondance relative, l'espèce *Macrobrachium* sp.3 est faiblement présente avec les fréquences relatives de 1,94%. Toutes les autres espèces ont pour la plupart les fréquences relatives inférieures à 1% (Figure 68a).

Dans le Mbem, un total de 191 décapodes a été récolté pendant la période d'étude. Ces individus sont répartis dans 2 sous ordres (Natantia et Reptantia), 2 Infra-ordres (Caridea et Brachyours), 3 familles (Atyidae, *Paleamonidae* et Potamonautidae), 3 genres (*Caridina*, *Macrobrachium* et *Sudanonautes*), 4 espèces de crevettes et 01 espèce de crabes. La Figure 26b montre que l'espèce *C. africana* domine largement le peuplement avec 91,10 % d'abondance relative, suivi successivement de *Macrobrachium* sp.3 (4,19%), de *Macrobrachium* sp.4 (3,14%), de *S. africanus* (1,05 %) et de *M. lanceifrons* (0,52%) (Figure 68b).

Dans l'Ondoamedza, les 487 décapodes récoltés pendant la période d'étude sont répartis en 10 morphotypes, *C. africana* (81,16%) domine le peuplement, suivie de *Macrobrachium* sp.7 (5,16%), *S. aubryi* (3,91%), *Macrobrachium* sp.8 (3,21%), de *Macrobrachium* sp.3 (3,05%), de *Macrobrachium* sp.4 (1,64%) et respectivement de *M. macrobrachion*, *M. rude*, *M. niloticus* et *Macrobrachium* sp.5 qui ont des fréquences relatives inférieures à 1% (Figure 68 c). D'après le test de Kruskal-Wallis, dans le cours d'eau Ondoamedza les abondances de toutes les espèces n'ont pas significativement varié sur le plan spatio - temporel.

Les 366 décapodes récoltés dans le Kongolo appartiennent à 3 familles (Atyidae, *Paleamonidae*, Potamonautidae), 3 genres (*Caridina*, *Macrobrachium* et *Sudanonautes*). Ces organismes sont répartis en 11 morphotypes. L'espèce *C. africana* est dominante avec une fréquence relative de 88,25% suivie respectivement de *S. granulatus* (5,19%), *Macrobrachium* sp.4 (1,37%), *Macrobrachium* sp.5 (1,10%), *Macrobrachium* sp.6, *Macrobrachium* sp.13, *Macrobrachium* sp.3 avec 0,82% de fréquence relative chacun, de *Macrobrachium* sp.9, de *S. africanus* (0,55%) et de *S. faradjensis*, ayant chacun une fréquence relative de 0,27% (Figure 68d).

Les 1065 décapodes récoltés dans le Ndjockyambi sont regroupés dans 3 familles (Atyidae, *Paleamonidae* et Potamonautidae), 3 genres (*Caridina*, *Macrobrachium* et *Sudanonautes*) et 10

espèces. Par ordre de dominance taxinomique, l'espèce *Caridina africana* ayant supplanté le peuplement avec une fréquence relative de 72,39%, suivie successivement de *Caridina* sp.1 (10,89%), *S. floweri* (7,61%), *Macrobrachium* sp.3 (27,2%), *C. nilotica* 2,54%, *Macrobrachium* sp.12 (2,25 %), *Macrobrachium* sp.8 (0,56%), *S. faradjensis* (0,38%), *Macrobrachium* sp.9 (0,28%), *S. aubryi* (0,28%) et *Macrobrachium* sp.7 (0,09%) (Figure 68e).

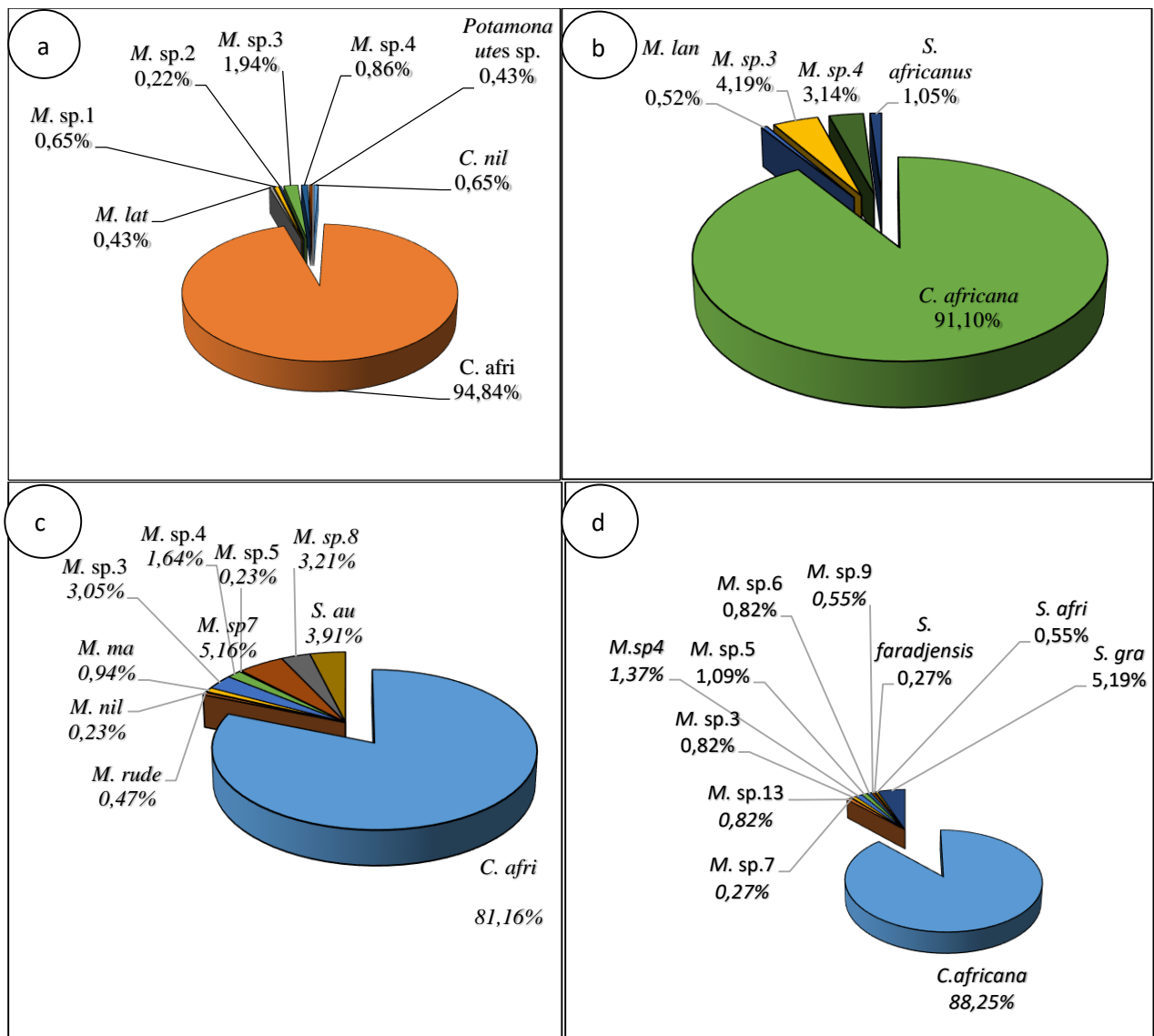
Un total de 928 décapodes a été récolté dans le Lepmassoun appartenant à 3 familles (Atyidae, Paleamonidae, Potamonautidae), 3 genres (*Caridina*, *Macrobrachium* et *Sudanonautes*) soit 14 espèces. L'espèce *Caridina africana* ayant 2 morphotypes supplante le peuplement avec une fréquence relative de 95,04%, suivie successivement de *Macrobrachium* sp.3, *Macrobrachium* sp.4, *Macrobrachium* sp.11, *Macrobrachium dux*, *Macrobrachium* sp.1, *Macrobrachium* sp.9, *S. faradjensis*, *Macrobrachium* sp.10, *M. macrobrachion*, *M. niloticus*, *M. rude*, *Macrobrachium* sp.5, *S. aubryi* et *S. africanus* ayant respectivement les fréquences relatives 1,29 %, 0,86%, 0,65%, 0,54%, 0,43%, 0,32%, 0,32%, 0,21%, 0,21% et 0,11% pour les 4 dernières espèces (Figure 68f).

Dans le Mibangue, 271 décapodes ont été récoltés appartenant à 4 familles (Atyidae, Paleamonidae, Alpheidae et Potamonautidae), 4 genres (*Caridina*, *Macrobrachium*, *Paleamon* et *Sudanonautes*) et 10 espèces. Par ordre de dominance, *Caridina* sp.2 a la plus forte abondance relative (39,11%), suivie de *Paleamon* sp. 21,40 %), *Caridina africana* (17,7%), *M. vollenhovenii* (9,59 %), *Caridina* sp.1, *S. faradjensis* ayant chacun une fréquence relative de 3,69%, *C. nilotica* (2,58%), *Macrobrachium* sp.5 (1,48%), *M. lepidactylus* et *M. equidens* (0,40%) respectivement (Figure 68g).

Un total de 502 décapodes a été récolté dans le Mounngoe appartenant à 01 Sous- Ordre (Caridea), 02 Infra- Ordres (Natantia et Reptantia), 03 familles (Atyidae, Paleamonidae et Potamonautidae), 04 genres (*Caridina*, *Macrobrachium*, *Paleamon* et *Sudanonautes*) et 8 espèces. *C. africana* a la plus forte abondance avec une fréquence relative de 48,01%, suivie de *Paleamon* sp. (40,04%), *Caridina* sp.2 (8,16%), *S. africanus* (4,78%), *M. rude* (1,39%), *M. vollenhovenii* (1,20%), *Caridina* sp.1 (0,80%) et *S. aubryi* (0,40 %) respectivement (Figure 68h).

Un nombre de 371 décapodes ont été récoltés dans le Ongue. Ces organismes appartiennent à un sous Ordre (Caridea), un infra ordre (Natantia), 03 familles (Atyidae, Paleamonidae et Alpheidae), 04 genres (*Caridina*, *Macrobrachium*, *Paleamon* et *Automate*) et 8 espèces. Par ordre de dominance en fonction des abondances relatives, *Paleamon* sp. est le plus abondant (56,0%), suivi de *M. idella* (18,86 %), puis successivement de *M. equidens* (18,32%), d'*Automate* sp. (5,12%), *M. rosenbergehii* (0,81%), *C. nilotica* (0,27%), *M. vollenhovenii* (0,27%) et *Caridina* sp.2 (0,27%) (Figure 68i).

Dans le Nyong, 231 décapodes ont été récoltés appartenant à 01 Sous Ordre (Caridea), 01 Infra - Ordre (Natantia), 03 familles (Atyidae, Paleamonidae et Potamonautidae), 04 genres (*Caridina*, *Macrobrachium* et *Sudanonautes*) et 6 espèces. *M. idella* domine largement le peuplement avec une fréquence relative de 84, 10%, suivie de *C. africana* (12,97 %), puis de *M. equidens* ayant chacun une fréquence relative de 2, 09 %). *M. vollenhovenii*, et *S. chavanesii* ont de très faibles abondances avec chacun une fréquence de 0, 42% (Figure 68j).



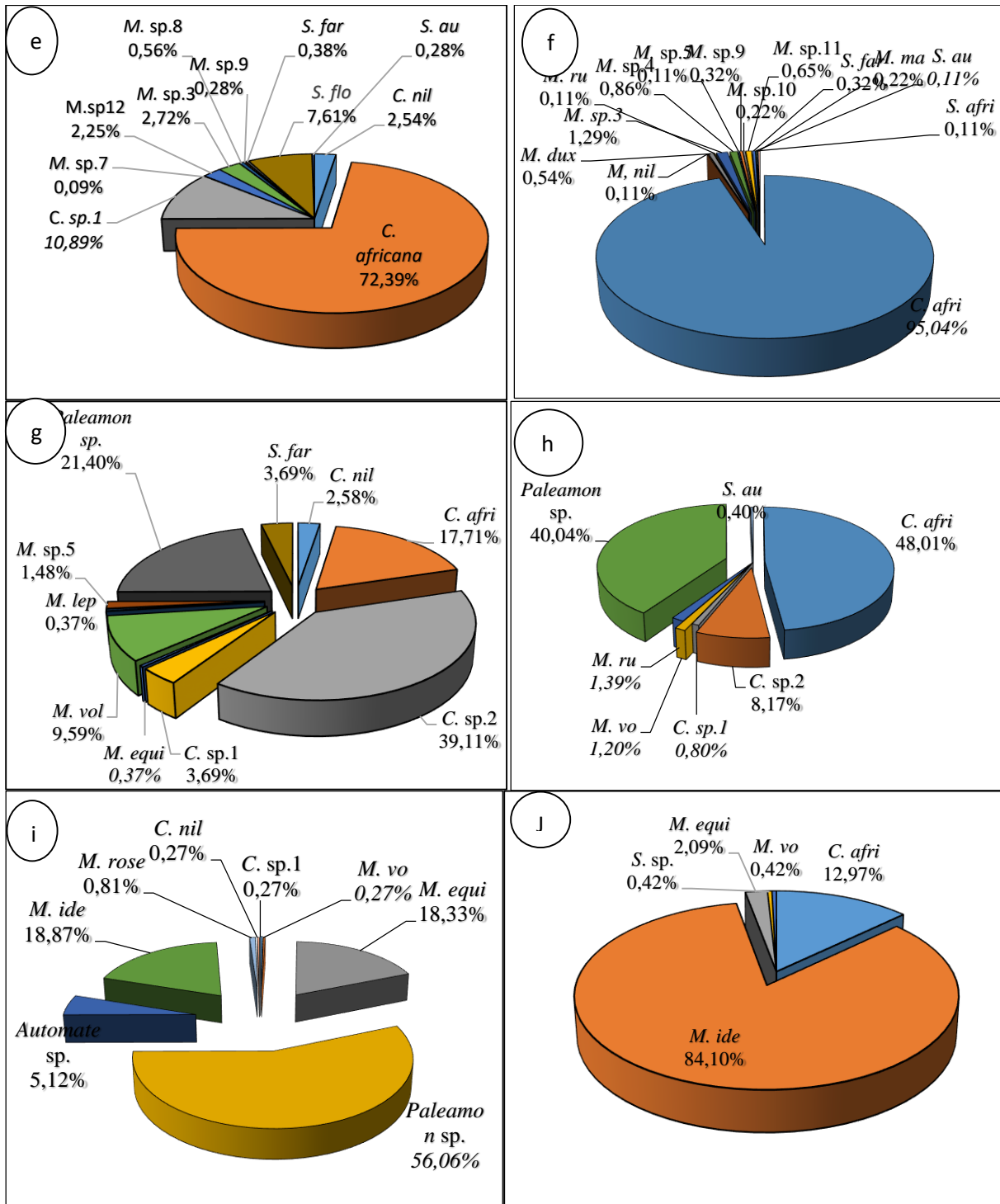


Figure 68 : Abondances relatives des espèces de Décapodes dans les différents cours d'eau : Atsale (a), Mbem (b), Ondoamedza (c), Kongolo (d), Ndjockyambi (e), Lepmassoun (f), Mibangue (g), Mougoue (h), Ongue (i) et Nyong (j) *C. nil* : *Caridina nilotica*, *C. afri* : *Caridina africana*, *C. sp.1*: *Caridina sp.1*, *C. sp.2* : *Caridina sp. 2*, *M. dux* : *Macrobrachium dux*, *M. equi* : *Macrobrachium equidens*, *M. ide* : *Macrobrachium idella*, *M. lat* : *Macrobrachium latimanus*, *M. ma*: *Macrobrachium macrobrachion*, *M. nil* : *Macrobrachium niloticus*, *M. rose*: *Macrobrachium rosenbergii* , *M. rude* : *Macrobrachium rude*, *M. vo* : *Macrobrachium vollenhovenii* , *M. lep*:

Macrobrachium lepidactylus, *M. lan* : *Macrobrachium lanceifrons*, *M. sp.1* : *Macrobrachium sp.1*, *M. sp.2*: *Macrobrachium sp.2*, *M. sp.3*; *Macrobrachium sp.3*, *M. sp.4* : *Macrobrachium sp.4*, *M. sp.5*: *Macrobrachium sp.5*, *M. sp.6*: *Macrobrachium sp.6*, *M. sp.7*: *Macrobrachium sp.7*, *M. sp.8* : *Macrobrachium sp.8*, *M. sp.9*: *Macrobrachium sp.9*, *M. sp.10*: *Macrobrachium sp.10*, *M. sp.11*: *Macrobrachium sp.11*, *M. sp.12* : *Macrobrachium sp.12*, *M. sp.13*: *Macrobrachium sp.13*, *P. sp*: *Palaemon sp.*, *A. sp.* : *Automate sp.*, *S. afri* : *Sudanonautes africanus*, *S. far* : *Sudanonautes faradjensis*, *S. au* : *Sudanonautes aubryi*, *S. flo* : *Sudanonautes floweri*, *S. gra* : *Sudanonautes granulatus*, *S. cha* : *Sudanonautes chavanesii*.

➤ **Abondance spécifique des décapodes par saison**

Il ressort de la lecture de ces histogrammes que le nombre d'espèces de crevettes récoltées varie dans le temps. Les espèces *C. africana* et *Caridina sp.2* ont été récoltées à toutes les saisons et leurs plus fortes abondances ont été notées pendant la GSS 2017, la GSS 2018, la PSP, la PSS et la GSP. L'espèce *C. nilotica* quant à elle a été récoltée dans la plupart des saisons excepté la PSP et la GSS 2018 et ces fortes abondances ont été enregistrées pendant la GSP. Pour ce qui est de *Caridina sp.1*, elle a seulement été récoltée pendant la GSS 2017 avec de fortes abondances et avec de faibles abondances pendant la GSP (Figure 69a). Les espèces *M. equidens*, *M. vollenhovenii*, *Palaemon sp.*, *Macrobrachium sp.3* et *Macrobrachium sp.4* ont été récoltées à toutes les saisons. Les fortes abondances de *M. equidens* ont été enregistrées pendant la PSP, pourtant celles de *Macrobrachium sp.4*, *M. vollenhovenii* et *Palaemon sp.* ont été enregistrées pendant la GSS 2017 et celles de *Macrobrachium sp.3* pendant la GSS 2018. L'espèce *Macrobrachium sp.9* n'a été récoltée que pendant la GSP et GSS 2018. Les espèces *M. latimanus* et *Macrobrachium sp.11* n'ont été récoltées que pendant les deux grandes saisons sèches (Figure 69a). L'espèce *Macrobrachium sp.5* est presque présente à toutes les saisons exceptée la GSP. Les espèces *M. rosenbergii* et *M. lanceifrons* n'ont été récoltées que pendant la GSP. Les espèces *Macrobrachium sp.6* et *Macrobrachium sp.7* n'ont été récoltées que pendant les deux premières saisons à savoir la GSS 2017 et la PSS. Les espèces *M. idella*, *Automate sp.* sont présentes à presque toutes les saisons sauf pendant la GSS 2018. Les fortes abondances de *M. idella* ont été enregistrées pendant la PSP, il en est de même de celles d'*Automate sp.* et de *M. rude*. En ce qui concerne les espèces de crabes, *Potamonautes sp.*, *S. aubryi* et *S. chavanesii* ayant respectivement 19, 26 et 1 individu n'ont été récoltées que pendant les grandes saisons sèches. Les espèces *S. floweri* et *S. granulatus* n'ont été récoltées que pendant la PSP avec des abondances relativement élevées. Les autres espèces de crabes comme *S. africanus* et *S. faradjensis* ont été récoltées dans la plupart des saisons exceptées la GSP et la PSS respectivement (Figure 69b).

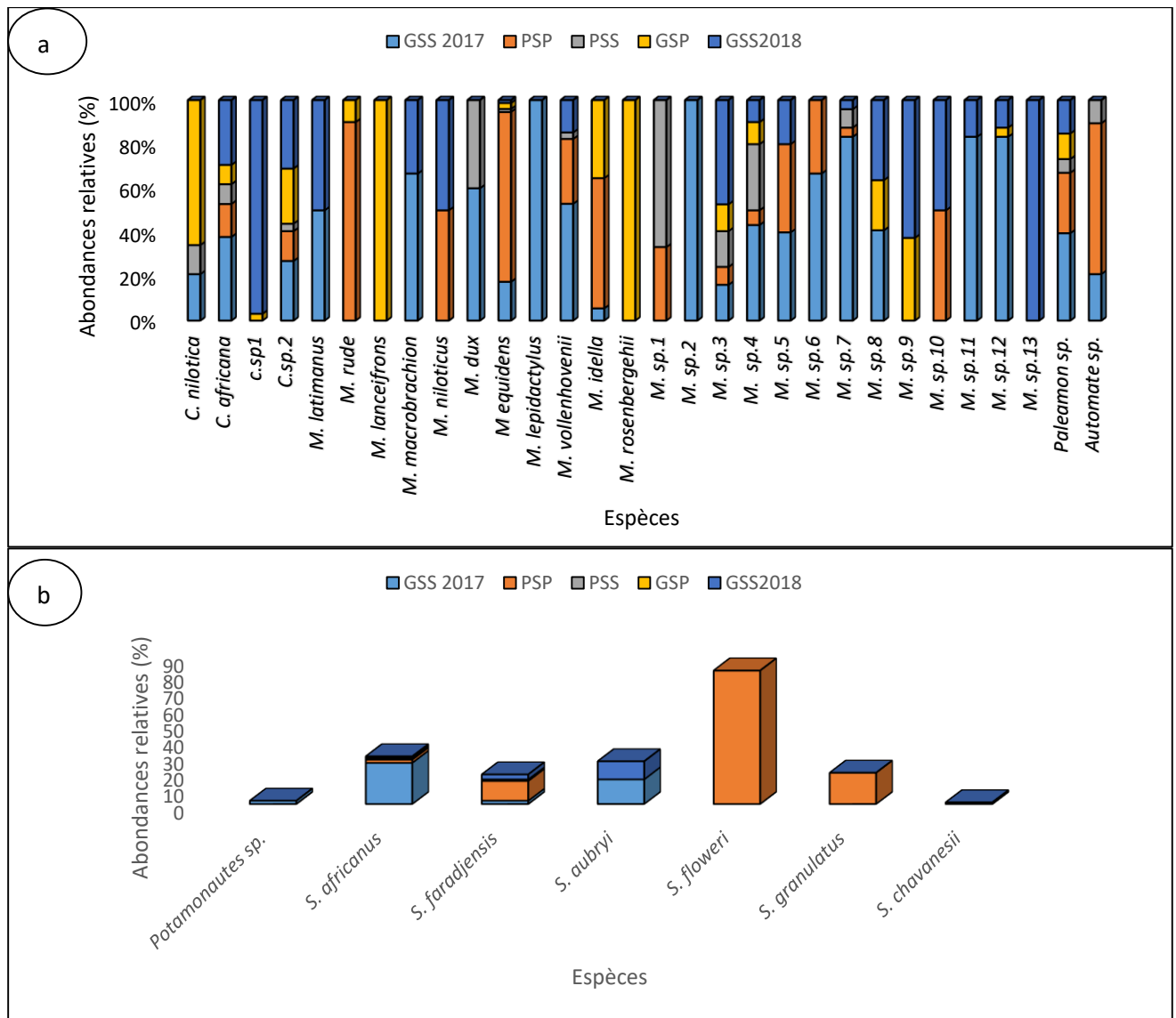


Figure 69 : Abondances relatives des espèces de crevettes (a) et de crabes (b) par saison au cours de la période d'étude.

➤ **Biodynamique spatiale et saisonnière de l'abondance des décapodes dans les différents cours d'eau et par zone**

❖ **Zone d'Abong-Mbang**

Le tableau VI représente la biodynamique des décapodes dans l'Atsale. Sur le plan spatio-temporel, l'abondance des décapodes décroît de l'amont vers l'aval. Dans les stations Ats 1, Ats 2 et Ats 3, ont été récoltés 377 ($75,4 \pm 117,97$), 85 ($16,6 \pm 14,52$) et 3 ($0,6 \pm 1,34$) individus respectivement. Les abondances spécifiques n'ont pas significativement varié exceptées celles de *C. africana* qui ont significativement variées sur le plan spatial. *C. africana* est dominante à toutes les saisons et à toutes les stations et ces effectifs sont décroissants de l'amont en aval. Le test de Mann Whitney montre une différence significative des abondances de cette espèce ainsi, les abondances

de la station Ats 1 diffèrent de celles de la station Ats 3 et il en est de même de celles de la station Ats 2 et la station Ats 3. Dans la station Nyo 1 de la zone d'Abong -Mbang aucun décapode n'a été récolté pendant toute la période d'étude. D'après le test de Mann Whitney seules les abondances de *C. africana* ont significativement varié entre la station Nyo1 et les stations Ats 1 et Ats 2.

Tableau VI: Variation spatio-temporelle des abondances des espèces de décapodes dans la zone d'Abong- Mbang pendant la période d'étude.

Stations	Saison	<i>C. nil</i>	<i>C. afri</i>	<i>M. lat</i>	<i>M.sp.1</i>	<i>M. sp.2</i>	<i>M. sp.3</i>	<i>M. sp.4</i>	<i>P. sp.</i>	Total
Ats 1	GSS 2017	-	63	1	-	1	3	1	-	69
	PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PSS	-	12	-	-	-	-	-	-	12
	GSP	1	14	-	-	-	-	-	-	15
	GSS 2018	-	281	-	-	-	-	-	-	281
	T	1	370	1	-	1	3	1	-	377
	Moy	0,2±0,44	74±118,20	0,2±0,44	0±0	0,2±0,44	0,6±1,34	0,2±0,44	-	75,4±117,97
Ats 2	GSS 2017	-	19	-	-	-	2	-	2	21
	PSP	-	2	-	-	-	2	-	-	4
	PSS	-	3	-	2	-	-	3	-	8
	GSP	2	8	-	-	-	-	-	-	10
	GSS 2018	-	37	1	-	-	2	-	-	40
	T	2	69	1	2	-	6	3	2	85
	Moy	0,4±0,84	13,8±14,62	0,2±0,44	0,4±0,84	-	1,2±1,09	0,6±1,34	0,4±0,89	16,6±14,52
Ats 3	GSS2017	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	PSP	-	-	-	1	-	-	-	-	1
	PSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GSS 2018	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	T	-	2	-	1	-	-	-	-	3
	Moy	-	0,4±0,84	-	0,2	-	-	-	-	0,6±1,34
Nyo 1	GSS 2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GSS 2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otal	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legende : *C. nil* : *Caridina nilotica*, *C. afri* : *Caridina africana*, *M. lat* : *Macrobrachium latimanus*, *M. sp1* : *Macrobrachium sp.1*, *M. sp.2* : *Macrobrachim sp.2*, *M. sp.3* : *Macrobrachium sp.3*, *M. sp.4* : *Macrobrachium sp.4* ; *P. sp.* : *Potamonautes sp.*, GSS 2017 Grande saison sèche (2017), PSP : Petite saison de pluies, PSS : Petite saison sèche, GSP : Grande saison de pluie, GSS 2018 (Grande saison sèche (2018), T :Total.

Zone d'Akonolinga

Dans le Nyelbeu, de la zone d'Akonolinga, aucun décapode n'a été récolté pendant la période d'étude. Dans le Mbem, 191 individus ont été récoltés, les abondances des décapodes diminuent de l'amont en aval. L'espèce *C. africana* est dominante à toutes les stations et à toutes les saisons (Tableau VII). A la station Mbe 1, sur les 101 individus récoltés, les espèces de crevettes du genre *Macrobrachium* ont de très faibles abondances. A cette station également nous n'avons récolté aucun crabe. A la deuxième station, sur les 74 individus, l'espèce *C. africana* est dominante.

L'espèce *M. lanceifrons* n'a été récoltée qu'à la station Mbe 1 alors que *Macrobrachium* sp.4 n'a été récolté que dans le crénon et le rithron (Mbe 2). Pour ce qui est de l'espèce *Macrobrachium* sp.3, elle n'a été récoltée que dans le rithron. Par contre, *S. africanus* n'a été récoltée que dans le crénon. D'après le test de Kruskal-Wallis, les abondances des espèces de décapodes n'ont pas significativement varié tant sur le plan spatial que temporel. Dans toutes les stations du cours d'eau Nyelbeu et la station Nyo 2 de la zone d'Akonolinga aucun décapode n'a été récolté. D'après le test de Mann Whitney, les abondances de *C. africana* ont significativement varié entre la station Mbe 1 et toutes les autres stations de la zone excepté avec les abondances de la station Mbe 2. Une différence significative ($P < 0,05$) a été également observée entre les abondances de *Macrobrachium* sp.3 de la station Mbe 1 et celles de toutes les autres stations d'après le test de Mann Whitney.

Tableau VII: Variation spatio-temporelle des abondances des espèces décapodes dans le cours d'eau Mbem de la zone d'Akonolinga pendant la période d'étude.

STATIONS	Saisons	<i>C. africanus</i>	<i>M. lanceifrons</i>	<i>M. sp.3</i>	<i>M. sp.4</i>	<i>S. africanus</i>	Total
Mbe 1	GSS 2017	34	-		1	-	35
	PSP	45	-		-	-	45
	PSS	-	-	3	-	-	3
	GSP	6	1	2	-	-	9
	GSS 2018	7	-	2	-	-	9
	Total	92	1	7	1	-	101
	Moy	18,4±19,83	0,2±0,44	1,4±1,34	0,2±0,44	-	20,2±18,58
Mbe 2	GSS 2017	-	-	-	1	-	1
	PSP	18	-	-	-	1	19
	PSS	45	-		2	-	47
	GSP	5	-		2	-	7
	GSS 2018	-	-	-	-	-	-
	Total	68	-	-	5	1	74
	Moy	13,6±19,03	0	0	1±1	0,33±0,57	14,8±19,52
Mbe 3	GSS 2017	-	-	-	-	-	-
	PSP	1	-	-	-	1	2
	PSS	4	-	1	-	-	5
	GSP	-	-	-	-	-	-
	GSS 2018	9	-	-	-	-	9
	Total	14	-	1	-	1	16
	Moy	2,8±3,83	-	0,2±0,44	-	0,2±0,44	3,2±0,83

Legende : *M. sp.3* : *Macrobrachium* sp.3 et *M. sp.4* : *Macrobrachium* sp.4.

❖ Zone de Mbalmayo

Dans la zone de Mbalmayo, l'espèce *C. africana* est dominante à toutes les stations et à toutes les saisons (Tableau VIII). Ainsi, les abondances sont décroissantes de l'amont en aval dans l'Ondoamedza. La station Ond 1 a 261 individus et une richesse spécifique de 3. Les espèces *Macrobrachium* sp.8 et *S. aubryi* sont les seules espèces que nous avons récoltées en plus de *C. africana*. L'espèce *S. aubryi* est également présente (20 individus) à Ond 1. La station Ond 2 quant à elle a 137 individus et elle régorge le plus d'espèces (8 espèces), mais les espèces de crabes n'ont pas été récoltées. Quant à la station Ond 3, elle a 83 individus, les espèces comme, *Macrobrachium* sp .7, *Macrobrachium* sp.8 et *Sudanonantes aubryi* n'ont pas été récoltées à cette station pendant la période d'étude. Les espèces *M. rude* et *M. niloticus* quant à elles n'ont été récoltées qu'à la

station Ond 2. Sur le plan saisonnier, les plus fortes abondances des espèces de décapodes ont été récoltées pendant les grandes saisons sèches pour toutes les espèces et à toutes les stations. Pour ce qui est du Kongolo de la même zone, les abondances sont également décroissantes de l'amont en aval. Ainsi, quelque soient les stations et les saisons, *Caridina africana* est dominante. La station Kon 1 (213 individus) renferme le plus grand nombre d'espèces par rapport aux deux autres stations. *Macrobrachium* sp.13 et *Sudanonautes africanus* ne sont présents qu'à la station Kon 2 (146 individus). A la station Kon 3 (7 individus), aucune espèce du genre *Macrobrachium* et du genre *Sudanonautes* n'a été récolté sauf l'espèce *C. africana*. Sur le plan saisonnier, les plus fortes abondances ont été récoltées pendant les GSS pour toutes les espèces et à toutes les stations. D'après le test de Kruskal -Wallis, *C. africana* est la seule espèce à avoir significativement varié sur le plan spatial dans la zone de Mbalmayo. Ainsi, les abondances de cette espèce à la station Kon 3 sont faibles par rapport à celles des stations Ond 1, Ond 2 et Kon 2, par contre ses abondances sont inférieures à celles de la station Nyo 3.

Tableau VIII: Variation spatio-temporelle des abondances des espèces de décapodes dans la zone de Mbalmayo pendant la période d'étude.

Stat	Sai	<i>C. afri</i>	<i>M. ru</i>	<i>M. nil</i>	<i>M. ma</i>	<i>M. sp.3</i>	<i>M. sp.4</i>	<i>M. sp.5</i>	<i>M. sp.6</i>	<i>M. sp.7</i>	<i>M. sp.8</i>	<i>M. sp.9</i>	<i>M. sp.13</i>	<i>S. fa</i>	<i>S. afri</i>	<i>S. gra</i>	<i>S. au</i>	T
Ond 1	GSS 2017	98	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	10	115
	PSP	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
	PSS	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	GSP	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	GSS 2018	90	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	10	107
	Total	227	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	20
		45,4± 45	0	0	0	0	0	0	0	0	2,8± 4	0	0	0	0	0	45± 5	52,2± 54
Ond 2	GSS 2017	62	-	-	2	3	5	-	-	15	2	-	-	-	-	-	-	89
	PSP	13	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	17
	PSS	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	GSP	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
	GSS 2018	14	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
	Total	104	2	1	2	5	5	6	-	16	2	-	-	-	-	-	-	137
Moy		20,8± 23	0,4± 0,9	0,2± 0,4	0,4± 0,89	1,6± 2,07	0,4± 0,89	0,2± 0,44	0	0	3,2±- 6,6	0,4± 0,9	0	0	0	0	0	27,4± 34,85
Ond 3	GSS 2017	32	-	-	-	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	37
	PSP	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	PSS	17	-	-	-	2	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	23
	GSP	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
	GSS 2018	5	-	-	2	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
	Total	70	-	-	2	8	2	1	-	6	-	-	-	-	-	-	-	89
Moy		14± 12,08	0	0	0,4± 0,89	1,6± 2,07	0,4± 0,89	0,2± 0,44	0	0	1,2± 1,79	0	0	0	0	0	0	17,8± 13,31
Kon 1	GSS 2017	51	-	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	56
	PSP	44	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	19	-	64
	PSS	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52
	GSP	16	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	19
	GSS 2018	17	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	22
	Total	180	-	-	-	3	1	3	3	-	-	2	-	1	1	19	-	213
Moy		36± 60,97	0	0	0	0,6± 1,26	0,2± 0,52	0,6± 1,26	0,6± 1,26	0	0	0,4± 1,03	0	0,2± 0,51	0,2± 0,51	3,8± 9,81-	0	42,6± 71,98
Kon 2	GSS 2017	42	-	-	-	-	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	46
	PSP	3	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	PSS	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	9
	GSP	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26

	GSS 2018	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	60
	Total	136	-	-	-	-	4	1	-	1	-	-	3	-	-	-	-	146
	Moy	27,2± 22,71	0	0	0	0	0,8± 1,09	0,2± 0,45	0	0,2± 0,45	0	0	0,6± 1,34	0	0,2± 0,45	0	0	29,2± 23,37
Kon 3	GSS 2017	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	PSP	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	PSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GSP	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	GSS 2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	Moy	1,4±2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4± 2,07
Nyo 3	GSS 2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GSS 2018	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	Total	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	Moy	5±2,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5±2,36

Légende : Sai: saison, Stat : station, *C. afri* : *C. africana*, *M. nil* : *M. niloticus*, *M. ma* : *M. macrobrachion*, *M. ru* : *M. rude*, *S. fa* : *Sudanonautes faradjensis*, *S. afri* : *S. africanus*, *S. aub* : *S. aubryi* et *S. gra* : *S. granulatus*, *M. sp.3* : *Macrobrachium sp.3*, *M. sp.4* : *Macrobrachium sp.4*, *M. sp.5* : *Macrobrachium sp.5*, *M. sp.6* : *Macrobrachium sp.6*, *M. sp.7* : *Macrobrachium sp.7*, *M. sp.8* : *Macrobrachium sp.8*, *M. sp.9* : *Macrobrachium sp.9*, *M. sp.13* : *Macrobrachium sp.13*.

❖ Zone de Makak

Dans la zone de Makak, l'espèce *C. africana* a les plus fortes abondances à toutes les stations et à toutes les saisons (Tableau IX). En ce qui concerne le cours d'eau Lepmassoun, la station Lma 2 a de fortes abondances (521 individus) par rapport aux stations Lma 1 et Lma 3 qui ont des abondances respectives de 261 et 146 individus. Dans le Ndjockyambi par contre, sur les 1065 décapodes récoltés, les stations Ndj 1, Ndj 2 et Ndj 3 renferment respectivement 284 individus, 325 individus et 456 individus. *C. nilotica* et *Caridina sp.1* n'ont été récoltés que dans les stations du cours d'eau Ndjockyambi. Les espèces comme *M. dux*, *M. niloticus* (Lma 1), *Macrobrachium sp.4* (Lma 1, Lma 2 et Lma 3), *Macrobrachium sp.10* (Lma 2 et Lma 3), *Macrobrachium sp.11* (Lma 1, Lma 2 et Lma 3) n'ont été récoltées que dans le Lepmassoun. Les espèces telles que *Macrobrachium sp.5* et *M. rude* n'ont été récoltées qu'à la station Lma 3 et *S. africanus* n'a été observé qu'à Lma 2.

L'espèce *Macrobrachium sp.8* n'est présente qu'aux stations Ndj 1 et Ndj 2 de Ndjockyambi. *Macrobrachium sp.7* n'a été récolté qu'au potamon du cours d'eau Ndjockyambi, pourtant *S. faradjensis* n'a été récolté qu'au crénon des deux cours d'eau et *Macrobrachium sp.9* n'a été récolté qu'au rithron du cours d'eau Ndjockyambi, par contre il a aussi été récolté dans le potamon du cours d'eau Lepmassoun. L'espèce *Macrobrachium sp.2* n'est présente qu'aux stations Ndj 1 et Ndj 2 et nulle part ailleurs. L'espèce *S. floweri* n'a été rencontrée qu'à Ndj 1 pendant la PSP. L'espèce *C. africana* a de fortes abondances pendant les grandes saisons sèches et surtout la GSS 2017 et *S. chavanesii* (1 individu) n'a été récolté qu'à la station Nyo 4 pendant la GSS 2018 (Tableau VII). D'après le test de Kruskal-Wallis, les différentes espèces récoltées dans ces cours

d'eau n'ont pas significativement varié sur le plan spatial de même que sur le plan temporel excepté l'espèce *M.sp.11* qui a significativement varié sur le plan saisonnier.

Tableau IX : Variation spatio-temporelle des abondances des espèces de décapodes dans la zone de Makak pendant la période d'étude.

Stat	Sai	C. nil	C. Afr	C. sp.1	M. ma	M. nil	M. dux	M. ru	M. sp.3	M. sp.4	M. sp.5	M. sp.7	M. sp.8	M. sp.9	M. sp.10	M. sp.11	M. sp.12	S. fa	S. au	S. afri	S. flo	S. cha	Total
Lma 1	GSS 2017	-	177	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	181
	PSP	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31
	PSS	-	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34
	GSP	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	GSS 2018	-	4	-	-	1	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	9
	T	-	252	-	-	1	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	261
Moy	-	50,4±7,2,11	-	-	0,2±0,45	-	-	0,6±0,89	0,4±0,89	-	-	-	-	-	-	0,4±0,89	-	-	0,2±0,45	0	-	-	52,2±7,3,09
Lma 2	GSS	-	190	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	196
	PSP	-	144	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	148
	PSS	-	65	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66
	GSP	-	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38
	GSS 2018	-	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	73
	T	-	509	-	-	-	2	-	1	2	-	-	-	1	1	2	-	2	-	1	-	-	521
Moy	-	101,8±62,99	-	-	0,4±0,89	-	0,2±0,45	0,4±0,54	-	-	-	-	0,2±0,45	0,2±0,45	0,4±0,89	-	0,4±0,89	-	0,2±0,45	-	-	-	104,2±65,50
Lma 3	GSS	-	94	-	2	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	101
	PSP	-	27	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	30
	PSS	-	-	-	-	-	2	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	GSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	GSS 2018	-	-	-	-	-	-	-	5	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	9
	T	-	121	-	2	-	3	1	8	4	1	-	-	2	1	2	-	1	-	-	-	-	146
Moy	-	24,2±40,73	0	0,4±0,89	0	0,6±0,89	0,2±0,44	1,6±0,07	0,8±0,83	0,2±0,45	-	-	0,4±0,55	0,2±0,45	0,4±0,89	-	0,2±0,45	-	-	-	-	-	29,2±41,67
Ndj 1	GSS	-	23	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	26
	PSP	-	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	81	-	126
	PSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GSP	6	35	2	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	47
	GSS 2018	-	42	37	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	85
	T	6	144	39	-	-	-	-	5	-	-	-	2	-	-	-	1	4	83	-	-	-	284
Moy	-	1,2±2,68	28,8±18,07	7,8±16,34	-	-	-	1±1,22	-	-	-	0,4±0,89	-	-	-	-	0,2±0,45	0,8±1,30	0,5±1	-	81	-	56,8±49,63
Ndj 2	GSS	-	183	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	1	-	-	-	194

	PSP	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	PSS	4	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
	GSP	16	23	-	-	-	-	5	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	49
	GSS 201 8	-	14	25	-	-	-	9	-	-	-	1	1	-	-	3	-	-	-	-	53
	T	20	245	25	-	-	-	14	-	-	-	4	3	-	-	13	-	1	-	-	325
	Moy	4±6 ±0, 93	49± 75, 14	5	-	-	-	2,8 ±4, 09	-	-	-	0,8 ±1, 30	0,6 ±0, 89	-	-	2,6 ±4, 33	0	0,2 ±0, 45	-	-	65±74 ,59
Ndj 3	GSS	-	115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	125
	PSP	-	2-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
	PSS	1	18	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
	GSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GSS 201 8	-	229	52	-	-	-	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	287
T	1	382	52	-	-	-	10	-	-	1	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	456
	Moy	0,2 ±0, 45	76, 4±9 0,4 4	10, 4±2 3,2 5	-	-	-	2±2 ,12	-	-	0,2 ±0, 45	-	-	-	2±4 ,33	-	-	-	-	-	91,2± 119,7 6
Nyo 4	GSS	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
	PSP	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	PSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GSS 201 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
T	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Moy	0	3,6 ±7, 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2 ±0, 44	3,8±7, 39

Légende : T :Total *C. nil* : *C. nilotica*, *C. afr* : *C. africana*, *C. sp1*: *Caridina sp.1*, *M. ma* : *macrobrachion*, *M. nil* : *M. niloticus*, *M. dux* : *M. dux*, *M. ru* : *M. rude*, *S. fa* : *Sudanonautes faradjensis*, *S. cha* : *S. chavanesii*, *S. au* : *S. aubryi*, *S. flo*: *S. floweri*; *M. sp.3* : *Macrobrachium sp.3*; *M. sp.4* : *Macrobrachium sp.4*; *M. sp.5* : *Macrobrachium sp.5*; *M. sp.7* : *Macrobrachium sp.7*; *M. sp.8* : *Macrobrachium sp.8*; *M. sp.9* : *Macrobrachium sp.9*; *M. sp.10* : *Macrobrachium sp.10*; *M. sp.11* : *Macrobrachium sp.11*; *M. sp.12* : *Macrobrachium sp.12*.

❖ Zone côtière

Dans le Mibangue, la station Mib 2 a les plus fortes abondances (145 individus) suivie de Mib 3 avec 69 individus et de Mib 1 avec seulement 57 individus (Tableau X). Dans le Moungoe par contre, les abondances des décapodes vont décroissant de l'amont en aval. En effet, nous avons récolté 274, 202 et 26 individus respectivement à Mou 1, Mou 2 et Mou 3. La station Mou 1 est la plus diversifiée en espèces et a les plus fortes abondances. Dans ce cours d'eau les abondances n'ont pas significativement varié tant sur le plan spatial que saisonnier d'après le test de Kruskal-Wallis. Dans le Ongue les abondances des décapodes sont croissantes de l'amont à l'aval soient 104 individus à Ong 1, 105 individus à Ong 2 et 162 individus à Ong 3. Dans ce cours d'eau, les abondances n'ont pas significativement varié sur le plan spatio - temporel d'après le test de l'Annova.

Dans cette zone, l'espèce *C. africana* est présente à presque toutes les stations de la zone excepté les stations du cours d'eau Ongue et de la station Nyo5. *C. nilotica* est présent uniquement

aux stations Mib 3 et Ong 1 avec de très faibles abondances. L'espèce *Caridina* sp.1 est présente dans toutes les stations du cours d'eau Mibangue et la station Mou 1, pourtant *Caridina* sp.2 est presque aussi présent à toutes les stations exceptées dans les stations d'Ongue. *M. equidens* est assez présent dans les stations Ong 2, Ong 3, Mib 3 et Nyo5 avec des abondances décroissantes. En ce qui concerne *M. vollenhovenii*, elle est assez présente dans toutes les stations du Mibangue et en faible quantité dans les stations Mou 1, Ong 1 et Nyo5. Un seul individu de *M. lepidactylus* a été récolté à la station Mib 2 pendant la GSS 2017. L'espèce *M. rude* a été récoltée dans les stations Mou 1 et Mou 3 mais en nombre très réduit (1 individu). *M. idella* n'a été récolté que dans les stations Ong 3 et Nyo5 avec de fortes abondances, il en est de même pour *M. rosenbergehi* qui n'a été récolté qu'en très faible quantité dans les mêmes stations que *M. idella*. L'espèce *Palaemon* sp. a été observée dans presque toutes les stations de la zone avec des abondances assez fortes excepté celles de la station Nyo5. *Automate* sp. n'est présent que dans les stations Ong 1 et Ong 2 avec des effectifs décroissants respectivement. *S. faradjensis* n'a été récolté que dans le Mibangue. Par contre *S. aubryi* et *S. africanus* n'ont été récoltés que dans le Moungoe.

Tableau X: Variation spatio-temporelle des abondances des espèces décapodes dans la zone littorale pendant la période d'étude.

Stat	Sai	C. nil	C. Afri	C. sp.2	C. sp.1	M. Equi	M. Vol	M. lep	M. ru	M. ide	M. Ro	M. sp.5	P. Sp.	A. sp.	S. Fa	S. au	S. afri	Total	
Mib 1	GSS 2017	-	-	5	-	-	9	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	17	
	PSP	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	4	3	-	4	-	-	16	
	PSS	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
	GSP	-	14	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	
	GSS 2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Total	-	18	12	1	-	12	-	-	-	-	-	4	6	-	4	-	-	57
		-	3,6± 6,06	2,4± 2,88	0,2± 0,44	0	2,4± 3,91	-	-	-	-	-	0,8± 1,79	1,2±1,64	0	0,8± 1,79	-	-	11,4± 9,28
Mib 2	GSS 2017	-	-	18	-	-	6	1	-	-	-	-	22	-	2	-	-	49	
	PSP	-	7	9	-	-	3	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	27	
	PSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	GSP	-	12	9	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	
	GSS 2018	-	-	46	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	
	Total	-	19	82	1	-	1-	1	-	-	-	-	26	-	6	-	-	145	
		-	3,8± 5,49	16,4± 17,72	0,2± 0,45	0	2± 2,55	0,2± 0,45	-	-	-	-	5,2± 9,55	0	1,2± 1,78	-	-	29± 20,11	
Mib3	GSS 2017	7	7	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	
	PSP	-	2	-	-	1	2	-	-	-	-	-	26	-	-	-	-	31	
	PSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	GSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	GSS 2018	-	2	-	8	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	
	Total	7	11	12	8	1	4	-	-	-	-	-	26	-	-	-	-	69	
		1,4± 3,13	2,2± 2,86	2,4± 5,36	1,6± 3,57	0,2± 0,45	0,8± 1,09	-	-	-	-	-	5,2± 11,62	-	-	-	-	13,8± 14,39	
Mou 1	GSS 2017	-	47	4	-	-	5	-	-	-	-	-	26	-	-	1	-	63	

	PSP	-	46	-	-	-	-	-	6	-	-	-	3-	-	-	-	-	78
	PSS	-	1	5	-	-	1	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	15
	GSP	-	18	18	-	-	-	-	-	-	-	-	19	-	-	-	-	55
	GSS 2018	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-	1	-	39
	Total	-	117	27	-	-	6	-	6	-	-	-	116	-	-	2	-	274
	Moy	-	23,4± 22,01	5,4± 7,40	-	-	1,2± 2,17	-	1,2± 2,17	-	-	-	23,2± 9,98	-	-	0,4	-	50± 24,10
Mou 2	GSS 2017	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	-	-	-	-	59
	PSP	-	8	10	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	30
	PSS	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
	GSP	-	21	4	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	27
	GSS 2018	-	74	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78
	Total	-	119	14	4	-	-	-	-	-	-	-	-	65	-	-	-	-
	Moy	-	23,8± 28,62	2,8± 4,38	0,8± 1,79	-	-	-	-	-	-	-	13± 21,82	-	-	-	A	40,4± 27,83
Mou 3	GSS 2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	16
	PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4
	GSP	-	5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	GSS 2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	-	5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	20	-	-	-	-
	Moy	-	1± 2,23	-	-	-	-	0,2± 0,45	-	-	-	-	4± 6,93	-	-	-	-	5,2± 6,57
Ong 1	GSS 2017	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3
	PSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	13	-	-	-	25
	PSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	2	-	-	-	18
	GSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	20
	GSS 2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	-	-	-	-	38
	Total	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	86	16	-	-	-	104
	Moy	0,2± 0,45	-	0,2± 0,45	-	-	-	-	-	-	-	17,2± 13,83	3,2± 5,54	-	-	-	-	20,8± 12,63
Ong 2	GSS 2017	-	-	-	-	6	1	-	-	-	-	-	22	3	-	-	-	32
	PSP	-	-	-	-	27	-	-	-	-	-	-	41	-	-	-	-	68
	PSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
	GSP	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	3
	GSS 2018	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Total	-	-	-	-	35	1	-	-	-	2	-	64	3	-	-	-	105
	Moy	-	-	-	-	7± 11,42	0,20± 0,45	-	-	-	0,4± 0,89	0	12,8± 18,34	0,6± 1,34	-	-	-	21± 29,38
Ong 3	GSS 2017	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	45	-	-	-	-	50
	PSP	-	-	-	-	28	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	50
	PSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GSP	-	-	-	-	-	-	-	48	1	-	13	-	-	-	-	-	62
	GSS 2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	-	-	-	-	33	-	-	70	1	-	58	-	-	-	-	-	162
	Moy	-	-	-	-	6,6± 12,16	-	-	14± 21,27	0,2± 0,45	-	11,6± 19,50	-	-	-	-	-	32,4±29,98
Nyo5	GSS 2017	-	-	-	-	2	-	-	140	-	-	-	-	-	-	-	-	142
	PSP	-	-	-	-	1	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	16
	PSS	-	-	-	-	1	-	-	138	-	-	-	-	-	-	-	-	139
	GSP	-	-	-	-	0	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
	GSS 2018	-	-	-	-	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-	-	-	48
Total	-	-	-	-	4	1	-	201	1	-	-	-	-	-	-	-	207	

Moy	-	-	-	-	0,8± 0,83	0,2± 0,45	-	-	68,2± 66,93	0,2± 0,45	-	-	-	-	-	-	69,4± 67,02
-----	---	---	---	---	--------------	--------------	---	---	----------------	--------------	---	---	---	---	---	---	----------------

Légende : *C. nil* : *C. nilotica*, *C. afri* : *C. africana*, *C. sp.1* : *Caridina sp.1*, *C. sp.2* : *Caridina sp.2*, *M. equi* : *M. equidens*, *M. vol* : *M. vollenhovenii*, *M. ru* : *M. rude*, *M. sp.5*: *Macrobrachium sp.5*, *P. sp.* : *Palaemon sp.*, *A. sp.* : *Automate sp.*, *S. au* : *S. aubryi*, *S. afri* : *S. africanus*, *S. fra* : *Sudanonautes faradjensis*.

III.1.4.5. Occurrence des espèces dans chaque sous bassin versant

Dans toutes les stations d'échantillonnage, *C. africana* est régulière avec une fréquence d'occurrence égale 74,28%, avec des fréquences d'occurrence comprises entre 25 et 50% *Macrobrachium sp.3*, *Macrobrachium sp.4* sont des espèces accessoires. Les autres espèces quant à elles ont un pourcentage d'occurrence inférieur à 25% ; elles sont donc rares (Annexe 6)

Dans la zone d'Abong-Mbang, sur les quatre stations, *C. africana* est dite constante (0%= 75 %), par contre *C. nilotica*, *M. latimanus*, *Macrobrachium sp.1*, *Macrobrachium sp.3* sont dites régulières (0% = 50 %). Avec un pourcentage d'occurrence de 25% *Macrobrachium sp.2*, *Macrobrachium sp.4* et *Potamonautes sp.*, sont accessoires (Figure 70a).

Sur les sept stations de la zone d'Akonolinga par contre l'espèce *C. africana* est une espèce accessoire (0%= 42,86%). Avec chacune une fréquence d'occurrence de 28,57%, *Macrobrachium sp.3*, *Macrobrachium sp.4* et *S. africana* sont accessoires. L'espèce *M. lanceifrons*, est plutôt rare ou accidentelle dans la zone d'Akonolinga (%O= 14,28%) (Figure 70b).

L'espèce *C. africana* est omniprésente dans la zone de Mbalmayo (%O= 100%). *Macrobrachium sp.4* est dite régulière (%O= 57,14 %) et *Macrobrachium sp.3*, *Macrobrachium sp.5*, *Macrobrachium sp.7*, *Macrobrachium sp.8*, *S. aubryi* et *S. africanus* sont t accessoires (0%= 28,57 %). Alors que *Macrobrachium sp.13*, *Macrobrachium sp.6*, *Macrobrachium sp.9*, *M. niloticus*, *S. faradjensis* et *S. granulatus* sont accidentelles (0%= 14,28 (Figure 70c).

Dans la zone de Makak, *C. africana* est omniprésente (%O=100%), *Macrobrachium sp.3* est constante (%O= 71,43%). *S. faradjensis* est régulière (%O= 57,14 %) et *Caridina sp.1*, *M. dux*, *Macrobrachium sp.4*, *Macrobrachium sp.8*, *Macrobrachium sp.9*, *Macrobrachium sp.10*, *Macrobrachium sp.11*, *Macrobrachium sp.12*, *S. aubryi* sont accessoires (%O <50). *Macrobrachium sp.7*, *M. macrobrachion*, *M. niloticus*, *M. rude*, *Macrobrachium sp.5*, *S africanus*, *S. floweri* et *S. chavanesii* sont accidentelles (Figure 70d).

L'espèce *Palaemon sp.* avec une fréquence d'occurrence de 90% est constante. *C. africana*, *Caridina sp.2* et *M. vollenhovenii* sont régulières. Alors que *M. lepidactylus*, *Macrobrachium sp.5*, *S. faradjensis*, *M. rude*, *S. africanus*, *S. aubryi*, *M. idella*, *M. rosenbergehi* et *Automate sp.* sont accidentelles (Figure 70d).

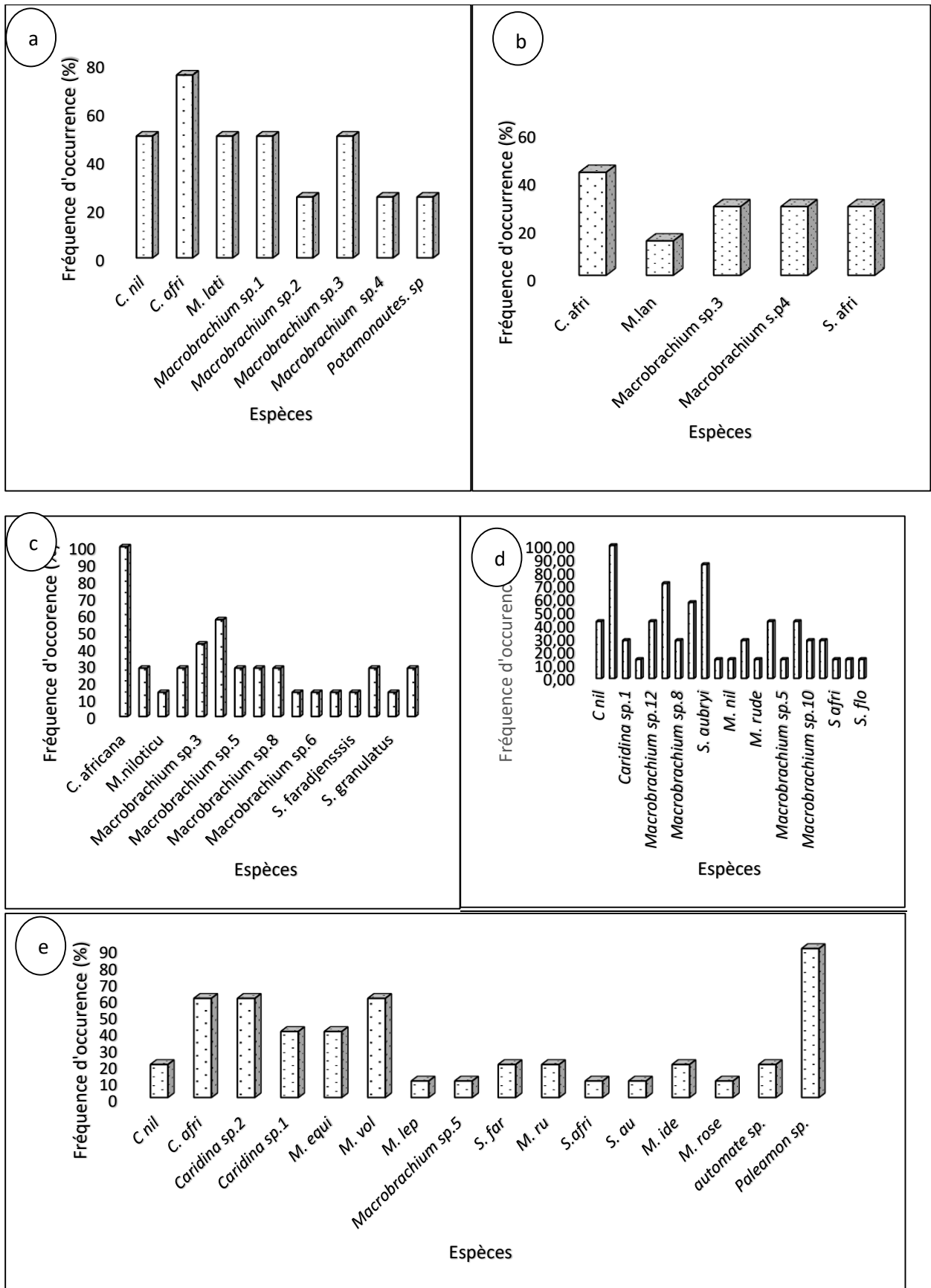


Figure 70 : Fréquence d'occurrence des différentes espèces pendant la période d'étude : zone d'Abong - Mbang (a), Zone d'Akonolinga (b), zone de Mbalmayo (c), zone de Makak (d), et la zone côtière (e): *C. nil* : *Caridina nilotica*, *C. afri* : *Caridina africana*, *M. dux* : *Macrobrachium dux*, *M. equi* : *Macrobrachium*

equidens, *M. ide* : *Macrobrachium idella* , *M. lat* : *Macrobrachium latimanus*, *M. ma*: *Macrobrachium macrobrachion*, *M. nil* : *Macrobrachium niloticus*, *M. rose*: *Macrobrachium rosenbergehi*, *Macrobrachium ru* : *M. rude*, *M. vo* : *Macrobrachium vollenhovenii* , *M. lep*: *Macrobrachium lepidactylus* , *M. lan* : *Macrobrachium lanceifrons*, *S. afri* : *Sudanonautes africanus*, *S. far* : *Sudanonautes faradjensis*, *S. au* : *Sudanonautes aubryi*, *S. flo* : *Sudanonautes floweri*, *S. gra* : *Sudanonautes granulatus*, *S. cha* : *Sudanonautes chavanesii*.

III.1.5. Analyses des données

III.1.5.1. Modele de distribution d'abondance

La distribution des abondances spécifiques dans le bassin versant suit le modèle de distribution de Motomura (Figure 71) correspondant à une série géométrique c'est-à-dire à de très fortes inégalités entre les fréquences des espèces. Ce modèle représente des communautés simples, où une très forte compétition ne permet la coexistence que d'un nombre limité d'espèces dont un très petit nombre seulement est largement dominant.

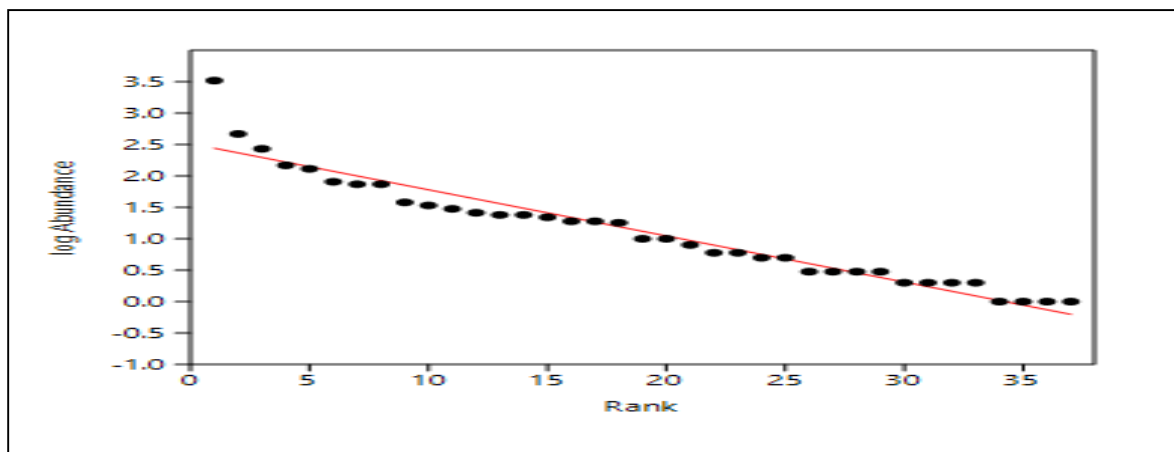


Figure 71 : Courbe d'abondance-espèce : distribution en série géométrique.

III.1.5.2. Indices de diversité

➤ **Variations spatiale et saisonnière de l'indice de diversité de Shannon et Weaver et de l'équitabilité de Piélou pendant la période d'étude**

Dans l'ensemble du bassin versant du Nyong, l'indice de diversité de Shannon et Weaver (H') est de 2,05 bits/ind et celui Pielou (J) de 0,40. L'indice H' s'éloigne de $\log_2 S$ qui est de 5,21. Par conséquent le peuplement est peu diversifié.

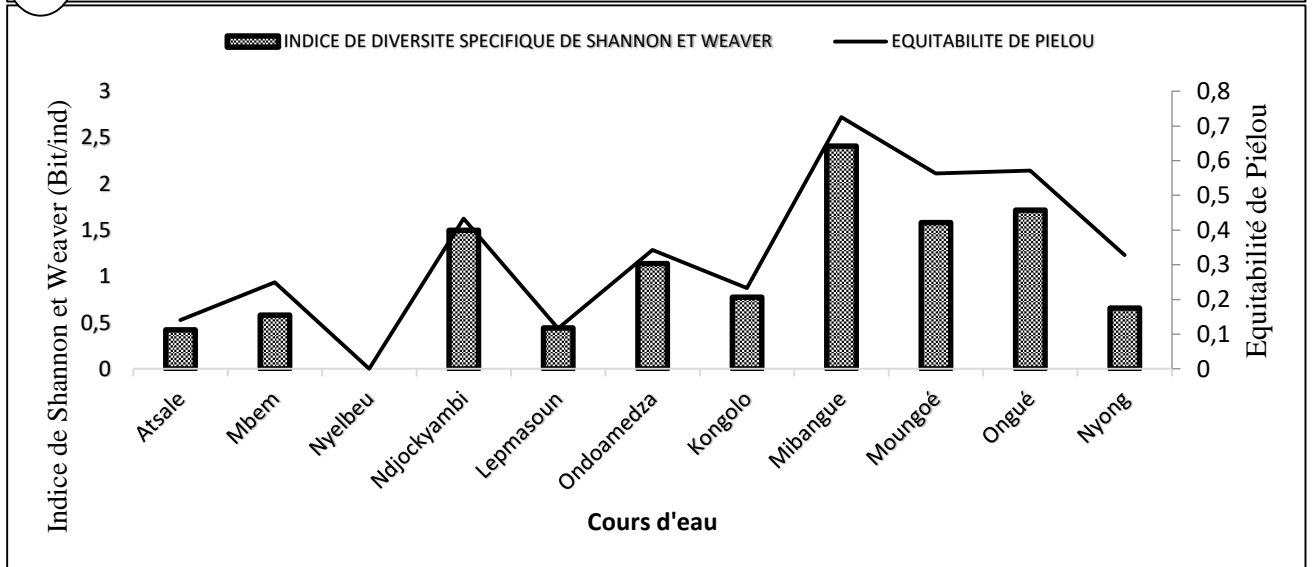
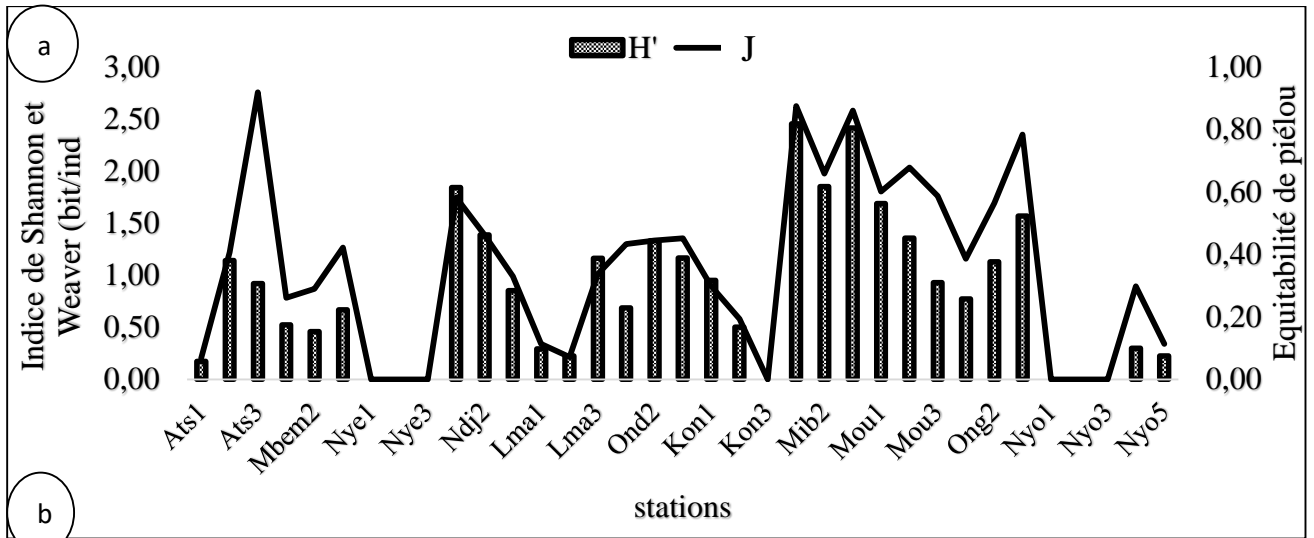
Les courbes de variation des indices de diversité en fonction des stations montrent que les peuplements dans les stations Mib 1, Mib 3, Mib 2, Ndj 1, Mou 1, Mou 2, Ong 3n Ndj 2, Mou 2, Ond 2, Mou 2, Ond 3, Lma 3, Ats 2, Ong2 sont les plus diversifiés décroissant. Les autres stations sont moins diversifiées avec $H' < 1$ bits/ind, $J < 0,50$. La station Ats 3 a une meilleure équirépartition des espèces ($J=0,92$) malgré son indice de Shannon et Weaver faible ($H' = 0,92$ bit/ind) (Figure 72a). Les valeurs de ces indices décroissent de l'amont vers l'aval dans les cours d'eau

Ndjockyambi, Kongolo et Mougoue contrairement dans les autres cours d'eau, où elles croissent dans le même sens.

Dans l'ensemble du bassin versant du Nyong, les valeurs des indices de diversité de Shannon-Weaver (H') et de l'équitabilité de Pielou (J) sont plus élevées dans les cours d'eau du cours inférieur (Figure 72b). Ainsi, par ordre de diversité et de niveau de pollution décroissant, le cours d'eau Mibangue est plus diversifié et le moins pollué ($H' = 2,41$ bits/ind et $J = 0,72$) suivi respectivement des cours d'eau Ongue ($H' = 1,71$ bits/ind et $J = 0,57$), Mougoue ($H' = 1,58$ bits/ind et $J = 0,56$), Ndjockyambi ($H' = 1,48$ bits/ind et $J = 0,44$), Ondoamedza ($H' = 1,20$ bits/ind et $J = 0,35$), Kongolo ($H' = 0,78$ bits/ind et $J = 0,23$), Nyong ($H' = 0,66$ bits/ind et $J = 0,33$), Mbem ($H' = 0,58$ bits/ind et $J = 0,25$), Lepmassoun ($H' = 0,44$ bits/ind et $J = 0,12$), Atsale ($H' = 0,42$ bits/ind et $J = 0,14$) et Nyelbeu ($H' = 0$ bits/ind et $J = 0$). Les indices de diversité H' et P n'ont pas significativement varié d'un cours d'eau à un autre d'après le test de Kruskal-Wallis.

Dans le bassin versant du Nyong, les plus forts indices de diversité ont été observés pendant les saisons pluvieuses à savoir la petite saison de pluies (PSP) et la grande saison de pluies (GSP) avec respectivement 2,49 bits/ind et 2,18 bits/ind comme valeurs de l'indice de Shannon et Weaver et des valeurs de Pielou supérieures à 0,50. Pendant les saisons sèches, ces indices sont faibles à savoir 1,54 bits/ind, 1,53 bits/ind et 1,24 bit/ind respectivement pendant la GSS 2017, GSS 2018 et PSS. La courbe de l'équitabilité de Pielou est superposable à celle de Shannon (Figure 72c).

En fonction des zones concernées par ladite étude, les indices de diversité vont croissant de la zone d'Abong -Mbang à la zone côtière. Ainsi, l'indice de Shannon et Weaver dans la zone littorale est élevé ($H' = 1,76$ bit/ind, $J = 0,65$) avec une répartition assez équitable des espèces, suivie de ceux de la zone de Makak ($H' = 0,79$ bit/ind, $J = 0,26$) et de Mbalmayo ($H' = 0,77$ bit/ind, $J = 0,28$), puis de la zone d'Akonolinga ($H' = 0,40$ bit/ind, $J = 0,25$) et enfin de la zone d'Abong -Mbang ($H' = 0,29$ bit/ind, $J = 0,14$) (Figure 72d).



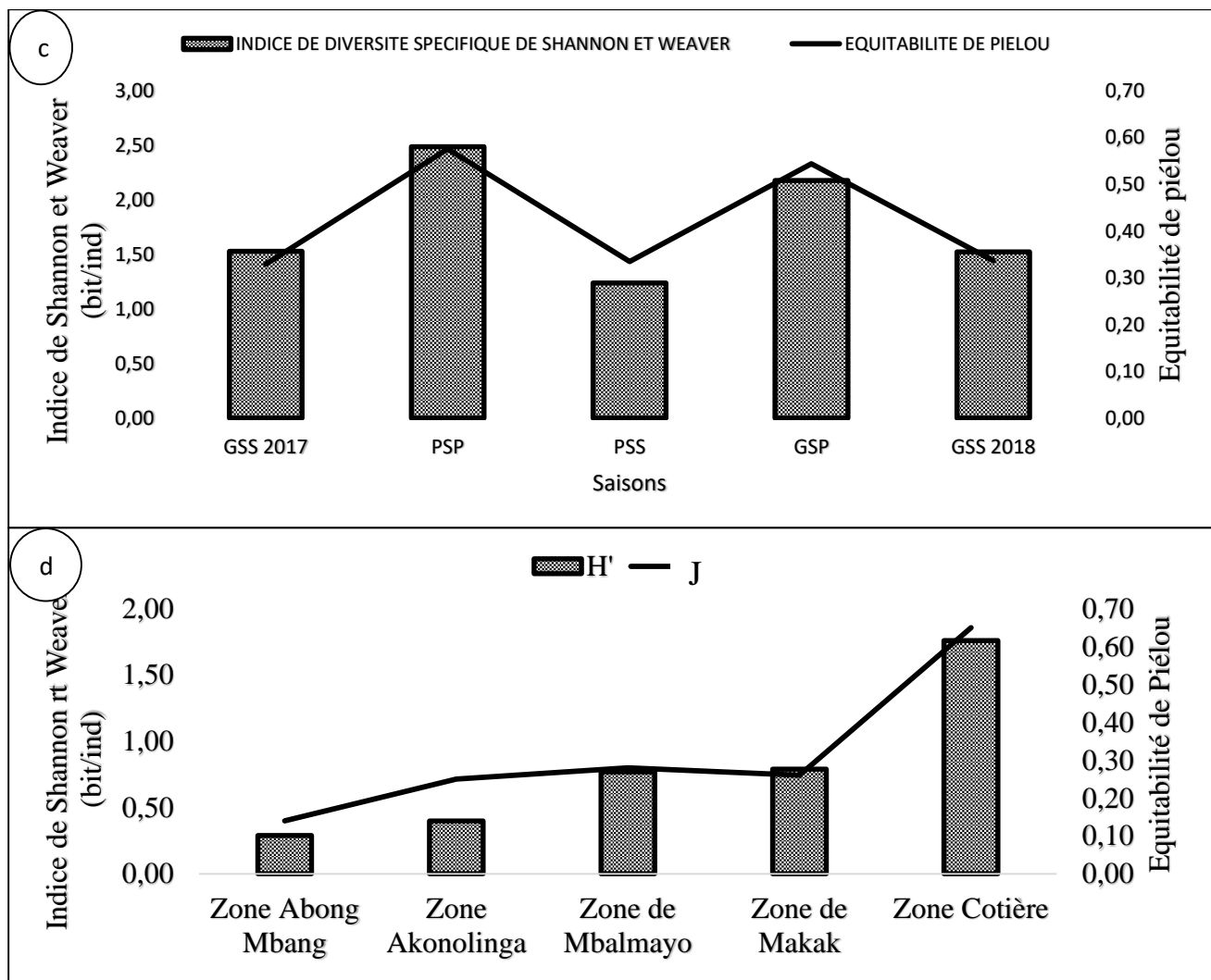


Figure 72 : Variation de l'indice de diversité de Shannon et Weaver, et d'Equitabilité (J) de Piélou : différents cours d'eau (a), par saison (b), par stations (c) et par zone(d)

➤ **Similarité/dissimilarité des communautés de décapodes des différentes stations: coefficient de similarité de Sørensen**

Dans la zone d'Abong-Mbang, les stations Ats 1 et Ats 2 sont plus similaires ($S = 0,77$) par rapport aux stations de la zone. La station Nyo 1 n'a aucune similarité ($S = 0\%$) avec toutes les autres stations. La station Ats 3 est plus similaire à la station Ats 2 ($S = 0,44$) qu'à la station Ats 1 ($S = 0,25$). Dans le Mbem la zone d'Akonolinga, il existe une similarité de la communauté des décapodes entre les différentes stations ($0,57 < S > 0,67$). Dans la zone de Makak, les fortes similarités sont observées entre les stations du cours d'eau Ndjockyambi ($S > 0,5$). Pourtant dans le Lepmassoun le degré de similarité entre la plupart de ses stations et les autres stations de la zone est faible ($S \leq 50\%$) exceptionnellement entre Lma 2 et Lma 3 qui ont une communauté de décapodes plus semblable ($S = 0,80$). Dans la zone de Mbalmayo, les stations Kon 3 et Nyo 3 sont très similaires ($S = 1$) en terme de richesse taxonomique. Les stations Ond 2 et Ond 3 sont les seules à être

III.1.7. Facteurs abiotiques influençant l'abondance des taxons

Les corrélations de Spearman entre les variables biologiques et physicochimiques montrent que dans la zone d'Abong- Mbang, *C. nilotica* est positivement et significativement corrélé à la température ($r = -0,59$; $P > 0,05$) et négativement aux nitrates ($r = -0,526$; $p > 0,05$) et l'oxygène ($r = -0,55$; $p > 0,05$). L'espèce *C. africana* quant à elle est corrélée négativement à la couleur ($r = -0,59$; $p > 0,05$), l'azote ammoniacal ($r = -0,56$; $p > 0,05$) et *Macrobrachium* sp.7 ($r = 1,00$; $p > 0,01$). Quant à la corrélation entre les espèces dans la zone, l'espèce *Macrobrachium* sp.2 est significativement et positivement corrélée à *M. latimanus* ($r = 0,73$; $p > 0,01$), *Macrobrachium* sp.4 ($r = 0,62$; $p > 0,05$) et *Macrobrachium* sp.5 ($r = 0,68$; $p > 0,05$). Par contre, l'espèce *Macrobrachium* sp.1 est positivement et significativement corrélée à *Macrobrachium* sp.4 ($r = 0,73$; $p > 0,01$).

Dans la zone d'Akonolinga, l'espèce *Macrobrachium* sp.4 est négativement et significativement corrélée à l'Oxygène ($r = 0,35$; $p > 0,05$). La corrélation entre les espèces montre que *M. lanceifrons* est positivement et significativement corrélée avec *Macrobrachium* sp.3. L'espèce *S. africanus* est positivement et significativement corrélée à la turbidité ($r = 0,39$; $p > 0,05$) et positivement à *Macrobrachium* sp.3, *Macrobrachium* sp.7 et *S. africanus*.

Pour ce qui est de la zone de Mbalmayo, *Macrobrachium* sp.3 est négativement et significativement corrélée à l'oxygène dissous ($r = -0,37$; $p > 0,05$). *C. africana* est positivement corrélée à l'oxygène dissous ($r = 0,43$; $p > 0,05$), puis négativement à l'alcalinité ($r = -0,49$; $p > 0,01$), la couleur ($r = 0,37$; $p > 0,05$) et positivement à *Macrobrachium* sp.8 et *S. aubryi*. L'espèce *Macrobrachium* sp.4 est positivement et significativement corrélée aux MES ($r = 0,40$; $p > 0,05$), les espèces *Macrobrachium* sp.7 et *Macrobrachium* sp.8 sont positivement et significativement corrélées à l'oxydabilité ($r = 0,73$; $p > 0,01$). L'espèce *Macrobrachium* sp.3 est négativement et significativement corrélée aux nitrates ($r = -0,34$; $p > 0,05$), à la dureté magnésique ($r = -0,35$; $p > 0,05$) et à l'azote ammoniacal ($r = -0,374$; $p > 0,05$). Elle est également positivement corrélée à *M. macrobrachion* ($r = 0,37$; $p > 0,05$), *Macrobrachium* sp.4 ($r = 0,40$; $p > 0,05$), *Macrobrachium* sp.8 ($r = 0,41$; $p > 0,05$) et *Macrobrachium* sp.9 ($r = 0,33$; $p > 0,05$). Les espèces *Macrobrachium* sp.7 et *Macrobrachium* sp.8 sont positivement et significativement corrélées à l'oxydabilité ($r = 0,374$; $p > 0,05$) ($r = 0,44$; $p > 0,05$).

Dans la zone de Makak, *C. nilotica* est négativement et significativement corrélée à la température ($r = -0,38$; $p > 0,05$) et l'oxygène dissous ($r = -0,40$; $p > 0,05$) et positivement à *Macrobrachium* sp.8 ($r = 0,58$; $p > 0,05$). L'espèce *C. africana* quant à elle est corrélée négativement et significativement au pH ($r = -0,357$; $p > 0,05$) et positivement à la conductivité ($r = 0,39$; $p > 0,05$). L'espèce *Macrobrachium* sp.2 est positivement corrélée au pH ($r = 0,39$; $p > 0,05$). Pour ce qui est de l'espèce *Macrobrachium* sp.3, elle est positivement corrélée à l'alcalinité ($r = 0,46$; $p >$

0,05). L'espèce *Macrobrachium* sp.9 est positivement corrélée au pH ($r = 0,53$; $p > 0,01$) et à l'alcalinité ($r = 0,41$; $p > 0,05$) respectivement. L'espèce *Caridina* sp.1 est positivement corrélée à l'alcalinité ($r = 0,41$; $p > 0,05$), aux MES ($r = 0,34$; $p > 0,05$), à *Macrobrachium* sp.3 ($r = 0,52$; $p > 0,05$), à *Macrobrachium* sp.7 ($r = 0,52$; $p > 0,05$), à *Macrobrachium* sp.8 ($r = 0,47$; $p > 0,05$) et négativement corrélé au nitrate ($r = -0,39$; $p > 0,05$). *M. dux* est positivement corrélé avec *M. macrobrachion* ($r = 0,52$; $p > 0,05$). *S. aubryi* est négativement et significativement corrélé au pH ($r = -0,41$; $p > 0,05$) et positivement à la conductivité électrique ($r = 0,46$; $p > 0,05$). *S. faradjensis* est négativement et significativement corrélé à la salinité ($r = -0,39$; $p > 0,05$) et positivement à la résistivité ($r = 0,40$; $p > 0,05$). Les espèces *Macrobrachium* sp.8 et *Macrobrachium* sp.9 sont positivement corrélées au pH ($r = 0,52$; $p > 0,05$).

Dans la zone littorale, *M. equidens* est positivement et significativement corrélé à la température ($r = 0,39$; $p > 0,01$), l'alcalinité ($r = 0,41$; $p > 0,01$) et à *M. idella* ($r = 0,46$; $p > 0,01$) respectivement. *M. idella*, est significativement corrélé à la température ($r = 0,42$; $p > 0,01$), la dureté magnésique ($r = 0,29$; $p > 0,05$) et la dureté calcique ($r = 0,34$; $p > 0,05$). *C. africana* est négativement corrélé au pH ($r = -0,32$; $p > 0,05$), à la conductivité ($r = -0,29$; $p > 0,05$), à la couleur ($r = -0,32$; $p > 0,05$), aux nitrates ($r = -0,36$; $p > 0,05$) et à l'azote ammoniacal ($r = -0,39$; $p > 0,05$) respectivement. *Caridina* sp.2 est négativement corrélé à l'alcalinité ($r = -0,35$; $p > 0,05$) et l'azote ammoniacal ($r = -0,39$; $p > 0,05$). *Automate* sp. est négativement corrélé à l'oxygène dissous ($r = -0,3$; $p > 0,05$).

Dans le but d'établir l'influence des variables environnementales sur l'abondance des principaux taxa de décapodes inventoriés dans la zone d'étude, une RDA et un ACP sont effectués. Dans la zone d'Abong- Mbang (Figure 74a), la station Ats 1 est caractérisée par la bonne oxygénation de ses eaux ; une alcalinité, une conductivité et une salinité relativement élevées et un pH proche de la neutralité. L'espèce *C. africana* tolère mieux les conditions qui caractérisent la station Ats 1. Les stations Nyo 1 et Ats 3 sont caractérisées par les valeurs de turbidité, d'orthophosphates, d'oxydabilité, de couleur relativement élevées et des valeurs relativement faibles de dureté calcique, du nitrate, de la température. La station Ats 2 quant à elle est caractérisée par les valeurs de CO₂ et de MES relativement élevées.

Dans la zone d'Akonolinga (Figure 74b), la station Mbem2 est caractérisée par les valeurs assez fortes de dureté calcique et du pourcentage de saturation en oxygène propices à la survie de *Macrobrachium* sp.4. Pourtant, la station Mbem1 est caractérisée par des valeurs relativement élevées de l'oxydabilité, de la dureté magnésique, du dioxyde de carbone qui sont des conditions propices pour la présence de *Macrobrachium* sp.4. Par contre, les espèces comme *C. africana*, tolèrent les faibles valeurs de MES, de nitrate et de turbidité. Les stations Nye 1, Nye 2, Nye 3,

Mbe 3 et Nyo 2 sont caractérisées par les valeurs relativement faibles de l'azote ammoniacal, de température, d'orthophosphates, d'alcalinité et de salinité.

Dans la zone de Mbalmayo (Figure 74c), les stations Kon 3 et Nyo 3 sont caractérisées par les valeurs de température, de MES, de nitrate, de couleur et de turbidité relativement élevées. Les stations Ond 2 et Ond 3 sont caractérisées par les teneurs relativement élevées de dureté calcique et les faibles valeurs de conductivité, salinité et alcalinité. La station Kon 1 quant à elle est caractérisée par les eaux légèrement basiques et riches en matière organique. Ces conditions sont propices à la prolifération de l'espèce *S. granulatus*. Les espèces comme *S. aubryi* et *Macrobrachium* sp.8 se développent mieux dans les milieux riches en orthophosphates, en azote ammoniacal, en dureté magnésique et les eaux bien oxygénées qui caractérisent la station Ond 1.

Dans la zone de Makak (Figure 74d), la station Ndj 1 est caractérisée par les valeurs relativement élevées d'azote ammoniacal et les faibles valeurs d'orthophosphates. Ces conditions sont propices à la prolifération de *S. floweri* et *Caridina* sp.1 respectivement. La station Ndj 3 est caractérisée par les valeurs relativement faibles d'orthophosphates et d'alcalinité. Les stations Lma 3 et Nyo 4 quant à elles sont caractérisées par les valeurs relativement élevées de MES, de température. Les stations Lma 1 et Ndj 2 sont caractérisées par les valeurs relativement élevées de nitrate, de turbidité, d'oxygène dissous et de salinité. Les valeurs relativement faibles de conductivité, d'oxydabilité, d'alcalinité et des valeurs de pH acides caractérisant la station Lma 3 propice au développement de *C. africana*.

Dans la zone littorale (Figure 74e), l'axe F1 isole en coordonnées positives, les échantillons Ong 3 et Nyo5. Ces stations sont caractérisées par des valeurs relativement élevées de température, d'oxydabilité, d'alcalinité, et de dureté. Ces conditions du milieu sont propices à la prolifération de l'espèce *M. idella*. Dans la partie négative de l'axe F1, On note les valeurs relativement élevées de d'orthophosphates et de dioxyde de carbone et les faibles valeurs de pourcentage d'oxygène dissous propices à la prolifération de *Automate* sp. La partie positive de l'axe F2 quant à elle regroupe les stations Mou 1 et Mou 2 caractérisées par les valeurs de turbidité relativement fortes, ces conditions étant propices à la prolifération des espèces comme *C. africana*, *Palaemon* sp. et *S. africanus*. En coordonnées négative sde l'axe F2, les stations Ong1, Ong 2, Mib 1, Mib 2, Mib 3 et Mou 3 sont caractérisées par des eaux faiblement acides, ayant de fortes valeurs de salinité, de conductivité, de nitrate, de dureté magnésique et de couleur et de faibles valeurs de dureté magneésique.

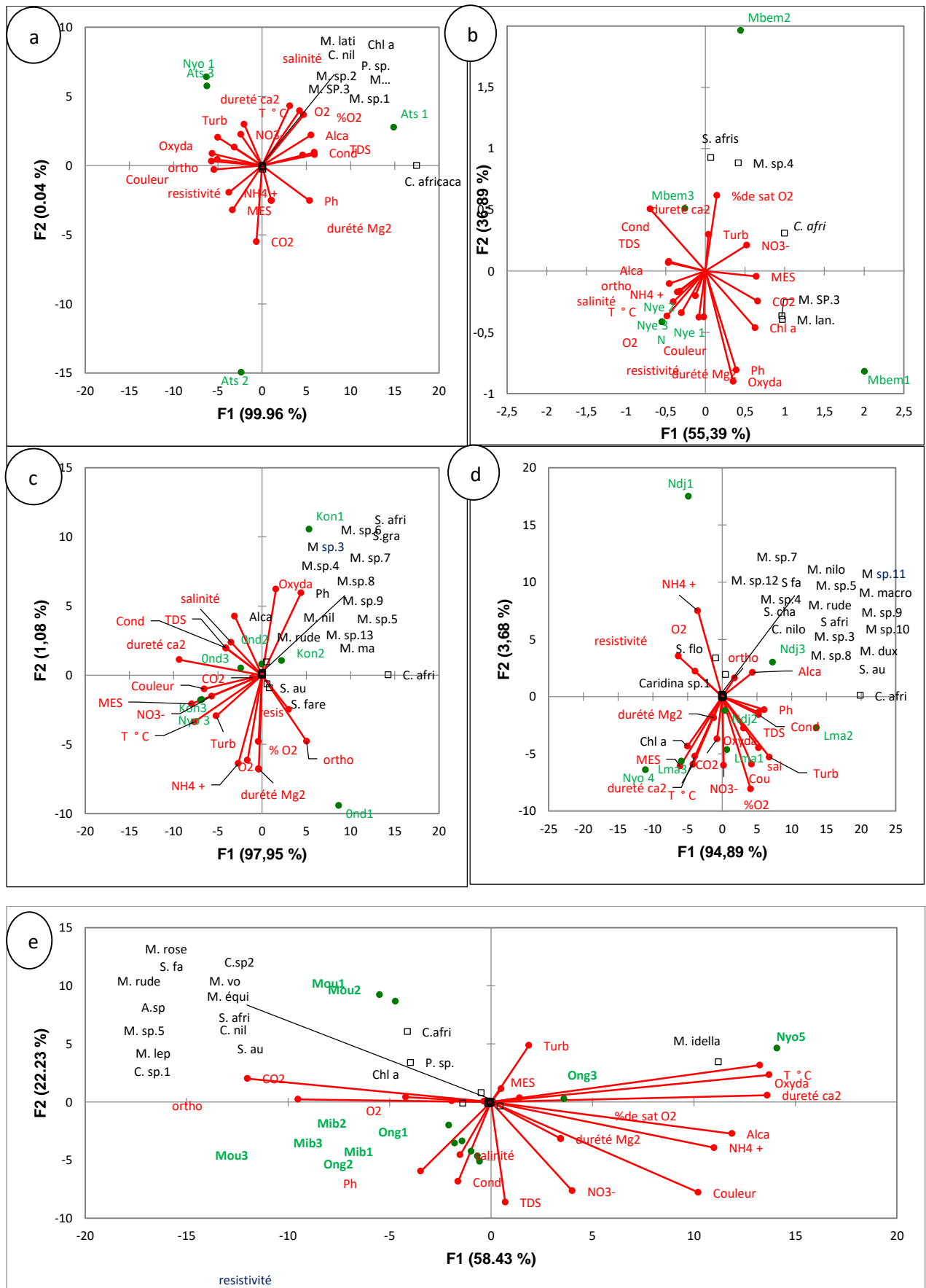


Figure 74 : Corrélation entre les principaux taxa et les variables environnementales par la RDA : zone d'Abong -Mbang (a), zone d'Akonolinga (b), zone de Mbalmayo (c), zone de Makak (d) et zone côtière (e):

Les nom en vert representent stations, les noms en rouge representent les paramètres physicochimiques et les noms en noir representent les espèces, T°C = Température; pH = potentiel d'Hydrogène ; STD = Solides Totaux Dissous; Cond = Conductivité électrique; O₂ = oxygène dissous (mg/l), % O₂ = pourcentage de saturation en oxygène dissous; CO₂ = gaz carbonique dissous; MES = matières en suspension; NH₄⁺ = Azote ammoniacal; NO₂⁻ = nitrites; nitrate= nitrates; PO₃⁴⁻ = orthophosphatess; ca²⁺= dureté calcique, Mg²⁺= dureté magnésique, Alca = alcalinité; Oxyda = oxydabilité; Res= résistivité, Sal= salinité, *C. nil* : *C. nilotica*, *C. afri* : *C. africana*, *C. sp.1* : *Caridina sp.1*, *C. sp.2* : *Caridina sp.2*, *M. equi* : *M. equidens*, *M. vol* : *M. vollenhovenii*, *M. ma* : *macrobrachion*, *M. nil* : *M. niloticus*, *M. dux* : *M. dux*, *M. ru* : *M. rude*, *M. lat* : *Macrobrachium latimanus*, *M. lan* : *M. lanceifrons*, *P. sp.* : *Palaemon sp.*, *A. sp.* : *Automate sp.*, *M. sp1* : *Macrobrachium sp.1*, *M. sp.2* : *Macrobrachim sp.2*, *M. sp.3* : *Macrobrachium sp.3*, *M. sp.4* : *Macrobrachium sp.4* ; *M. sp.5*: *Macrobrachium sp.5*, *M. sp.-6* : *Macrobrachium sp.6*, *M. sp.7* : *Macrobrachium sp.7*; *M. sp.8* : *Macrobrachium sp.8*; *M. sp.9* : *Macrobrachium sp.9*; *M. sp.10* : *Macrobrachium sp.10*; *M. sp.11* : *Macrobrachium sp.11*; *M. sp.12* : *Macrobrachium sp.12*, *M. sp.13* : *Macrobrachium sp.13*, *P. sp.* : *Potamonautes sp.*, *M. ru* : *M. rude*, *S. fa* : *Sudanonautes faradjensis*, *S. cha* : *S. chavanesii*, *S. au* : *S. aubryi*, *S. flo*: *S. floweri*; *S. au* : *S. aubryi*, *S. afri* : *S. africanus*, *S. fa* : *Sudanonautes faradjensis*, *S. gra* : *Sudanonautes granulatus*.

III.1.8. Quelques paramètres biologiques des espèces de décapodes dans le bassin versant du Nyong

III.1.8.1. Relation Poids/Longueur et facteur de condition K

Dans cette partie, nous n'avons pris en compte que les espèces représentant au moins 1% des effectifs relatifs dans chaque cours d'eau et ayant au moins dix individus.

- **Relation poids/ Taille et le facteur de conditionnement K chez les espèces de crevettes**
- ❖ ***Macrobrachium sp.3***

La relation poids /taille de cette espèce n'a été évaluée que dans les cours d'eau Atsale, Ondoamedza et Ndjockyambi. Ainsi, dans le cours d'eau Atsale et Ondoamedza, le coefficient b chez cette espèce est supérieur à 3 (Figures 75a et 75b). Ceci indique que cette espèce a une croissance allométrique positive c'est à dire qu'elle croît plus en poids qu'en longueur dans ces cours d'eau pendant la période d'étude. Le coefficient de détermination R² le plus élevé (0,99) pour cette espèce a été obtenu dans l'Ondoamedza et le plus petit coefficient de détermination (0,78) est tenu dans le Ndjockyambi. Le coefficient b chez cette espèce est inférieur à 3 dans le cours d'eau Ndjockyambi et Lepmassoun (Figures 75c et 75d). Ceci indique que dans ces cours d'eau cette espèce a une croissance allométrique négative c'est à dire qu'elle croît plus en longueur qu'en poids. Par contre, les valeurs du facteur de condition K varient d'un cours d'eau à l'autre chez l'espèce *Macrobrachium sp.3*. Elles ont fluctué entre 0,80 ± 0,12 (Atsale) et 29,83 ± 22,7 (Ondoamedza). Ces valeurs moyennes de K et de b obtenues dans les cours d'eau Atsale et Ondoamedza montrent que les conditions de vie y sont plus acceptables.

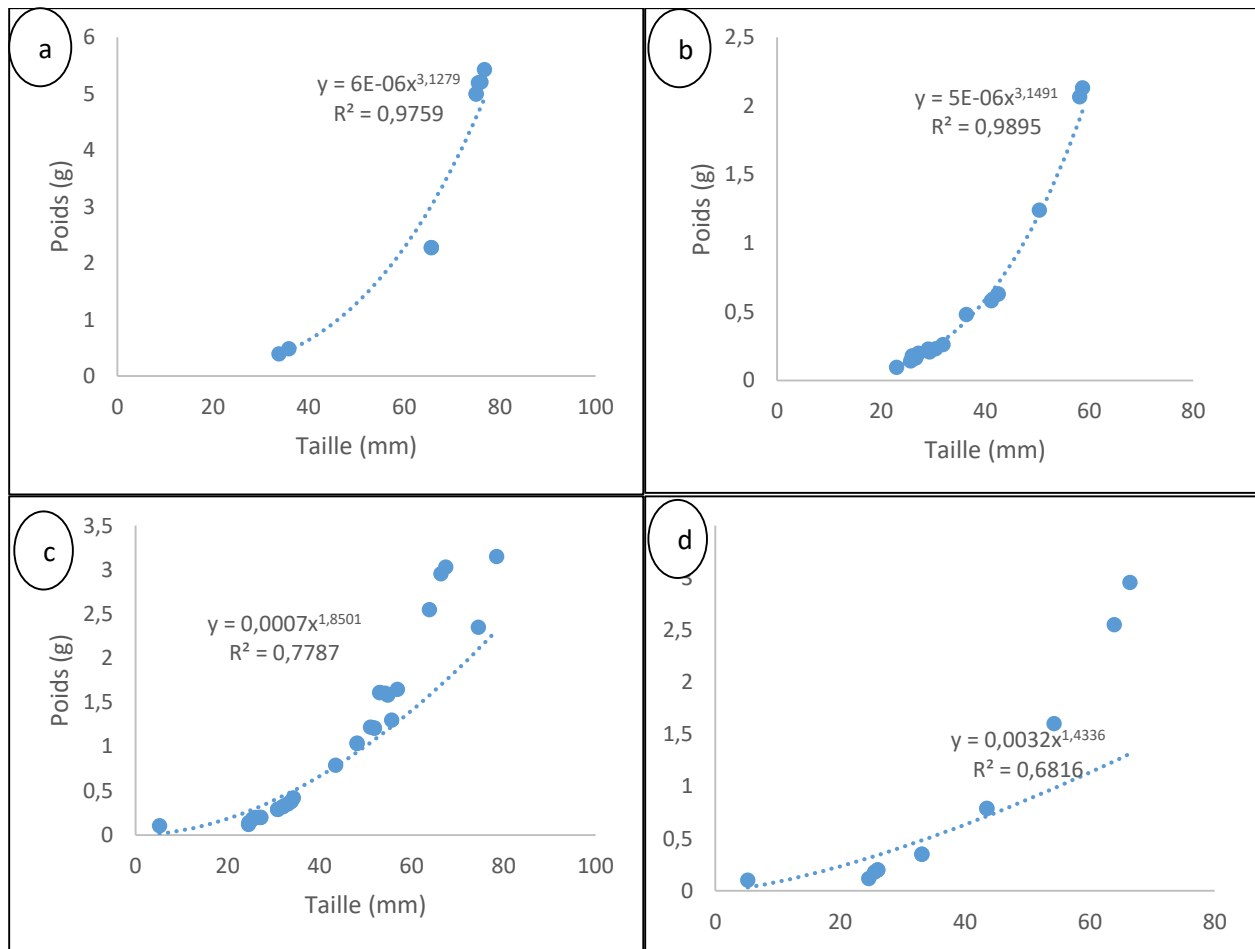


Figure 75 : Courbe de croissance de l'espèce *Macrobrachium sp.3* dans les cours d'eau : Atsale (a), Ondoamedza (b), le cours d'eau Ndjockyambi (c) et Lepmassoun(d) pendant la période d'étude.

❖ *Macrobrachium sp.4*

La relation poids /taille de cette espèce n'a été évaluée que dans les cours d'eau Ondoamedza, Mbem et Kongolo. Le coefficient b chez cette espèce est inférieur à 3 dans les cours d'eau Ondoamedza et Kongolo (Figure 76a et 72b) indiquant une croissance allométrique négative, c'est à dire que *Macrobrachium sp.4* croît plus en longueur qu'en poids. Par contre dans le Mbem, le coefficient b chez cette espèce est supérieur à 3 (Figure 76c) indiquant une croissance allométrique positive c'est à dire que cette espèce croît plus en poids qu'en longueur. Chez cette espèce, le coefficient de détermination R^2 a varié de 0,14 (Cours d'eau Kongolo) à 0,98 (Cours d'eau Ondoamedza). Les valeurs du facteur de condition K varient d'un cours d'eau à l'autre. Les valeurs sont de $0,49 \pm 0,15$ (cours d'eau Mbem) à $2,08 \pm 0,20$ (cours d'eau Ondoamedza) (Annexe 10). Ces valeurs moyennes de K et de b obtenus pour cette espèce dans les différents cours d'eau montrent que les conditions de vie y sont plus acceptables.

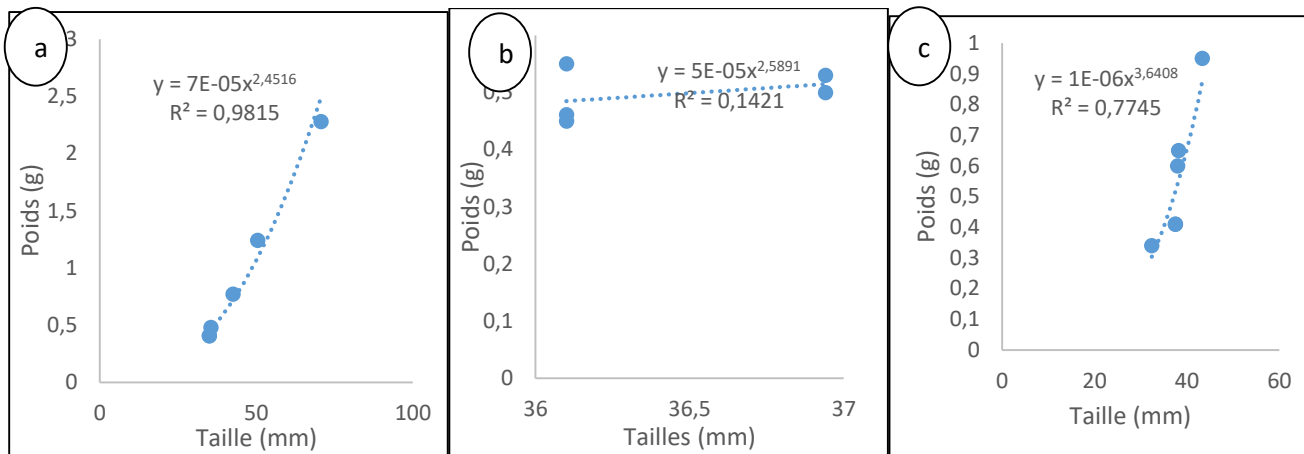


Figure 76 : Courbe de croissance de l'espèce *Macrobrachium* sp. 4 dans les cours d'eau: Ondoamedza (a), le cours d'eau Kongolo (b) et le cours d'eau Mbem (c) pendant la période d'étude.

❖ ***Macrobrachium* sp.8**

La relation poids /taille de cette espèce n'a été évaluée que dans les cours d'eau Ondoamedza et Ndjockyambi. Le coefficient b chez cette espèce est de 2,43 dans le Ondoamedza indiquant une croissance allométrique négative c'est à dire qu'elle croit plus en longueur qu'en poids et son coefficient de détermination R^2 est de 0,99 (Figure 77a). Dans le Ndjockyambi le coefficient b est de 3,03 traduisant une croissance allométrique positive à tendance isométrique et son coefficient R^2 est de 0,99 (Figure 77b). Les valeurs du facteur de condition K obtenus dans le cours d'eau Ondoamedza chez cette espèce est de $2,25 \pm 0,55$ et celui obtenu dans le Ndjockyambi est de $1,04 \pm 0,01$ (Annexe 10). Les valeurs moyennes de K et de b obtenues pour cette espèce montrent que les conditions de vie y sont plus acceptables pour cette espèce dans le cours d'eau Ondoamedza où elle est plus abondante par rapport au cours d'eau Ndjockyambi.

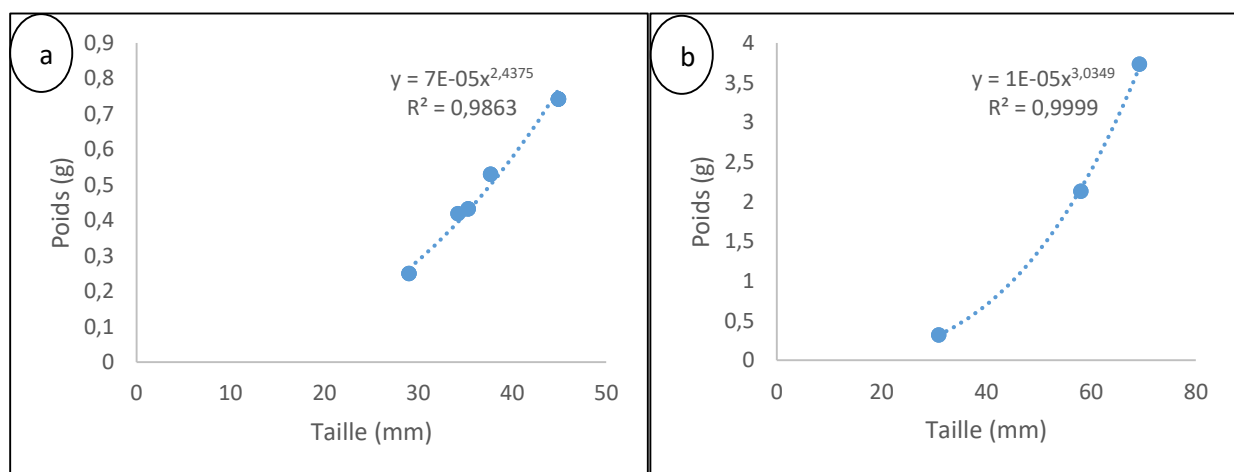


Figure 77 : Courbe de croissance de l'espèce *Macrobrachium* sp.8 dans les cours d'eau : Ondoamedza (a) et Ndjockyambi (b) pendant la période d'étude.

❖ *Macrobrachium vollenhovenii*

La relation poids /taille de cette espèce n'a été évaluée que dans les cours d'eau Mibangue et Moungoe. Le coefficient b chez cette espèce est de 2,51 dans le Mibangue (Figure 78a), traduisant une croissance allométrique négative. Dans le Moungoe par contre, cette espèce a un coefficient b de 3,32 (Figure 78b) traduisant une croissance allométrique positive. Chez cette espèce le coefficient de détermination R^2 a fluctué entre 0,87 (Cours d'eau Mibangue) et 0,99 (Cours d'eau Moungoe). Les valeurs du facteur de condition K varient de $0,87 \pm 0,05$ (cours d'eau Moungoe) à $2,35 \pm 0,87$ (cours d'eau Mibangue) (Annexe 10).

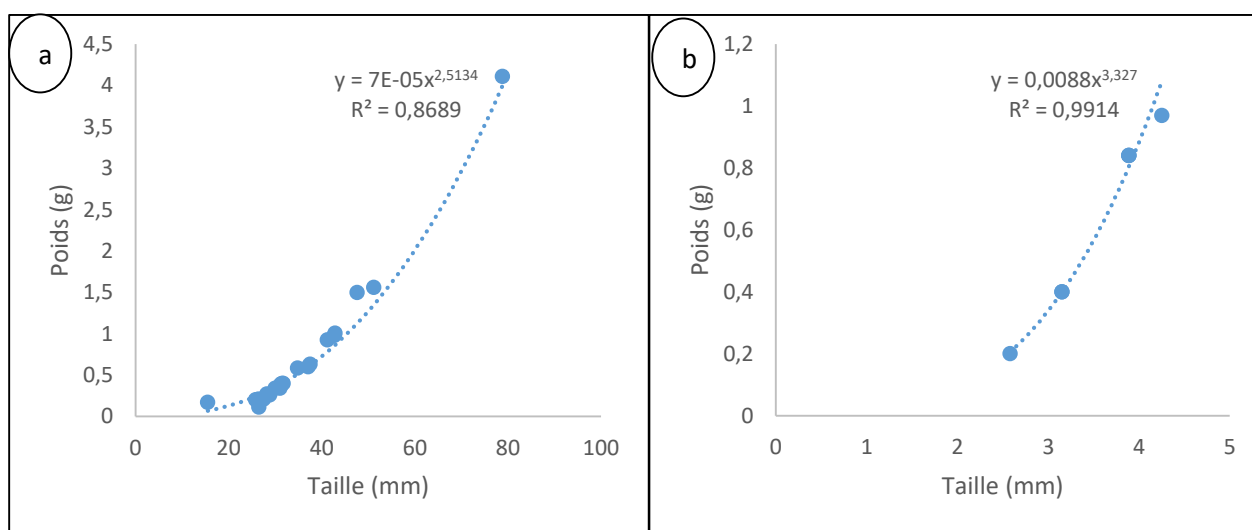


Figure 78 : Courbe de croissance de l'espèce *M. vollenhovenii* dans les cours d'eau : Mibangue (a) et Moungoe (b) pendant la période d'étude.

❖ *Macrobrachium equidens*

La relation poids /taille de cette espèce n'a été évaluée que dans les cours d'eau Ongue et le Nyong. Le coefficient b chez cette espèce est supérieur à 3 dans le cours d'eau Ongue ($b = 3,08$) et dans le Nyong ($b = 3,15$) (Figure 79a et 79b), ces coefficients indiquent que dans ces milieux *M. equidens* a une croissance allométrique positive c'est à dire qu'elle croît plus en poids qu'en taille. Le coefficient R^2 chez cette espèce est de 0,93 dans le Nyong et de 0,94 dans l'Ongue. Les valeurs du facteur de condition obtenues K varient d'un cours d'eau à l'autre chez l'espèce *M. equidens*. Ces valeurs ont fluctué de $0,61 \pm 0,15$ (Nyong) à $0,74 \pm 0,16$ (Ongue) (Annexe 10).

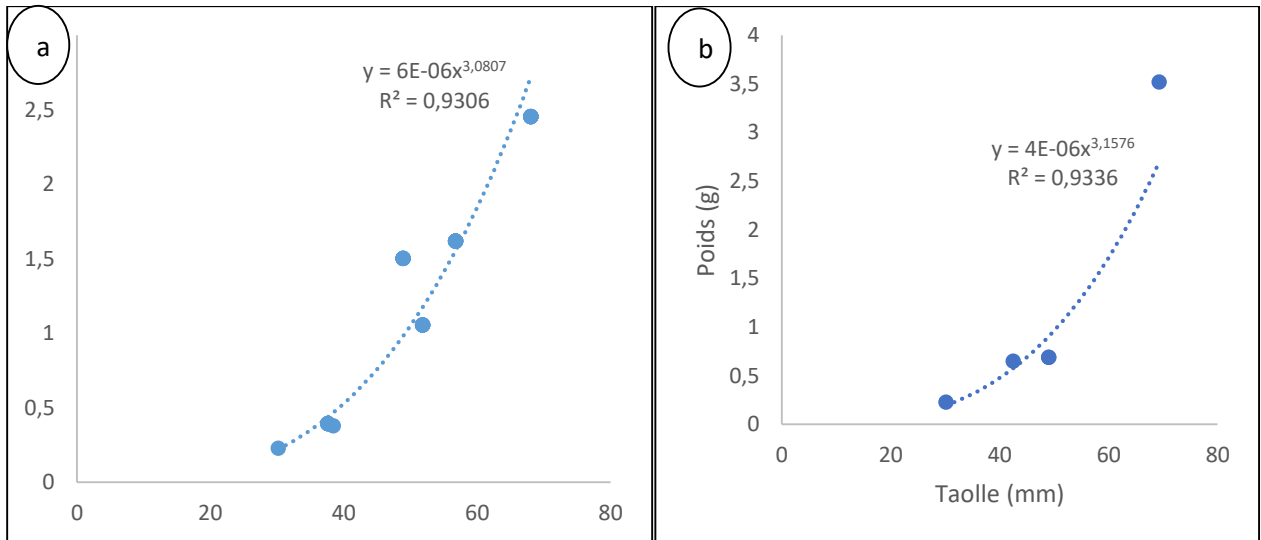


Figure 79 : Courbe de croissance de l'espèce *M. equidens* dans les cours d'eau : Ongue (a) et Nyong (b) pendant la période d'étude.

❖ *Macrobrachium idella*

La relation poids /taille de cette espèce n'a été évaluée que dans le Nyong. Le coefficient b chez cette espèce est de 5,07 (Figure 80) indiquant une croissance allométrique positive c'est à dire qu'elle croit plus en poids qu'en longueur. De même chez cette espèce, le coefficient de détermination R^2 est de 0,40 et le coefficient écologique est de $1E-08$ (Figure 80). La valeur du facteur de condition K obtenue chez cette espèce dans le Nyong est de $1,71E-06 \pm 1,82E-06$ (Annexe 10).

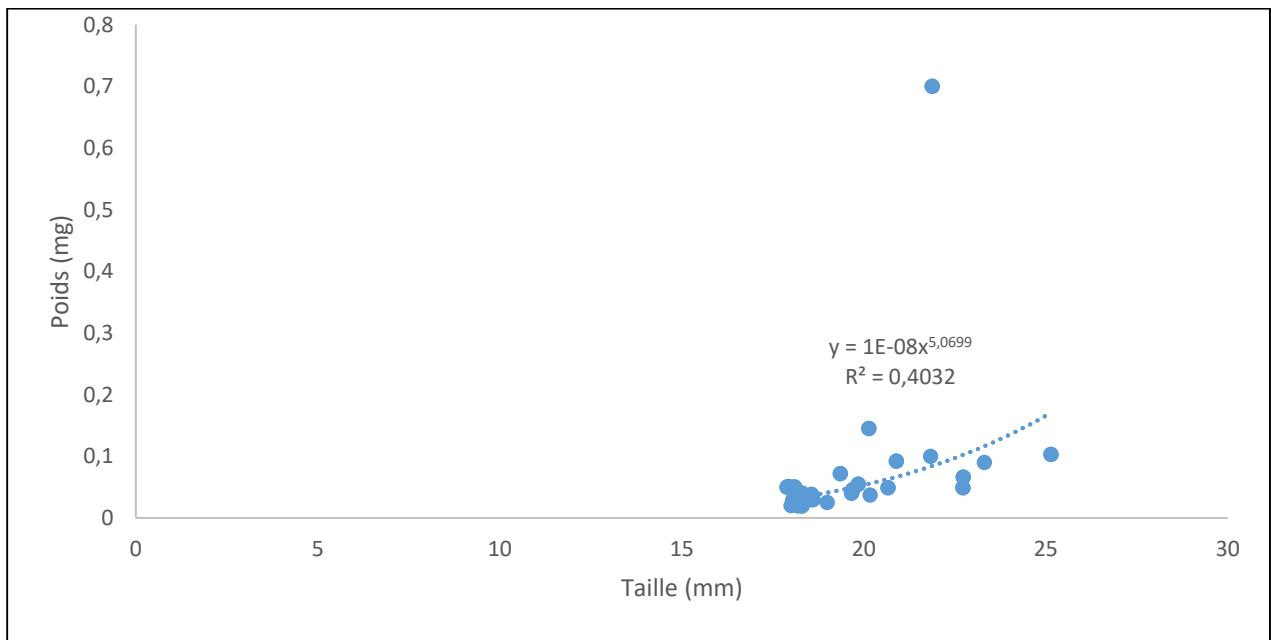


Figure 80 : Courbe de croissance de l'espèce *M. idella* dans le Nyong pendant la période d'étude.

➤ **Relation poids/ Taille et facteur de condition K chez les espèces de crabe**

❖ **Relation poids/ Taille chez l'espèce *Sudanonautes africanus***

Dans l'ensemble du bassin versant du Nyong, l'espèce *Sudanonautes africanus* a un coefficient d'allométrie (b) de 2,97, un coefficient lié aux facteurs écologiques (a) de 0,002 et un coefficient de détermination R^2 de 0,71 (Figure 81). Le facteur $b < 3$ traduit une croissance négativement allométrique alors, l'espèce croît plus vite en longueur qu'en poids. La valeur du facteur de condition moyen (K_{moy}) est de $43,69 \pm 94,07$ (Annexe 11).

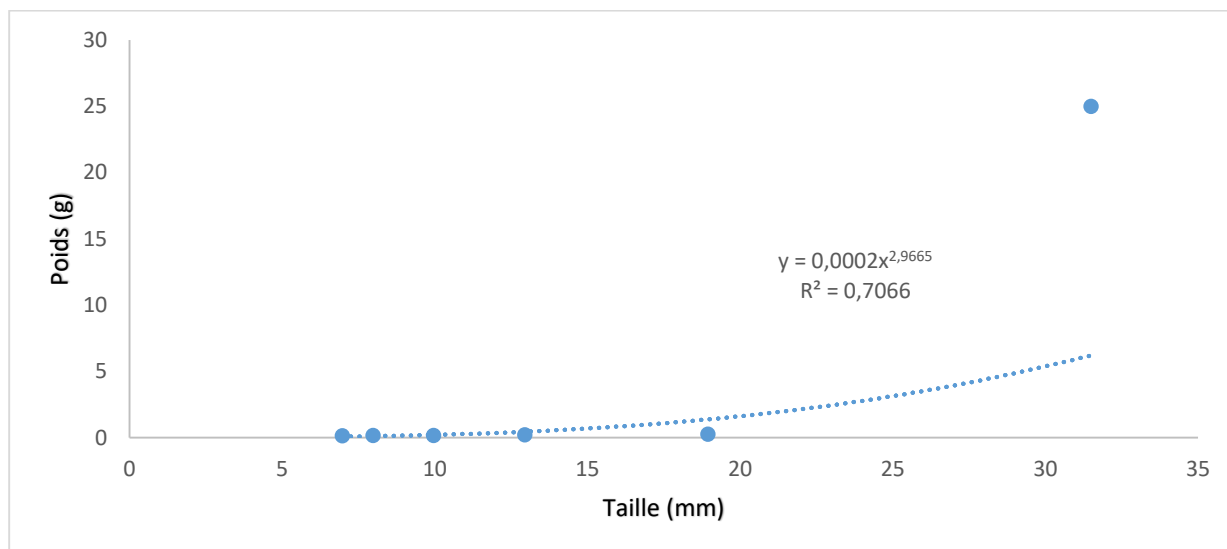


Figure 81: Courbe de croissance de l'espèce *S. africanus* dans le bassin versant du Nyong pendant la période d'étude.

❖ **Relation poids/ Taille chez l'espèce *Sudanonautes aubryi***

L'espèce *Sudanonautes aubryi* a un coefficient d'allométrie b de 3,18 d'où la croissance allométrique positive, un coefficient de détermination $R^2 = 0,72$ et un facteur écologique de 0,0003 dans le cours d'eau Ondoamedza (Figure 82a). Dans l'ensemble du bassin versant du Nyong, cette relation montre que le coefficient b chez cette espèce est de 3 (Figure 82b). Ceci indique que cette espèce a une croissance isométrique c'est à dire qu'elle croît autant en poids qu'en taille. De même, dans ce bassin *Sudanonautes aubryi* a un coefficient de détermination R^2 de 0,88 et un facteur écologique de 0,004 (Figure 82b). Le facteur de condition obtenu K de cette espèce dans le cours d'eau Ndjockyambi est de $11,25 \pm 12,69$ (Annexe11).

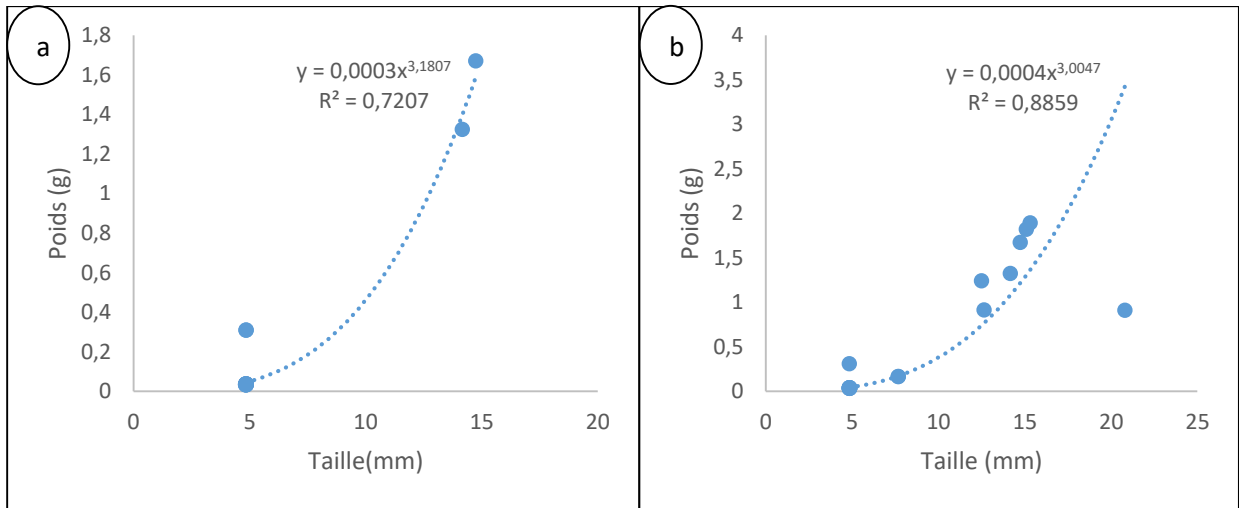


Figure 82 : Courbe de croissance de l'espèce *S. aubryi* dans le cours d'eau Ondoamedza (a) et l'ensemble du bassin versant du Nyong (b) pendant la période d'étude.

❖ **Relation poids/ Taille chez l'espèce *Sudanonautes faradjensis***

Le coefficient b chez cette espèce est de 3,28 dans le cours d'eau Mibangue, indiquant une croissance allométrique positive c'est à dire que cette espèce croît plus en poids qu'en longueur. De même, cette espèce a un coefficient de détermination R^2 de 0,97 et un coefficient écologique est de 0,0003 (Figure 83a). Dans l'ensemble du bassin versant, le coefficient b est de 3 ceci indique que cette espèce a une croissance isométrique c'est à dire qu'elle croît autant en poids qu'en taille (Figure 83b). Le facteur de condition obtenu chez cette espèce dans le Mibangue est de $34,11 \pm 1,51$ et de $32,12 \pm 45,55$ dans l'ensemble du bassin versant (Annexe 11).

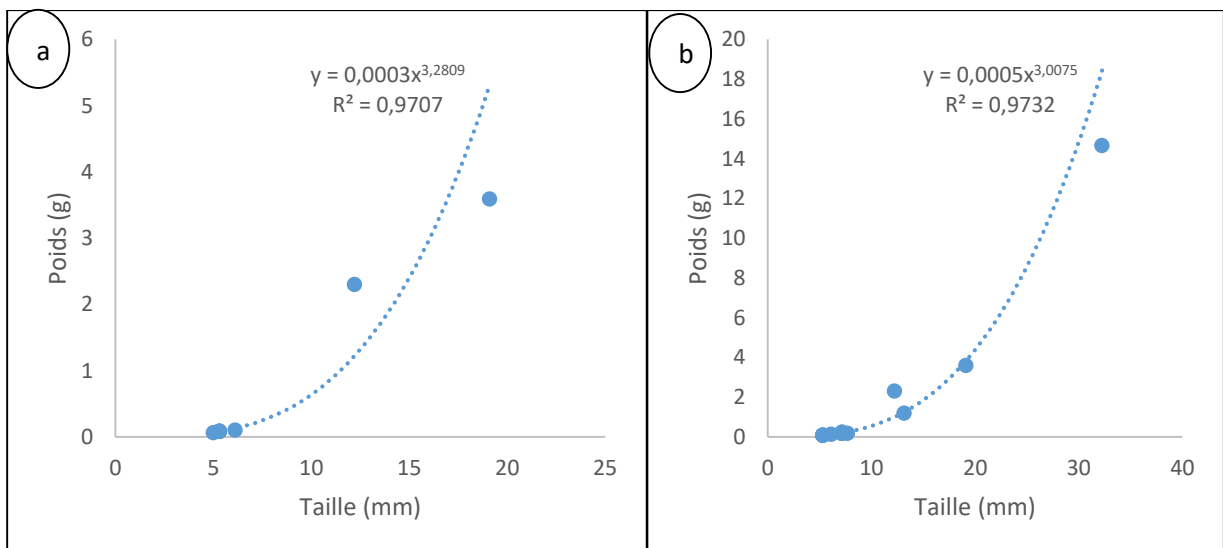


Figure 83: Courbe de croissance de l'espèce *S. faradjensis* dans le cours d'eau Mibangue (a) et l'ensemble du bassin versant du Nyong (b) pendant la période d'étude.

❖ Relation poids/ Taille chez l'espèce *Sudanonautes floweri*

La relation poids /taille de cette espèce n'a été évaluée que dans le Ndjockyambi. Le coefficient b chez cette espèce est de 3,17 (Figure 84) indiquant une croissance allométrique positive c'est à dire qu'elle croît plus en poids qu'en longueur. De même chez cette espèce le coefficient de détermination R^2 est de 0,99 (Figure 84), le coefficient écologique est de 0,0003. Les valeurs du facteur de condition K obtenue chez cette espèce est de $23,38 \pm 15,90$ (Annexe 11).

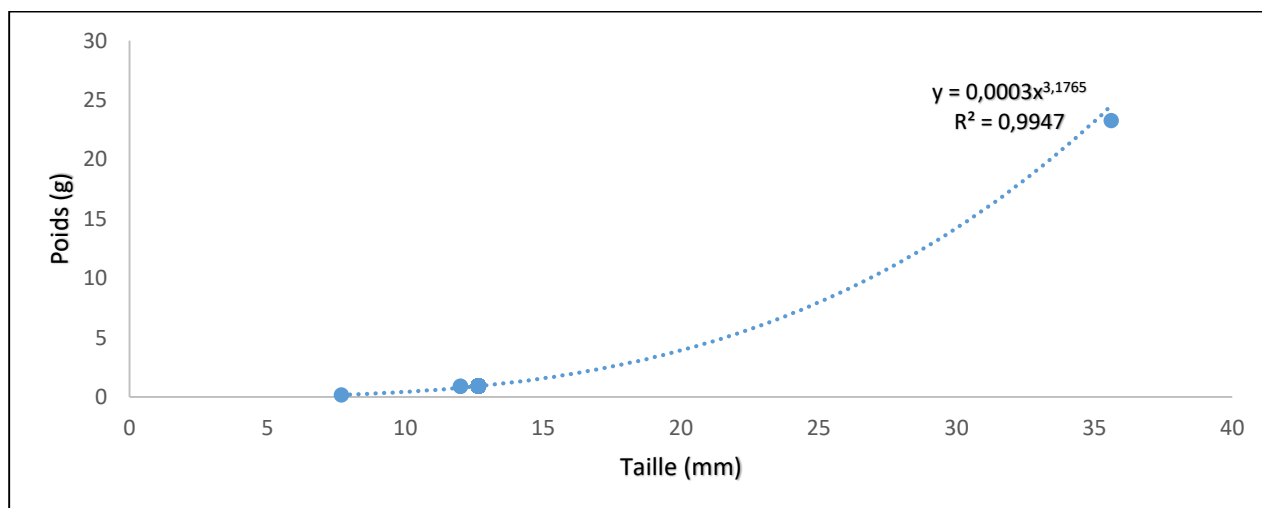


Figure 84: Droite de régression entre le poids et la longueur totale du corps chez *S. floweri* dans le cours d'eau Ndjockyambi pendant la période d'étude.

III.1.8.2. Reproduction

Pour cette partie, seules les espèces dont les femelles étaient ovigères pendant la période d'étude ont été considérées, il s'agit de *M. equidens*, *M. dux*, *Macrobrachium* sp.3 et *Macrobrachium* sp.12.

➤ Sex ratio et taux de féminité

Globalement, les femelles sont plus nombreuses que les mâles dans nos échantillons. Sur un total de 24 spécimens de l'espèce *Macrobrachium* sp.12 récoltés dans le Ndjockyambi, 15 individus sont des femelles parmi lesquelles 4 sont ovigères et 9 individus sont des mâles soit un sex ratio de $60 \pm 28,70\%$ et un taux de féminité de $62, \pm 10\%$. Chez l'espèce *M. equidens*, les femelles ovigères n'ont été récoltées que dans le Nyong à la station Nyo5, 4 individus y ont été récoltés parmi lesquelles 2 femelles (50%) dont une étant ovigère (50%) et 2 mâles (50%). Le sex ratio et le taux de féminité ont varié respectivement de 0 (PSS) à 1 (GSS 2017 et GSP) et de 0 % (PSS) à 100 % (GSP) avec une moyenne de $50 \pm 50 \%$. Dans l'ensemble du bassin le sex -ratio est de 0,29 et le taux de féminité est de 77,78% pour l'espèce *M. equidens*.

Des 5 spécimens examinés chez *M. dux*, quatre individus étaient des femelles (80%) parmi lesquelles 3 femelles ovigères (75%) et un seul mâle (20%) dans le Lepmassoun pendant la période

d'étude. Le sex ratio est de 0,25 et le taux de féminité a varié de 66,67% (GSS 2017) à 100% (PSS), avec une moyenne de 80%. Les femelles ovigères de *Macrobrachium* sp.3 ont été récoltées dans les cours d'eau Mbem, Ndjockyambi et Ondoamedza. Dans le Ndjockyambi, sur les 27 individus récoltés, 22 sont des femelles (81,48%) parmi lesquelles 9 sont ovigères (40,91%) et 7 individus sont des mâles soit un sex ratio de 0,23 et un taux de féminité de 81,48%. Dans ce cours d'eau, le taux de féminité chez cette espèce a fluctué entre 60 % (GSP) et 100% (PSP). Dans le Mbem, le taux de féminité a varié de 50 % (GSS) à 100% (PSS) et le sex-ratio a fluctué de 0 à 1 avec une moyenne de 0,25. Dans l'Ondoamedza, sur les 16 individus 10 sont des femelles (62,5%) parmi lesquelles deux sont ovigères (20%) et 6 sont des mâles (37,5%), soit un taux de féminité de 62,5±60,70 % et un sexe – ratio de 0,6.

➤ **Fécondité absolue, fécondité relative et RGS**

❖ ***Macrobrachium* sp.12**

Dans le cours d'eau Ndjockyambi, l'espèce *Macrobrachium* sp.12 uniquement récolté pendant la grande saison sèche a une fécondité absolue qui fluctue entre 44 œufs (LT= 55,1mm et P=1,75g) et 74 œufs (Lt= 75mm et Pt= 3,16g) soit une moyenne de 59 ± 15 œufs (Tableau XI). La fécondité relative chez cette espèce a fluctué de 19,68 œufs/g (Lt= 75mm et Pt= 3,16g) à 29,68 œuf/g (LTt=62,09 et Pt= 2,33) soit une moyenne de 24,73 ±4,10 œuf s/g). Le rapport gonado-somatique (RGS) a varié de 7,81% (Lt=62,09mm et P=2,33g) à 11,05% (LTt=53,3mm et Pt=1,9). C'est la femelle ovigère de plus petite taille qui a un état de maturité des œufs plus avancé par rapport aux autres femelles ovigères pendant la grande saison sèche.

Tableau XI : Fécondité absolue, relative et rapport Gonado-somatique chez *Macrobrachium* sp.12 dans le cours d'eau Ndjockyambi

Saisons	Taille (mm)	Poids (g)	FT (Œufs)	FR (Œufs/g)	RGS (%)
GSS	62,09	2,33	69,16	29,68	7,81
GSS	75	3,76	74	19,68	9,84
GSS	53,3	1,9	46	24,31	11,05
GSS	55,1	1,75	44	25,26	9,71
Moyenne	61,3725	2,435	58±15	24,73±4,10	9,60±1,34

Légende : FT= fécondité absolue, FR= Fécondité relative, RGS= Rapport Gonado-somatique, GSS 2017 : Grande saison sèche (2017), PSP : Petite saison de pluies, PSS : Petite saison sèche, GSP : Grande saison de pluie, GSS 2018 (Grande saison sèche (2018)).

❖ ***Macrobrachium* equidens**

Dans la station Nyo5 du fleuve Nyong, où 2 femelles ovigères de *M. equidens* ont été récoltées, la plus petite valeur de la fécondité absolue (1134 œufs) est observée chez une femelle récoltée pendant la GSS 2017 (Lt=49mm et un Pt=0,69g). La plus grande fécondité absolue est de

2030 œufs chez la femelle ovigère récoltée pendant la GSP (Lt=62,29 et Pt= 3,52g). Chez cette espèce, la fécondité relative varie de 577œufs/g chez la plus grande femelle ovigère (Lt=62,29 et Pt= 3,52g) récoltée pendant la GSP à 1643,47 œufs/g chez la petite femelle ovigère (Lt=49mm et Pt=0,69g) obtenue pendant la GSS. Pendant la période d'étude la fécondité absolue moyenne chez cette espèce est de 1582±633 œufs et la fécondité relative est de 1110,06œufs/g. Dans le Nyong, le plus grand rapport gonado-somatique chez cette espèce (RGS) est de 13,04% (GSS) et la petite valeur de ce rapport est de 7,24% (GSP) (Tableau XII).

Tableau XII : Fécondité absolue, relative et rapport Gonado-somatique chez *Macrobrachium equidens* dans le Nyong.

Saisons	Poids (g)	Taille (mm)	FT (Œufs)	FR (Œufs/g)	RGS (%)
GSS	0,69	49	1134	1643	13,04
GSP	3,52	69,27	2029,8	576,65	7,24
Moyenne	2,10±2	59,13±14,3	1582±633	1110,06±754,36	10,14±4,10

Légende : FT= fécondité absolue, FR= Fécondité relative, RGS= Rapport Gonado-somatique, GSS 2017 : Grande saison sèche (2017), PSP : Petite saison de pluies, PSS : Petite saison sèche, GSP : Grande saison de pluie, GSS 2018 (Grande saison sèche (2018)).

❖ *Macrobrachium dux*

Trois femelles ovigères de l'espèce *M. dux* ont été récoltées dans le Lepmassoun pendant la période d'étude. La femelle ovigère obtenue à la station Lma 3 pendant la GSS 2017 a une taille d'environ 52 mm, elle pèse 1,76g, elle a une fécondité absolue de 39 œufs et une fécondité relative de 22œufs /g (Tableau XIII). Des deux autres femelles ovigères qui n'ont été enregistrées à la station Lma 3 pendant la PSS, l'une d'elles a une taille d'environ 50,38 mm, un poids de 1,424g, une fécondité absolue de 39 œufs et une fécondité relative de 27,19 œufs/g et l'autre femelle pèse 2,963, elle a une taille de 64,18mm, une fécondité absolue de 100 œufs et une fécondité relative de 34 œufs/g. La fécondité absolue moyenne chez cette espèce dans le Lepmassoun est de 59±35 œufs et la fécondité relative est de 32±6 œufs/g. Les œufs portés par les femelles sont de couleur jaune orangé. Concernant le rapport gonado-somatique (RGS), il a fluctué de 4,44% pour la femelle récoltée à la première campagne (GSS 2017) à 12,36% pour la petite femelle récoltée pendant la troisième campagne (PSS) avec une moyenne du RGS de 11,44% pour les femelles récoltées pendant la PSS (Tableau XIII).

Tableau XIII : Fécondité absolue, relative et rapport Gonado-somatique chez *Macrobrachium* dux dans le cours d'eau Lepmassoun.

Saisons	taille (mm)	poids (g)	FT (Œufs)	FR (Œufs/g)	RGS (%)
GSS 2017	52	1,758	39	22	4,44
PSS	50,38	1,424	38,72	27	12,36
PSS	64,18	2,963	99,84	34	10,53
Moyenne	55,52±7,54	2,05±0,81	59±35	32±6	9,211±4,15

Légende : FT= fécondité absolue, FR= Fécondité relative, RGS= Rapport Gonado-somatique, GSS 2017 : Grande saison sèche (2017), PSP : Petite saison de pluies, PSS : Petite saison sèche, GSP : Grande saison de pluie, GSS 2018 (Grande saison sèche (2018)).

❖ *Macrobrachium* sp.3

Dans le Ndjockyambi, les femelles ovigères de l'espèce *Macrobrachium* sp.3 n'ont été récoltées que pendant les grandes saisons sèches, Ainsi la fécondité absolue, la fécondité relative et le RGS sont respectivement de 70±7,01 œufs, 28 ±11,60 œufs/g et 8,72 ±16,95 (Tableau XIV). Dans le Mbem, les femelles ovigères de cette espèce n'ont été récoltées que pendant la PSS, ainsi la fécondité absolue, la fécondité relative et le RGS sont de 162 ± 0,44 œufs, 58 ±2,79 œufs/g et 11,42 ± 11,75 respectivement. Dans l'Ondoamedza, les femelles ovigères n'ont été récoltées que pendant la GSS, leur fécondité absolue est de 79 ±1 œufs, la fécondité relative est de 38±24œufs/g et le rapport gonado-somatique des femelles dans ce cours d'eau est de 8,57 ±41,79 %.

Tableau XIV : Fécondité absolue, relative et rapport Gonado-somatique chez *Macrobrachium* sp. 3 dans les cours d'eau Ndjockyambi, Mbem et Ondoamedza.

Cours d'eau	Saisons		Poids (g)	Taille (mm)	FT (Œufs)	FR (Œufs/g)	RGS (%)
Ndjockyambi	GSS 2018		2,55	63,9	36,36	14,26	3,96
			2,95	66,41	86,1	29,17	9,71
			1,60	54,25	48,8	30,46	7,61
			3,15	78,5	72,6	23,05	10,48
			2,35	74,5	78	33,19	11,06
	moy		2,52±0,60	67,51±9,48	69±7,01	27,57±11,60	8,72±16,96
Mbem	PSS		2,92	62,2	168,96	57,863	12,05
			2,70	62,28	154	57,10	11,42
		moy		2,81±0,16	62,24±0,06	162±0,44	57,57±2,79
Ondoamedza	GSS 2017		2,066	58,14	66,4	32,14	8,03
			2,133	58,7	93,12	43,66	9,09
		moy		2,10±0,04	58,42±0,39	79±1,12	37,72±23,64

Légende : FT= fécondité absolue, FR= Fécondité relative, RGS= Rapport Gonado-somatique, moy= moyenne, e-t= écart-type, GSS 2017 : Grande saison sèche (2017), PSP : Petite saison de pluies, PSS : Petite saison sèche, GSP : Grande saison de pluie, GSS 2018 (Grande saison sèche (2018)).

III.2. Discussion

III.2.1. Caractérisation hydrologique

Les faibles vitesses d'eau enregistrées dans la zone du potamon de la plupart de nos cours d'eau et qu'importe la saison, s'expliqueraient par les faibles pentes de ces stations. Cette faible pente entraînerait aussi l'accumulation des boues dans les mêmes stations. D'après Vannote *et al.*, (1980), un cours d'eau offre de sa source à son embouchure un gradient continu de charge, transport, utilisation et accumulation de la matière organique.

L'augmentation de la largeur du lit et de la profondeur de l'eau dans nos différents cours d'eau de l'amont en aval qu'importe les saisons s'expliquerait par des apports latéraux d'eau de divers affluents et exurgences dans ces derniers, couplés à l'inondation des stations situées dans le potamon des cours d'eau par le Nyong pendant la saison des pluies. Levêque (2001) souligne à ce propos qu'en recevant de petits tributaires, la section mouillée est appelée à s'accroître.

III.2.2. Caractérisation physico-chimique des eaux étudiées

Les fortes valeurs de température enregistrées (23,5 – 28,5°C) dans les stations du cours d'eau Mibangue, Mougoué, Ongue par rapport à celles des cours d'eau localisées dans les autres zones pourraient s'expliquer d'une part par la température ambiante de cette zone qui serait relativement plus élevée par rapport à celle des régions du Centre et de l'Est. Nos résultats corroborent ceux de Tchindjang (2015) qui a noté que la température moyenne ambiante est de 24,4°C (23,5°C-25,0°C) dans la zone agro-écologique forestière contre 25,9 °C (23°C- 29,5°C) dans la zone agroforestière côtière. Nos résultats de la zone littorale se rapprochent de ceux obtenus par Tchakonté *et al.* (2014) dans la même région (24 - 27°C), par Liwouwou *et al.* (2018) dans les cours d'eau Rembo-Bongo, Ogooué et Nyanga qui coulent dans la zone côtière du Gabon (25,6 – 26,6°C). La faible variation des valeurs de la température soit 20,72 à 23,76 °C dans les stations Nyo 1, Ats 1, Ats 2, Ats 3, Mbe 1, Mbe 2, Mbe 3, Nye 1, Nye 2, Nye 3, Kon 1, Kon 2, Ond 1, Ond 2, Ond 3, Lma 1, Lma 2, Lma 3, Ndj 1, Ndj 2 et Mou 1) (Figure 14a – Figure 14d), résulterait de leur faible ensoleillement dû à la présence importante de la canopée qui constitue une barrière réduisant l'impact des rayons solaires sur la lame d'eau le long de la rivière. A ce sujet, Vannote *et al.* (1980) et Qiu (2013) soulignent que dans les cours d'eau de tête de bassin situés en zone forestière, les températures sont basses et varient très peu. Mais les légers écarts de température (température élevées) observées dans certaines stations telles que Nyo 4, Ong2, Ong3 et Kon 3 s'expliqueraient par l'absence du couvert végétal en ces lieux qui seraient, par conséquent plus influencées par le rayonnement solaire. De même, les variations de température d'une saison à l'autre dans les différents sous bassins versant s'expliqueraient par la variation saisonnière de la température ambiante. En effet, selon Merhabi *et al.* (2019) et Ebang (2004), la température de l'eau

d'une rivière est affectée par la température ambiante, le changement de saison. La fourchette des valeurs de température enregistrées dans nos différents cours d'eau se situe dans la gamme des valeurs de température de l'eau supportables par les décapodes soit jusqu'à 34 ° C (Griessinger *et al.*, 1991).

Les valeurs de la turbidité ont été faibles pendant la grande saison sèche 2017 par rapport à la petite saison pluvieuse ;elles pourraient être liées à l'apport des eaux de ruissellement qui charrient les déchets dans le bassin versant, augmentant la turbidité de l'eau pendant la saison pluvieuse (Ahonon, 2011). En effet, selon Wéthé *et al.* (2003), la quantité de matière en suspension est liée aux apports exogènes provenant parfois de l'érosion et au transport des particules non solubles dans les eaux de ruissellement. Ce constat a été contraire entre la grande saison de pluies et la grande saison sèche (2018). Les faibles valeurs de turbidité qui ont été enregistrées pendant la grande saison des pluies au courant de cette année s'expliqueraient par la rareté des pluies pendant le temps de collecte des échantillons d'eau. Les valeurs élevées pendant la grande saison sèche 2018 pourraient être expliqués par l'abondance de la matière organique suite au dessèchement accru de certaines stations (zones d'Abong- Mbang, d'Akonolinga et de Makak) comparativement à la grande saison sèche 2017. En se référant au Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau), nos plans d'eaux sont de très bonne à bonne qualité pendant la période d'étude (MEDD et Agences de l'eau, 2003). Les valeurs de MES et de la turbidité enregistrées dans la plupart des stations soit 3,8 à 24 mg/l d'une part se rapprochent de celles obtenues par : Ngakomo *et al.* (2020) dans les sources et certains cours d'eau de Ngoumou, Akono, Obala et Monatélé ; Ajeegah *et al.* (2017) dans le cours d'eau Matourou et Biram à Ngon (2018) dans le Nga, Abouda, Nkoumou et Fam ; d'autre part sont inférieurs de celles obtenues en zone urbaine de Yaoundé par Ajeegah *et al.* (2013) dans l'Olezoa et Kapsa (2019) dans l'Abiergué.

Les fortes valeurs de la couleur de l'eau observées dans la plupart de nos stations s'expliqueraient par la présence des ions colloïdaux issus d'une part de la décomposition de la matière organique dans l'eau et d'autant de la nature du sol traversé par les différents cours d'eau. Les variations de cette couleur d'une saison à l'autre (test de Kruskal-Wallis), s'expliqueraient par le transport variables entre les saisons de particules par les eaux de ruissellement les saisons pluvieuses les véhiculent plus. Ces résultats se rapprochent de ceux obtenus par Ngakomo *et al.* (2020) dans les cours d'eau en milieu rural de Ngoumou Akono, Obala et Monatélé.

Les valeurs du pourcentage de saturation en oxygène dissous dans les stations de la plupart des zones soit 50 à 70%) (Figure 16) témoignent du caractère des cours d'eau forestiers, où une forte activité photosynthétique s'exerce, une ventilation naturelle est induite par le feuillage, la présence de radiers et de méandres crée des conditions de turbulence et de recirculation des eaux

favorisant leur réoxygénation à l'interface eau/air (Fernandes *et al.*, 2014). D'une manière générale, les valeurs moyennes de teneur en oxygène dissous enregistrées au niveau du bassin versant du Nyong permettent de considérer comme des eaux de qualité moyenne à bonne du point de vue aptitude biologique (MEDD et Agences de l'eau, 2003). Les variations saisonnières de ce paramètre seraient dues aussi à la variation de la hauteur de la colonne d'eau. Ainsi, l'augmentation de l'oxygène dissous pendant la GSS 2018 serait liée à la diminution considérable de la hauteur de la colonne d'eau qui a favorisé sa réoxygénation interface eau/air. Ces valeurs obtenues seraient idéales pour une bonne croissance des crevettes (Griessinger *et al.*, 1991) et favorables à la vie des décapodes dans les différents plans d'eau de notre air d'étude. Ces auteurs, en effet ont montré qu'au-dessus d'une teneur de 5 mg/l, les crevettes se trouvent dans des conditions favorables d'élevage alors qu'en dessous de 2 mg/l, elles ne peuvent plus équilibrer leurs besoins et meurent si cette teneur perdure. Nos teneurs de saturation en oxygène sont légèrement inférieures à ceux obtenus : d'une part dans le cours d'eau Tongo' a-Bassa à Douala (Tchakonté, 2017) ; dans le Matourou ($82,54 \pm 8,22$ %) en zone forestière (Ajeegah *et al.*, 2017) ; Mary (1999) a obtenu des teneurs de saturation en oxygène supérieure à 70% dans certains ruisseaux forestiers de la Nouvelle-Calédonie ; d'autre part supérieures à ceux obtenus dans le fleuve Tanoé de la forêt des Marais Tanoé-Ehy en Côte d'Ivoire soit moins de 50% (Djiriéoulou *et al.*, 2017). Ils se rapprochent par contre de ceux obtenus dans le cours d'eau Makon en périphérie de Bamenda (Mbouombo *et al.*, 2019) et dans le site de Lugohwa de la rivière Kahuwa et celui d'Usine Murhesa de la rivière Mpungwe en forêt en République Démocratique du Congo (Zirirane *et al.*, 2020).

Les faibles valeurs de l'oxydabilité (0,1 -2,75 mg/l) enregistrées dans toutes les stations (Figure 18) seraient liées à la faible charge de ces eaux en matière organique et inorganique oxydables, et renseigneraient par conséquent sur la faible activité métabolique des groupes décomposeurs. Ces observations corroborent avec celles de Williams *et al.*, (2012). Nos données s'éloignent de celles acquises par Ajeegah *et al.* (2016) dans l'Olezoa (0,2 to 15.6 mg/l) en milieu urbain à Yaoundé et par Mbouombo *et al.* (2019) dans un cours d'eau au centre urbain de Bamenda (0,19- 6,5 mg/l).

Dans le bassin versant du Nyong, les valeurs de pH moyen enregistrées dans nos différents cours d'eau pendant la période d'étude traduiraient la nature faiblement acide des eaux de nos différents cours d'eau. Cette acidité des eaux serait due à la nature acide des sols du bassin versant du Nyong car les sols ferrallitiques à texture sableuse à sablo-argileuse du bassin versant du Nyong ont un pH acide (Olivry, 1986). Ces observations confirment les suggestions de Nola *et al.* (1999) selon lesquelles le pH de l'eau est tributaire des couches de terrain traversées. Ces résultats reflètent la nature faiblement acide des cours d'eau forestiers. Concernant les valeurs de pH neutre ou

légèrement basique observées dans certaines de nos stations durant la PSP et la GSS 2018, elles s'expliqueraient d'une part par la nature basique des apports endogènes et exogènes dans les cours d'eau par l'intermédiaire de tributaires et des eaux de ruissèlement et par la présence de l'humus résultant de la décomposition de la matière organique (feuilles mortes) dans nos cours d'eau forestiers d'autre part. Welcome (1985) affirme que les cours d'eau forestiers, avec les eaux à caractéristiques riches en substances humiques, sont légèrement à fortement acide avec un pH qui fluctue entre 4 et 7 UC. Néanmoins nos valeurs de pH restent dans la gamme de pH des eaux naturelles favorables à la vie aquatique (5-9 UC) (Dussart et Defaye, 1995 ; SEEE, 2007). Nos données (4,19- 8, 7) (Figure 19) se rapprochent de celles obtenues dans le Matourou dans le bassin versant du Nyong (Ajeegah *et al.*, 2017), de celles obtenues dans la forêt des Marais Tanoé-Ehy (Côte d'Ivoire) (Djiriéoulou, 2017), de celles obtenues par Foto Menbohan *et al.* (2013) dans un cours d'eau périurbain à Yaoundé et de celles obtenus par Ngoay-Kossy *et al.* (2018) dans deux cours d'eau en République Centrafricaine. Camara (2013) annonce également la légère acidité des eaux du Park National du Banco en Côte d'Ivoire. Nos valeurs de pH se rapprocheraient de celles obtenues par Mounjid *et al.* (2013) dans l'Oueds Merzeg et Sierni situé en zone périurbaine de Casablanca au Maroc où les eaux sont légèrement neutre à alcalin.

Les teneurs de l'alcalinité (2 et 60 mg/l) (figure19) révéleraient un caractère faiblement minéralisé des eaux dans différents plans d'eau, car ces sous bassins versants sont relativement peu anthropisés. Ces résultats d'alcalinité corroborent ceux du pH, d'où la corrélation positive et significative ($r = 0,40$; $P = 0,01$) observée entre ces deux variables. Lévêque & Balian (2005) et Rodier *et al.* (2009) soulignent à ce propos que les variations de l'alcalinité d'une eau sont étroitement liées au degré de minéralisation et d'oxydation des composés organique. Mary (1999) ajoute que la nature du socle du bassin versant drainé influence également la concentration en hydrogénocarbonates et en bicarbonates, les sols calcaires et alcalino-terreux étant favorables à l'augmentation de l'alcalinité. Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus dans les stations situées en milieu urbain de Douala au Cameroun (156 - 1050 mg/l) par Tchakonté (2017) et à ceux obtenues par Bhat *et al.* (2013) (50,28 - 128,67 mg/l) dans le Lac Anchar (Inde) soumis à diverses pressions anthropiques.

Les très faibles valeurs de la conductivité électrique (14 - 512 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et des STD (7 - 256 mg/l) (Figure 20) enregistrées dans nos différents cours d'eau forestiers traduisent la faible minéralisation des eaux. Ceci serait lié au fait que nos cours d'eau sont localisés en zone forestière où les pollutions urbaines sont réduites. Lecerf (2005) et Moss (2007) affirment que la faible minéralisation des rivières de forêt est due en partie, au cycle très rapide des éléments biogènes de l'écosystème forestier. Mais certaines différences significatives ont été observées au niveau spatial

et saisonnier (test de Kruskal-Wallis). Ainsi, les valeurs élevées de ces paramètres soit 214 à 512 $\mu\text{S}/\text{cm}$ enregistrées aux stations Kon 1, Kon 2 et Kon 3 du Kongolo par rapport à toutes les autres stations pendant la petite saison de pluies s'expliqueraient par les apports permanents et diffus d'eaux usées domestiques fortement minéralisées du quartier Newton qui est en plein essor urbain. En effet ces stations se trouvent dans le centre urbain de la ville de Mbalmayo et ce phénomène est accentué pendant la saison des pluies. De très fortes valeurs de conductivité avaient été relevées par Ajeegah *et al.*, (2017) dans l'Olezoa située en milieu urbain de Yaoundé. Les fortes valeurs de conductivité électrique ont également été observées en milieu urbain ($>102 \mu\text{S}/\text{cm}$) et en particulier en aval de l'effluent mixte (426 - 3690 $\mu\text{S}/\text{cm}$) par Tchakonté (2016) dans la ville de Douala au Cameroun. Les fortes valeurs enregistrées par les auteurs suscités sont supérieures à celles que nous avons obtenues dans nos différents sous bassins.

Les faibles teneurs de l'eau en azote minéral (azote ammoniacal et nitrate) et en orthophosphates (PO_4^{3-}) (Figure 20) le long du bassin versant du Nyong reflèteraient la faible minéralisation des eaux et le caractère relativement peu anthropisé dans nos sous bassins versants qui se distinguent par un très faible d'apport allochtone de matière organique, de déchets métaboliques azotés et/ou phosphorés émanant de l'activité humaine. Ces teneurs en azote minérale témoignent d'une très bonne à bonne qualité des eaux d'aptitude biologique (MEDD & Agences de l'eau 2003). Les valeurs de nitrate que nous avons obtenues (0,01 – 5,6 mg/l) (Figure 20 a, d, g, j, m, p) sont légèrement supérieures à celles obtenues par Tchakonté (2014) dans le cours d'eau Nsapé (0,11 – 0,2 mg/l) situé en zone périurbaine à Douala. Les valeurs observées par Ouhmidou *et al.* (2015) dans le barrage Hassan Addakhil au Maroc (1,64 – 15,5 mg/l) et celles obtenus par Mounjid *et al.* (2013) dans le cours d'eau Merzeg en zone périurbaine de Casablanca au Maroc sont supérieures aux nôtres. Toutes les valeurs relativement élevées de nitrate que nous avons enregistrées dans nos différents sous bassins versants pourraient s'expliquer par le lessivage des terres agricoles. Liechti (2010) souligne à ce propos que si les teneurs en nitrate dépassent 1,5 mg/l, il y a probablement eu lessivage de terres agricoles ou déversement d'eaux usées communales. Les fortes valeurs de l'azote ammoniacal enregistrées aux stations Nye 2 et Nye 3 pendant la PSS (Figure 20) par rapport aux autres stations dans la zone Akonolinga (test de Mann Whitney) seraient en relation avec la décomposition bactérienne des matières organiques azotées du faite des légères diminutions des teneurs en O_2 dissous enregistrées pendant cette saison.

III.2.2. Caractéristiques des variables biologiques

III.2.2. Dynamique et diversité des décapodes

Au vu des données biologiques obtenues au cours de cette étude, nous pourrions affirmer que la richesse taxonomique globale des décapodes (37 taxa) observée dans le bassin versant du

Nyong est différente de celle obtenue par Carré (2005) où 113 espèces ont été collectées dans le milieu marin de la Martinique qui est une île. Cette richesse taxinomique est également inférieure à celle obtenue par Poupin (2008) où 437 espèces de décapodes ont été dénombrées dans l'île de la Réunion dans l'océan Indien occidental.

Pour ce qui est de la composition taxinomique, notre composition spécifique est différente de celle observée par les deux auteurs suscités. Mais notons que certaines familles nous sont communes comme celles des Alpheidae, des Paleamonidae et des Atyidae. Notre richesse spécifique en crevette (30 espèces) est supérieure à celle mentionnée par Foto Menbohan *et al.* (2013) sur le Nga en zone périurbaine de Yaoundé où seules 2 espèces de crevettes ont été identifiées. En outre, les travaux publiés par Tchakonté *et al.* (2014) sur les crevettes d'eau douce ont montré l'existence de 7 espèces de crevettes dans le Nsapè en milieu périurbain de Douala parmi lesquelles *Caridina africana*, *Caridina nilotica* et *Macrobrachium equidens* nous sont communes. Notre richesse est également supérieure à celle obtenue par Mvogo Ndongo en zone côtière au Cameroun (Campo, Kribi, Edéa, lac Ossa, Yabassi et Tiko) où 6 espèces de crevettes ont été récoltées. Notre richesse spécifique est également supérieure à celle obtenue par N'Zi *et al.* (2007 et 2008) (13 et 9 espèces) dans la rivière, par Konan (2009) (9 espèces) dans le Banco en zone côtière en Côte d'Ivoire. Notre richesse en crevettes est également supérieure à celle obtenue par Camara *et al.* (2009) dans le Banco et par Djiriéoulou *et al.* (2014) qui ont fait état de 3 espèces et par Djiriéoulou *et al.* (2017) en Côte d'Ivoire. Notre richesse spécifique est également supérieure à celle obtenue par Cumberlidge (2006) dans la préfecture de Boké en Guinée. Les espèces *Macrobrachium macrobrachion*, *M. vollenhovenii* et *M. dux* nous sont communes avec ces auteurs. Ces ressemblances seraient dues au fait que nous avons tous travaillé dans les hydrosystèmes côtiers.

La richesse spécifique en crabes (7 espèces) que nous avons obtenue dans le bassin du Nyong est supérieure à celle obtenue par Mvogo Ndongo (2008) en zone côtière au Cameroun (Campo, Kribi, Edéa, lac Ossa, Yabassi et Tiko). Plusieurs facteurs expliqueraient les différences en termes de richesse spécifique à savoir le matériel et la méthodologie utilisés, les caractéristiques environnementales des biotopes échantillonnés, les périodes d'échantillonnage et la migration des espèces. Selon Kouamélan *et al.* (2003), la variabilité des habitats prospectés et les périodes d'échantillonnage pourraient également justifier les différences spécifiques observées entre ces différents écosystèmes. Le fait que notre richesse spécifique soit supérieure à celle des autres auteurs s'expliquerait par le fait que nous avons une grande diversité d'habitats car nous avons travaillé dans les eaux continentales et dans les eaux côtières. A cet effet, Graça *et al.* (2004) soulignent que les grandes zones d'étude offrent une diversité d'habitats à exploiter.

A l'exception des cours d'eau Ndjockyambi, Ongue et du Nyong, la distribution des espèces de décapodes dans nos différents cours d'eau pendant la période d'étude ne suit pas toujours le schéma classique de distribution selon laquelle le nombre d'espèces augmente de l'amont en aval par la diversification des microhabitats d'amont en Aval (Moisan et Pelletier (2008)). Cette différence s'expliquerait par l'existence d'une part des points de pollution et des activités anthropiques en aval des cours d'eau d'autre part. Ainsi ce non-respect du schéma classique de distribution des espèces dans le Mougoué s'expliquerait par l'existence d'une part des pressoirs d'huile de palme non loin du cours d'eau qui via leurs déchets polluent le milieu (station Mou 3) et le nettoyage du pistache à la station Mou2 d'autres part. Les faibles proportions des espèces observées au niveau du cours moyen et inférieur des cours d'eau Kongolo et Mibangue (Kon 2, Kon 3 et Mib 3) par rapport à leurs stations situées en amont s'expliquerait par un début de dégradation de la qualité de l'eau car ces stations se trouvent en pleine ville et reçoivent les eaux usées des ménages, des laveries et du marché. Zirirane *et al.* (2020) soulignent que les rivières provenant des forêts sont généralement non polluées en amont, mais avec l'utilisation des terres et leur passage dans les zones habitées, elles deviennent polluées par les activités anthropogéniques. L'absence des décapodes dans le cours Nyelbeu de la zone d'Akonolinga pourrait s'expliquer d'une part par l'activité de pêche intense (pêche au barrage et au filet) le long du cours d'eau qui dégrade l'habitat des organismes et certaines activités anthropiques (laverie des véhicules et motos) sur le lit du cours d'eau exercées par la population riveraine d'autre part. En effet, UNEP/MAP/MED (2004) soulignent que la dégradation, la perte et l'homogénéisation de l'habitat conduisent à la perte d'espèces et de fonctions qu'elle assume. L'absence de décapodes (crevettes) à la station Ong 3 et Nyo5 pendant la GSS 2018 serait due au transport des organismes vers la mer lors de la marée basse car ces stations sont influencées par les mouvements de la mer. A cet effet Lae *et al.* (2001) soulignent que les variations de rendement dans les estuaires traduisent en fait la variation de migration (flux d'animaux transportés vers la mer).

La dominance du genre *Caridina* que nous avons observée dans la majorité de nos cours d'eau est également observée par Ajeagah *et al* (2017) dans le Matourou et par Tchakonté *et al.* (2014) dans le Nsapé et par Biram A Ngon (2019) dans plusieurs cours d'eau périurbains forestiers au Cameroun. Les fortes abondances de crevettes du genre *Caridina* enregistrées pendant les grandes saisons sèches seraient dues à la baisse de la hauteur de la lame d'eau, ce qui entraîne la réduction de la vitesse de l'eau et permet aux crevettes *Caridina* de coloniser facilement le milieu (Mongindo Elimosundja, 2007). La baisse du niveau d'eau pendant les saisons sèches défavoriserait la colonisation du milieu par les crevettes du genre *Macrobrachium* car ce sont des crevettes de taille moyenne à grande et elles préfèrent les eaux avec une certaine profondeur d'où les fortes

abondances observées pendant les saisons pluvieuses dans nos différents plans d'eau. Les fortes abondances des crevettes du genre *Macrobrachium* ont été également enregistrées par Kingdom *et al.* (2012) dans le cours d'eau Num et la Crick de Taylor au Nigeria pendant la saison pluvieuse.

Au vu de la distribution des espèces le long du bassin versant du Nyong pendant la période d'étude, la présence des *M. equidens*, *M. idella*, *M. vollenhovenii*, *M. rosenbergehii*, *Palaemon* sp., *Caridina* sp.2 et *Automate* sp. uniquement dans les cours d'eau littoraux (cours inférieur du bassin versant du Nyong) à savoir dans le cours d'eau Mougoue, Mibangue, Ongue et la station Nyo5 pourraient s'expliquer par la proximité de ces cours d'eau de la mer. Il est admis que plusieurs espèces de crustacés marins effectuent leur vie larvaire dans les eaux saumâtres ou douces (N'zi *et al.*, 2008). En effet, selon Pyron & Covich (2003) et Benbow *et al.* (2004), le cycle de vie des espèces amphidromes requiert une migration de l'estuaire vers le cours supérieur des rivières. D'après Cumberlidge, (2006) les espèces *M. vollenhovenii* et *M. macrobrachion* sont des espèces migratrices dont les larves nécessitent un développement en eau salée. L'espèce *M. vollenhovenii* récoltée dans le cours d'eau Mibangue a été récoltée aussi par Makombu *et al.* (2015) dans trois cours d'eau côtiers du Sud-Cameroun. Cette espèce a été également récoltée par Agadjouede (2006) dans la lagune du grand Popo proche de la mer, par Mvogo Ndongo (2018) dans la zone côtière du Cameroun et par Oben *et al.* (2015) dans le cours d'eau Yoke de la zone côtière de Bamenda. La présence de *M. rosenbergehii* uniquement aux stations Ong 3 et Nyo5 pourraient s'expliquer par le fait que ces stations ne sont pas très éloignées de la mer et de plus subissent les mouvements de la mer. A cet effet, Nik Sin et Shapawi (2017) soulignent que *M. rosenbergehii* vit dans des environnements d'eau douce tropicaux influencés par des zones adjacentes d'eaux saumâtres et elle est souvent rencontrée dans des conditions extrêmement turbides. Il convient de souligner comme Hynes (1970), Troadec *et al.* (1969), Charles *et al.* (1982) et Kouamélan *et al.* (2003), que la distribution et l'abondance des macroinvertébrés comme celles des décapodes dans nos différents cours d'eau, est dans une large mesure fonction des exigences spécifiques des divers taxa, des caractéristiques environnementales des différents microhabitats, de la disparition des espèces, de la période d'échantillonnage, de la disponibilité de la nourriture, de la méthode de pêche et de la nature et type du substrat.

L'indice de diversité dans le Bassin versant du Nyong témoignerait un milieu peu diversifié car la valeur de H' s'éloigne de son $\log^2 S$. Ce faible indice s'expliquerait par la dominance de *C. africana* dans le Bassin. Levêque & Balian (2005) soulignent à cet effet que l'indice de diversité de Shannon et Weaver diminue lorsqu'un taxon a une abondance relative très élevée dans le peuplement. Les forts indices enregistrés dans les cours d'eau littoraux pourraient s'expliquer par une meilleure répartition des espèces dans ces sous bassins versants. Par ailleurs, l'augmentation de

la diversité des décapodes d'Abong –Mbang à la zone Littorale s'expliqueraient par l'ajout des espèces côtières ou estuariennes en aval du bassin par conséquent la distribution des espèces dans le bassin versant du Nyong suit le schéma classique de distribution selon lequel le nombre d'espèces augmente d'amont en aval par addition des espèces soit marines et estuariennes comme indiqué par Corredor (1979).

III.2.2.2. Quelques aspects biologiques des décapodes

Les variables morphologiques enregistrées chez les décapodes (crevettes et crabes) pendant la période d'étude dans le bassin versant du Nyong (Annexe 9 et 10) varie d'une espèce à l'autre.

Le coefficient de détermination obtenu pour l'espèce *M. vollenhovenii* (Figure 79) se rapproche de celui trouvé dans la basse vallée de l'Ouémé par Wénon (2005) pour les espèces *M. vollenhovenii* ($R^2 = 0,9708$) et *M. macrobrachion* ($R^2 = 0,9254$) et de celui trouvé par Agadjoude (2006) pour les espèces *M. vollenhovenii* ($R^2 = 0,98$) et *M. macrobrachion* ($R^2 = 0,93$).

Pendant cette étude, la croissance allométrique positive que nous avons obtenue chez les espèces *M. idella* et *Macrobrachium* sp.8 a été observée chez *M. americanum*, *M. digueti*, *M. hancocki*, *M. occidentale*, *M. panamense* par Ibarra & Wehrtmann (2019) sur la côte de l'océan pacifique de Costa Rica au Brésil. La croissance allométrique négative observée chez l'espèce *M. vollenhovenii* dans le cours d'eau Mibangue pendant la période d'étude est différente de celle obtenue par Agadjoude (2006) pour les espèces *M. vollenhovenii* et *M. dux* dans la lagune du grand Popo où la croissance est plutôt allométrique positive. Ce résultat est également différent de celui obtenu par Nwosu & Wolfi (2006) au Nigéria pour qui l'espèce *M. vollenhovenii* a une croissance allométrique positive, de celui de Kouton (2004), de celui de Wénon (2005) dans la basse vallée de l'Ouémé chez qui l'espèce *M. vollenhovenii* a une croissance allométrique positive et de celui de Gangbe *et al.* (2017) dans les eaux douces du Moyen delta de l'Oueme au Sud-Benin pour les femelles de l'espèce *M. vollenhovenii*. La croissance positive obtenue chez les auteurs suscités est similaire à celle que nous avons obtenue chez la même espèce dans le cours d'eau Moungoe. Les valeurs moyennes de K obtenues pour *M. vollenhovenii* (Figure 78) dans les cours d'eau Moungoe ($K=2,35$) et Mibangue ($K=0,87$) montrent que les conditions de vie sont plus acceptables pour cette espèce dans le cours d'eau Mibangue par rapport au cours d'eau Moungoe. Le facteur K obtenu chez cette espèce dans le cours d'eau Moungoe est supérieur à celui obtenu par Agadjoude (2006) dans le Grand Popo au Benin pour les espèces *Macrobrachium dux*, *Macrobrachium vollenhovenii* et *Macrobrachium macrobrachion*.

La croissance allométrique négative observée chez *S. africanus* est également observée chez les espèces de crabes rencontrés dans plusieurs écosystèmes d'Afrique par Goussanou *et al.* (2017). Selon ces auteurs, le modèle de croissance négative s'observe généralement chez les espèces de

crabes car leur croissance pondérale est moins importante que la croissance en taille. La croissance allométrique positive que nous avons observée chez nos espèces de crabes (*S. aubryi*, *S. faradjensis*, *S. floweri*) a été également observée pour l'espèce *Callinectes amnicola* dans la lagune de Lagos au Nigeria par Goussanou *et al.* (2017). Ce type de croissance a été également observé chez l'espèce *Carcinus aestuarii* par Mehmet (2013).

L'étude de la croissance des crevettes *M. vollenhovenii*, *M. equidens*, *M. idella* et des espèces de crabes étudiés au cours de ce travail est pionnière au Cameroun

La petite taille de nos spécimens de *M. vollenhovenii* (35mm) montrerait que les spécimens récoltés au cours de cette étude ne sont pas matures car *M. vollenhovenii* peut atteindre une taille de 171mm (Agadhhouede, 2006). Il en est de même de la plupart de nos espèces du genre *Macrobrachium* qui ne sont pas d'aussi grande taille. Les espèces comme *M. dux*, *Macrobrachium* sp.12 et *Macrobrachium* sp.3 et *M. equidens* portaient des œufs malgré leur petite taille ; ils seraient par conséquent mature. Dans le cas de cette étude nous penserons aussi que les caractéristiques hydrologiques des différents plans d'eau influenceraient la structure de taille de nos crevettes. N'zi *et al.* (2003) ont déjà reconnu l'influence des facteurs environnementaux sur la structure de la taille des crevettes.

Concernant la reproduction des décapodes dans le bassin versant du Nyong, L'espèce *M. dux* a les plus faibles fécondités (FT=59±35 œufs et FR=32±6 œufs/g) et l'espèce *M. equidens* a les plus grandes fécondités (FT=1582±633 œufs et FR=1110±754,36 œufs/g). Ces fortes valeurs de fécondité obtenues chez *M. equidens* feraient d'elle l'espèce la plus prolifique dans le bassin versant du Nyong pendant la période d'étude. Le nombre moyen d'œufs que nous avons obtenu chez nos espèce est inférieur à celui trouvé chez *M. macrobrachion* et *M. vollenhovenii* par Kouton (2004), par N'Zi *et al.* (2007 et 2008) et par Agadjihouede (2006). De nombreux auteurs ont souligné que la fécondité des décapodes est étroitement liée à la taille de la femelle (Echeverria-Saenz & Wehrtmann, 2011; Vargas-Ceballos *et al.*, 2018 et Paschoal *et al.*, 2019). Ce modèle est lié au fait que les femelles de grande taille ont des ovaires plus gros et peuvent porter plus d'embryons que les petits individus de la même espèce en raison d'un plus grand espace physique disponible pour l'attachement des œufs, ce qui leur permet de produire et de transporter plus d'œufs. Les résultats que nous avons obtenus sont conformes à cette tendance générale car quelque soit l'espèce étudiée au cours de cette étude, ce sont les plus grandes femelles qui portent le plus grand nombre d'œufs. Le taux de féminité enregistré chez *M. dux* au cours de cette étude est supérieur à celui obtenu par Arimoro & Meye (2007) dans la rivière Orogodo au Nigéria pour la même espèce.

La valeur élevée de RGS (11,44) obtenue chez *M. dux* pendant la petite saison sèche traduirait un état de maturité d'œufs plus poussé par rapport à celui de la femelle récoltée pendant

la grande saison sèche (2017) (RGS=4,44%). La femelle de *M. equidens* récoltée pendant la grande saison sèche (Février) a un état de maturité d'œuf (RGS=13,04= plus avancé comparativement à celui récolté pendant la grande saison des pluies (Novembre) (7,24). La période de reproduction de *M. equidens* s'étendrait de la grande saison de pluie à la grande saison sèche. Kingdom & Erondu (2013) soulignent à cet effet que quand l'indice RGS est compris entre 10,55 et 15,57, les crevettes d'eau douce entrent dans une phase intense d'activité de reproduction. La présence des femelles ovigères pendant la petite saison sèche (Juillet) et la Grande saison de pluies (Novembre), correspondrait à la période de ponte qui corrobore la période de ponte des crevettes *Macrobrachium* qui a lieu de juillet à décembre d'après Villé (1972). La présence des femelles ovigères pendant la grande saison sèche et la petite saison sèche chez *M. dux* et *Macrobrachium* sp.3 s'expliquerait par la production du nombre réduit de gros œufs. Ces œufs sont assez larges et par conséquent leur développement larvaire serait raccourci. D'où leur reproduction deux fois l'année. En fait, la reproduction des crevettes du genre *Macrobrachium* n'est pas continue tout au long de l'année. A ce propos Gangbe *et al.* (2016) soulignent que fécondité réduite est compensée par des fécondations plus rapprochées. Les différences des points de vue morphologique et reproductif observées chez les espèces étudiées peuvent être liées à plusieurs facteurs tels que les conditions physico-chimiques du milieu, la disponibilité alimentaire, les caractéristiques génétiques des espèces et les stress environnementaux (Goussanou *et al.*, 2017).

L'étude des paramètres de reproduction faits sur les espèces *M. dux*, *Macrobrachium* sp.3 et *Macrobrachium* sp.8 est une étude pionnière au Cameroun.



CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET
PERSPECTIVES

- Conclusions

Au terme de cette étude qui portait sur la bio-écologie des Crustacés Décapodes dans le bassin versant du Nyong (zone forestière sud Cameroun). Force est de constater que les cours d'eau Atsale, Mbem, Nyelbeu, Ondoamedza, Kongolo, Ndjockyambi, Lepmassoun, Mibangue, Moungoe, Ongue affluent du Nyong, sont des cours d'eau périurbains de la région écologique du Centre-Sud forestier du Cameroun. Ils s'écoulent dans un bassin versant de type forêt dense secondaire. Ces cours d'eau présentent pour la plupart un profil en long normal, avec une faible profondeur de substrat. La profondeur de l'eau et la largeur du lit augmentent pendant les crues. Les cours d'eau ont majoritairement un substrat sableux et caillouteux parfois jonché de macro-débris organiques.

Les paramètres physicochimiques des eaux ont varié significativement entre les stations rurales et celles situées en zone périurbaine. De même, des variations saisonnières ont été observées pour certains paramètres aussi bien en milieu rural, en milieu périurbain et urbain. Les valeurs de l'oxygénation dissoute moyenne, les températures moyennes, la faible minéralisation des eaux malgré les valeurs de conductivité relativement élevées dans le sous-bassin du Kongolo, la pollution organique faible à nulle, les valeurs relativement élevées de la couleur et les valeurs relativement faibles des autres paramètres physicochimiques (MES, turbidité, l'alcalinité, nitrates, orthophosphates...) indiquent que les différents sous-bassins versants sont relativement peu anthropisés et ils sont de qualité écologique très bonne.

Les analyses biologiques révèlent que le bassin versant du Nyong regorge 37 espèces de décapodes appartenant aux Sous-Ordre des Caridea et Brachyura soit un total de 4877 individus. Il s'agit de 30 espèces de crevettes soit le genre *Caridina* (*C. nilotica*, *C. africanus*, *Caridina* sp.1 et *Caridina* sp.2), le genre *Macrobrachium* (*M. latimanus*, *M. rude*, *M. niloticus*, *M. dux*, *M. lanceifrons*, *M. macrobrachion*, *M. equidens*, *M. vollenhovenii*, *M. idella*, *M. rosenbergii*, *Macrobrachium* sp.1, *Macrobrachium* sp.2, *Macrobrachium* sp.3, *Macrobrachium* sp.4, *Macrobrachium* sp.5, *Macrobrachium* sp.6, *Macrobrachium* sp.7, *Macrobrachium* sp.8, *Macrobrachium* sp.9, *Macrobrachium* sp.10, *Macrobrachium* sp.11, *Macrobrachium* sp.12, *Macrobrachium* sp.13; le genre *Palaemon* (*Palaemon* sp.); le genre *Automate* (*Automate* sp.). Sept espèces de crabes ont été identifiées au cours de cette étude, elles appartiennent au genre *Sudanonautes* (*S. africanus*, *S. faradjensis*, *S. aubryi*, *S. granulatus*, *S. chavanesii*, *S. floweri*) et au genre *Potamonautes* (*Potamonautes* sp.). C'est la première fois que la crevette du genre *Automate* (Decapoda-Alpheidae) a été identifiée dans les eaux douces au Cameroun.

Dans le bassin versant étudié, la faune des décapodes est peu diversifiée avec une dominance de *Caridina africana*. Cette dominance est observée dans les cours d'eau du bassin amont du

Nyong, pourtant dans les cours d'eau littoraux, cette dominance est renversée par celle de *Palaemon* sp. Dans le cours d'eau Ongue, celle de *Caridina* sp.2 dans le cours d'eau Mibangue et celle *M. idella*. Dans le cours d'eau Moungoe, *Caridina africana* et *Palaemon* sp. Partage la dominance. La zone du littoral est la plus diversifiée dans le bassin versant étudié et les zones d'Abong-Mbang et d'Akonolinga sont les moins diversifiées. Parmi nos différentes zones d'étude, la zone de Makak se ressemble plus de la zone de Mbalmayo de par sa composition spécifique. L'espèce *Caridina africana* est une espèce constante dans l'ensemble bassin versant du Nyong (%O= 73%), les espèces comme *Macrobrachium* sp.3, *Macrobrachium* sp.4 et *Palaemon* sp. sont des espèces accessoires dans le bassin versant du (25% >%O>50%). Les autres espèces sont rares car propres à certains cours d'eau ou zones.

La croissance et les paramètres morphométriques des espèces de décapodes étudiées varient d'une espèce à l'autre et d'un cours d'eau à l'autre dans le bassin versant du Nyong. Ainsi les croissances allométriques positives (Atsale et Ondoamedza) et négative (Lepmassoun et Ndjockyambi) sont observées chez *Macrobrachium* sp.3. Il en est de même de *Macrobrachium* sp.4 chez qui la croissance est négative dans le cours d'eau Mbem; pourtant il a une croissance allométrique positive dans les cours d'eau de la zone de Mbalmayo et le cours d'eau Lepmassoun. L'espèce *Macrobrachium* sp.8 a une croissance allométrique positive dans le cours d'eau Ondoamedza et une croissance allométrique négative dans le cours d'eau Ndjockyambi. Dans le Nyong *M. idella* et *M. equidens* ont une croissance allométrique positive, il en est de même de *M. vollenhovenii* et *M. equidens* dans les cours d'eau Moungoe et Ongue respectivement. Mais une croissance allométrique négative est observée chez *M. vollenhovenii* dans le cours d'eau Mibangue. Une croissance isométrique a été observée chez *S. faradjensis* et *S. aubryi*. Dans la zone du littoral les conditions de vie sont plus acceptables pour *M. vollenhovenii* dans le cours d'eau Mibangue. Le cours d'eau Ondoamedza a les conditions de vie plus appropriées pour le développement des espèces *Macrobrachium* sp.3, *Macrobrachium* sp. 4 et *Macrobrachium* sp.8. L'espèce *M. equidens* est la plus prolifique dans le bassin versant du Nyong parmi les espèces ayant eu des femelles ovigères car sa femelle porte le plus grand nombre d'œufs et *M. dux* est la moins prolifique. La période de ponte des espèces *M. dux*, *Macrobrachium* sp.3 et *Macrobrachium* sp.12 s'étend de juillet à décembre et peut même se poursuivre jusqu'à février dans le bassin versant.

L'étude statistique des relations entre l'abondance des espèces et les paramètres physicochimiques ne donne pas de résultats réellement probants dû au fait que les corrélations ne soit pas très forte entre les paramètres physicochimique et les décapodes. On peut tout de même retenir que le pH, la couleur et la dureté calcique influencent négativement la distribution de l'espèce *S. aubryi*. L'espèce *S. faradjensis* est influencée négativement par la conductivité et la

salinité et positivement avec la résistivité. L'oxygène dissous influence positivement la distribution des espèces *S. aubryi* et *S. africanus* et de *C. africana*. La dominance de *Caridina africana* dans la plupart des zones étudiées exceptés la zone du littoral ne s'attribue pas trop aux valeurs de paramètres physicochimiques mais nous plutôt à la profondeur de la lame d'eau dans nos différents sous bassins versants qui assure également la distribution des espèces du genre *Macrobrachium*. La distance séparant nos cours d'eau de la mer influence aussi sur la distribution de certaines espèces de l'amont en aval du bassin versant du Nyong. Ainsi les espèces comme *M. vollenhovenii*, *M. idella*, *M. equidens*, *Palaemon* sp., *M. rosenbergii* et *Caridina* sp.2 n'ont été que dans les cours d'eau et les stations à proximité de la mer (Mibangue, Mougoue, Ongue et Nyo5). En revanche, la baisse des abondances de l'amont vers l'aval dans nos cours d'eau est un signe de fortes perturbations, en lien avec les activités anthropiques et de la pêche riveraine.

- **Recommandations**

Au regard de l'avancée rapide du phénomène d'urbanisation, de la croissance démographique des zones périurbaines des régions concernées par la dite étude, de l'utilisation anarchique des sols, tout ceci allié aux changements climatiques deviennent de nos jours de plus en plus imprévisibles. L'ensemble de ces résultats montre sans équivoque le début de dégradation de certains plans d'eau dans le bassin versant du Nyong et la perte d'une part importante de la biodiversité des décapodes. Ces résultats apportent un complément d'information sur la diversité, l'écologie et la taxinomie des décapodes d'eau douce en milieu urbain et périurbain. Du fait du début de pollution dans le bassin versant du Nyong, les sous- bassins étudiés sont donc condamnés à disparaître si des dispositions ne sont pas prises, de même que la diversité des décapodes qu'ils abritent. Pourtant les décapodes sont un maillon important des réseaux trophiques aquatiques, une source de protéine pour l'homme et ils représentent un intérêt socio-économique très important; montrant ainsi la vulnérabilité des ressources halieutiques animales d'importance socio-économique. La disparition de cette ressource halieutique peut représenter un frein pour le développement des secteurs économiques qui en dépendent au Cameroun.

Fort de ce constat, nous ne saurions terminer sans formuler les recommandations suivantes: Aux populations riveraines de s'approprier le concept «éco-citoyen» en utilisant les moyens appropriés pour l'évacuation de leurs déchets; d'éviter de transformer les points d'eau en laverie d'automobile; de modérer l'utilisation des engrais chimiques et les activités de pêches (pêche au barrage). Les hydrobiologistes doivent mener des études sur les décapodes et d'autres organismes dans la zone forestière sud Cameroun qui restent mal ou peu connues. Aux communes d'Abong-Mbang, d'Akonolinga, de Mbalmayo, de Makak, d'Edéa 1^{er} 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 des ressources en eau en vue de réduire les risques de maladies hydriques, d'améliorer les conditions de vie des populations et de protéger les espèces halieutiques qui sont d'une très grande importance économique, social et écologique ; de mettre sur pied un plan d'urbanisation adéquat; de construire des stations d'épuration des eaux dans les centres urbains; d'améliorer et renforcer le système de collecte de déchets et d'appliquer rigoureusement les textes relatifs à la protection de l'environnement. Au gouvernement de mettre sur pied des essais de carcinoculture en eau douce et de la vulgariser auprès de la population en vue de pallier aux problèmes de manque et de baisse constante de production nationale de pêche et de surexploitation des ressources halieutiques.

- **Perspectives**

Dans les travaux à venir, pour mieux comprendre la diversité et dynamique des peuplements de décapodes nous envisageons faire des analyses biomoléculaires des espèces de décapodes issues de cette étude, ceci afin de approfondir notre étude sur la morphologie et la taxinomie ; de réaliser des essais de toxicité sur nos groupes de décapodes, ceci afin de définir les cotes de tolérance propres au contexte camerounais et d'étendre les échantillonnages dans d'autres milieux aquatiques, d'intégrer d'autres méthodes d'échantillonnage, de réaliser dans la mesure du possible des échantillonnages nocturnes en vue d'établir éventuellement des cycles nyctéméraux et de caractériser les réseaux trophiques en milieu aquatique en zone forestière, en vue de préciser sur les équilibres bioécologiques et hydrodynamiques dans les zones peu anthropisées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACPFishII (Afrique Caraïbes Pacifique) (2011). Renforcement de la gestion des pêches dans les pays ACP : Structuration des moyens intra-institutionnels (privés et publics) et des relations inter-institutionnelles aux niveaux national et international dans les filières crevetticoles au Cameroun. Rapport technique définitif du programme ACPfish II. Mise en œuvre par COOPEQUA et EUROCONSULTANTS, 95p.
- Agadjihouede, H. (2006). *Diversité et exploitation des crevettes d'eau douce dans la lagune de grand-popo (bas-mono)*. Thèse pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, Université d'Abomey-Calavi, 67p.
- Agence de l'Eau (AE). (1999). *Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau: grilles de seuils par usage et fonction, version 1*: 23.
- Ahonon, A. 2011. *Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface dans les zones montagneuses du sud-ouest du Togo : cas du canton de Lavie*. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master international en Environnement Eau et Santé, Université de Lomé, 35p.
- Ajeegah, G. A., Asi Quiggle, A. & Nola, M. (2016). Bioqualité des formes de dissémination des protozoaires Flagellés entériques dans les eaux souterraines (sources et puits) en zone anthropisée (Yaoundé- Cameroun). *Européan Scientific Journal*, 12(33): 1857 -7881.
- Ajeegah, G. A., Bikitbe, J. F. & Longo, F. (2013). Qualité bioécologique d'un milieu lacustre hyper-eutrophisé en zone équatoriale (Afrique Centrale): peuplement de protozoaires ciliés et macroinvertébrés benthos-aquatiques. *Afrique Science* 09 (2): 50-66.
- Ajeegah, G. A., Enah, D. A. & Foto Menbohan, S. (2016). Chironomid bio-ecology in an anthropized aquatic ecosystem in Yaounde (Cameroon): community diversity and relationship with the environmental variables of the water system. *Entomology and Applied Science Letters*, 3, 5:196 - 203.
- Ajeegah, G.,A., Enah, D. A. & Foto Menboham,S. (2017). A study of the morphological structure of Chironomidae (Diptera) in a tropical urban water system. *International Journal of Sciences*, 6:1-9.
- Ajeegah, G.,A., Yogback, G. E., Foto Menbohan S., Tchakonté, S., Nana,P. A., Bricheux, G., Sime-Ngando T., Djiéto-Lordon C. (2018). Biomorphologie des crustacés d'un cours d'eau peu anthropisé en forêt équatoriale au Cameroun. *Revue de Science et de l'eau*, 31(1) 29-40.
- Ajeegah, G. A., Kekeunou, S., Njiawouo Pountigni, E. N. & Foto Menbohan, S. (2014). Morphologie et abondance des stades de développement d'*Ilyocoris cimicoïdes* Linné 1758 (Heteroptera: Naucoridae) dans un lac anthropisé en zone tropicale (Cameroun). *Journal of Applied Biosciences*, 79: 6926-6937.
- Ajeegah, G.A., Yogback, G. E., Foto Menbohan S., Tchakonté, S. et Djiéto-Lordon, C. (2017). Facteurs environnementaux et répartition spatiale des crustacés dans un cours d'eau peu anthropisé à Makak (Région du Centre Cameroun). *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement*, volume XI, 181-196.
- Allan, J. D. (2004). Landscape and rivers cape: the influence of land use on stream ecosystems. *Annals review of ecological systems* 35: 257-284.

- Allan, J. D. & Flecker, A. S. (1993). Biodiversity conservation in running waters: identifying the major factors that threaten destruction of riverine species and ecosystems, *bioscience* 43: 32-43.
- American Public Health Association (APHA) (1998). *Standard method for examination of water and wastewater*. American Public Health Association, 20th edition, Washington, DC, 1150.
- Angelier, E. (2000). *Ecologie des eaux courantes*. Edition Tec et Doc, Paris, 199p.
- Angelier, E. (2003). *Ecology of streams and rivers*. Science publisher, inc. Enfield, 211 - 213.
- Antoniadou, C., Vafeiadou, A.-M., & Chintiroglou, C. (2013). Symbiosis of sea anemone and hermit crabs in temperal saeas. *Nova Science Publisher*, 95-117
- AQUASTAT (2005). *Cameroun. L'irrigation en Afrique en chiffres*. Enquête AQUASTAT 2005, 10p.
- Arimoro, F. O. & Meye, J. A. (2007). Some aspects of the biology of *Macrobrachium dux* (Lenz, 1910) (Crustacea: Decapoda: Natantia) in river Orogodo, Niger Delta, Nigeria. *Acta biologica Colombiana* 12 (1) : 111 -122.
- Ashelby, C. W., & De Grave, S. (2009). A new species of Palaemon (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) from West Africa, with a re-description of *Palaemon maculatus* (Thallwitz, 1892). *Zootaxa* 2085: 27–44.
- Bailey, R. G. & Crichto, M. (1971). Freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* (crustacea: palaemonidae) in East Africa, with a key for their identification and notes on their exploitation. *Journal of The East Africa Natural History Society nnd National Museum* 8(20):8.
- Barbier, C., (2010). *Crevettes d'eau douce en aquariophilie : Exemple de maintenance de la Neo Caridina Heteropoda pour les débutants*. Thèse d'exercice, Medecine vétérinaire, soutenu à l'Ecole National Vétérinaire Toulouse 3, 102p.
- Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D. & Stribling, J. B. (1999). *Rapid bioassessment protocols for use in stream and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish*. 2nd edition, U. S. Environmental protection agency, office of water, Washington, 218p.
- Barko, V. & Hrabik, R. A. (2004). Abondance de crevettes de l'Ohio (*Macrobrachium ohione*) et de crevettes de verre (*Palaemonetes kadiakensis*) dans le haut du fleuve Mississippi sans entrave. *Naturaliste américain des Midlands* 15:265-273
- Bate, C. S. (1868). On a new genus, with four new species, of freshwater prawns. *Proceedings of the Scientific Meetings of the Zoological Society of London*, 1868: 363–368.
- Bate, C. S., (1878). On the Willemoesia group of Crustacea. *The Annals and Magazine of Natural History*, 2(5): 273–283.
- Bate, C. S. (1881). On the Penaeidea. *The Annals and Magazine of Natural History* 8 (5): 169–196.
- Bate, C. S. (1888). Report on the Crustacea Macrura collected by H.M.S. Challenger during the Years 1873–76. In: Murray, J., *Zoology*. Wyville Thomson, C. & J. Murray, *Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. Challenger During the Years 1873–76 Under the Command of Captain George S. Nares, R.N., F.R.S. and the Late Captain Frank Tourle Thomson, R.N.* Vol. 24. Edinburgh, Neill and Company. 1–942.
- Beaumont, A. & Cassier, P. (1981). *Biologie Animale: des Protozoaires aux Métazoaires épithélienneuriens*. 3^{ème} édition, Tome I, 459.
- Beaumont, C., Guillaumin, S., Geraert, P. A., MignonGrasteau, S. & Leclercq, B. (1998). Genetic parameters of body weight of broiler chickens measured at 22°C or 32°C. *Br. Poult. Sci.* 39, 488-491.

- Beisel, J. N., Usseglio-Polatera, P., Thomas, S. & Moreteau, J. C. (1998). Stream community in relation to spatial variation: the influence of mesohabitat characteristics. *Hydrobiologia*, 389: 73-88.
- Benbow M. E., Burky A. J. & Way C. M., (2004). Morphological characteristics and species separation of Hawaiian postlarval amphidromous fishes. *Micronesica*, 37: 129-144.
- Biram A Ngon, C. H. (2013). *Structure des peuplements de macroinvertébrés benthiques dans le cours d'eau Abouda*. Mémoire de Master, Université de Yaoundé I, 63p.
- Biram à Ngon, E. B., Foto Menbohan, S., Ndjama, J., Nyame, M. D., Mboye, B. R. & Ajeegah, G. A. (2018). Ecological factors and Dictyoptera (Blaberidae) association benthic macroinvertebrates, in some forest streams in the Centre region of Cameroon. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 5(7) : 235 - 246.
- Bodin, N. (2005). *Contamination des crustacés décapodes par les composés organohalogénés. Etude détaillée de la bioaccumulation des PCB chez l'araignée de mer Maja brachydactyla*. These de Doctorat De l'Université de Bretagne Occidentale, Spécialité Océanologie biologique, 329p.
- Bony, Y. K., Kouassi N. C., Diomande, D., Goure`ne, G., Verdoit-Jarraya, M. & Pointier, J. P. (2008). Ecological conditions for the spread of the invasive snail *PHysa marmorata* (Pulmonata: pHysidae) in Ivory Coast. *African zoology* 43:53-60.
- Boon, P. J. (1992). *Essential elements in the case for river conservation. River conservation and management* 11-33.
- Borics, G., Varbiro, G. & Padisak, J. (2013). Disturbance and stress: different meanings in ecological dynamics. *Hydrobiologia*, 711: 1-7.
- Borradaile, L. A., (1900a). On some Crustaceans from the SouthPacific. Part IV. The crabs. *Proceedings of the General Meetings for Scientific Business of the Zoological Society of London*, 1900(3): 568–596.
- Borradaile, L. A., (1900b). On the Stomatopoda and Macrura brought by Dr. Willey from the South Seas. In: Willey, A., Zoological results based on material from in New Britain, New Guinea, Loyalty Islands and elsewhere collected during the years 1895, 1896 and 1897. Vol. 4. Cambridge, *University Press*, 395–428.
- Borradaile, L. A. (1915). Notes on Carides. *The Annals and Magazine of Natural History*, 15 (8): 205–213.
- Bouvier, E. L. (1904). Crevettes de la famille des Atyidés: espèces qui font partie des collections du Muséum d'Histoire Naturelle. *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle*, 10: 129-138
- Bouvier, E.-L., (1912a). *Dugastella marocana*, crevette primitive nouvelle de la famille des Atyidés. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 155: 993–998.
- Bouvier, E.-L., (1912b). Un type nouveau de crevettes d'eau douce africaine, la *Caridinopsis chevalieri* nov. gen. et sp. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (1)*, 18: 300-303.
- Bruce, A. J. (1993). *Kakaducaris glabra* gen. nov., sp. nov., a new freshwater shrimp from the Kakadu National Park, Northern Territory, Australia, Crustacea: Decapoda: Palaemonidae with the designation of a new subfamily KakaduCaridinae. *hydrobiologia* 268 : 27-44.
- Bui, Q. T. (2006). Analyse de l'évolution phyletique de crustaces decapodes et de l'évolution moleculaire des elements mobiles de la famille mariner presents chez ces organisms. Thèse de Doctorat, Université du Maine, 198p.

- Burkenroad, M. D. (1963). The evolution of the Eucarida, (Crustacea, Eumalacostraca), in relation to the fossil record. *Tulane Studies in Geology*, 2(1): 3–17.
- Calman, W. T. & Lankester, R. (1964). *Crustacea (a treatise on zoology)*. Ascher and Co. Amsterdam, 346p.
- Camacho, A. I. (1992). *The natural history of biospeleology*. Madrid, Mus. Na. C. Cien Nat. et C.S.I.C, Monografias, 7: 680p.
- Camara I. A. (2013). *Composition, structure et déterminisme des macroinvertébrés de la rivière Banco (Parc National du Banco ; Côte d'Ivoire)*. Thèse de Doctorat, Université Nangui Abrogoua, 151p.
- Cassanova, B. (2004). Ordre de Euphausiacea Dana 1852 –l'Ordre Euphausiacea Dana, 1852). *Crustacés*, 76 (9),1083-1121.
- Centre d'expertise en analyses environnementales du Québec (2007). *Détermination des orthophosphates dans l'eau: méthode calorimétrique automatisée à l'acide ascorbique*. Ma. 3030-p1.0, revue, 3, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 12p.
- Charles, P.H., Michael, L. M. & Anderson, N. H. (1982). Effects of canopy, substrate composition and gradient on the structure of macroinvertebrate communities in Cascade Range stream of Oregon. *Ecology* 63, 3, 1840-1856.
- Charvet, 1995. *Les méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des eaux basées sur les macroinvertébrés benthiques*. Mémoire DEA, Université de Claude Bernard -Lyon 1 France, 39.
- Chen, R. T., Tsai, C. F. & Tzeng, W. N. (2009). Freshwater prawns (*Macrobrachium* Bate, 1868) of Taiwan with special references to their biogeographical origins and dispersion routes. *Journal of Crustacean Biology* 29 (2) : 232-244.
- Chouinard, H. (2010). *L'intégrité écologique des cours d'eau : analyse de méthodes de suivi et proposition d'une méthode adaptée au Parc national d'Ifrane*. Mémoire en biologie avec un cheminement de type cours en écologie internationale et maîtrise en environnement avec un cheminement de type cours en gestion de l'environnement avec stage, présenté en vue de l'obtention des grades de maître en écologie internationale et maître en environnement, Université De Sherbrooke : 126p.
- Chuzeville, B. (1990). *Hydrobiologie tropicale et appliquée en Afrique subsaharienne. Collection maîtrise de l'eau. Ministère français de la coopération et du développement*. Paris Agridoc, 275. Stage. DEA océanogr. Biol., Paris 6, 36p.
- Kessler, C. (2005). *Observation of a coconut crab, Birgus latro (Linnaeus, 1767) predation on a Polynesian rat, Rattus exulans (Peale, 1848)*. *Crustaceana* 78 (6): 761–762.
- Colas, F., Vigneron, A., Felten, V. & Devin, S. (2014). The contribution of a niche-based approach to ecological risk assessment: Using macroinvertebrate species under multiple stressors. *Environmental Pollution*, 185: 24-34.
- Corredor, L. (1979). *Identification, distribution et aperçus écologiques des crevettes d'eau douce de Côte d'Ivoire*. Rapp. Stage. DEA océanogr. Biol., Paris (6): 36p.
- Coutière, H. (1906). Sur une nouvelle espèce d'*Alpheopsis*, *A. haugi*, provenant d'un lac d'eau douce du bassin de l'Ogoué (Voyage de M. Haug). *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, 12: 376-380.

- Crandall, & Felder, D. L., *Decapod Crustacean Phylogenetics*. Koenemann, S., *Crustacean Issues*. Vol. 18. Boca Raton, London, New York, CRC Press, Taylor & Francis Group. 491- 508.
- Cristiana, R. M., Manoel L. Q., Abrunhosa, F., Bastos, S., Schneider, H. et Iracilda, S. (2011). Occurrence of the Indo-Pacific freshwater prawn *Macrobrachium equidens* Dana 1852 (Decapode, Palaemonidae) on the coast of Brazilian Amazonia with notes on its reproductive biology. *Annal of the Brazilians Academy of Sciences*, 83(2); 533-544.
- Crosnier, A. & Forest, J. (1966). Campagne de calypso dans le Golfe de Guinée et aux îles Sao Tomé et Annobon (1956) et campagne aux îles du Cap vert(1959) (suite) :19. Crustacés décapodes : alpheididae. *Annal de l'Institut Océanographique*, 44 (7), 199-314.
- Cumberlidge, N. (1985a). Redescription of *Liberonautes chaperi* (A. Milne-Edwards. 1887) n. comb., a freshwater crab from Ivory Coast (Brachyura. Potamonautidae). *Canadian Journal of Zoology* 63: 2704-2707.
- Cumberlidge, N. (1985b). *Potamonautes (Platypotamonautes) ecorseii* (Marchand. 1902) (Decapoda, Potamonautidae) new to Ghana and northern Nigeria. *African Journal of Ecology* 23: 195-197.
- Cumberlidge, N. (1986). Ventilation of the branchial chambers in the amphibious West African freshwater crab *Sudanonautes (Convexonautes) aubryi monodi* (Balss. 1929) (Brachyura. Potamonautidae). *Hydrobiologia* 134: 53-65.
- Cumberlidge, N. (1987). Notes on the taxonomy of West African gecarcinucids of the genus *Globonautes* BoU. 1959 (Decapoda, Brachyura). *Canadian Journal of Zoology*, 65(9): 2210-2215.
- Cumberlidge, N. (1989). Redescription of *Sudanonautes orthostylis* (BoU, 1955), a freshwater crab from Nigeria, Cameroon and Ghana (Decapoda, Potamonautidae). with notes on its ecology. *Crustaceana* 56(3): 230-245.
- Cumberlidge, N. (1991a). *Sudanonautes kagoroensis*. a new species of fresh-water crab (Decapoda: Potamoidea: Potamonautidae) from Nigeria. *Canadian Journal of Zoology*. 69: 1938-1944.
- Cumberlidge, N. (1991b). The respiratory system of *Globonautes macropus* (Rathbun. 1898). a terrestrial freshwater crab from Liberia (Gecarcinucoidea, Gecarcinucidae). *Crustaceana*. 61 (1): 69-80.
- Cumberlidge, N. (1993a). Two new species of *Potamonemus* Cumberlidge and Clark. 1992 (Brachyura, Potamoidea. Potamonautidae) from the rain forests of West Africa. *Journal of Crustacean Biology* 13(3): 571-584.
- Cumberlidge, N. (1993b). - Redescription of *Sudanonautes granulatus* (Balss, 1929) (Potamoidea. Potamonautidae) from West Africa. *Journal of Crustacean Biology* 13(4): 805-816.
- Cumberlidge, N. (1996a). A taxonomie revislon of freshwater crabs (Brachyura, Potamoidea, Gecarcinucidae) from the Upper Guinea forest of West Africa. *Crustaceana*, 69(6): 681-695.
- Cumberlidge, N. (1996b). On the *Globonautes* Bott, 1969, freshwater crabs from West Africa (Brachyura: Potamoidea: Gecarcinucidae). *Crustaceana*, 69 (7): 809-820.
- Cumberlidge, N. (1997). The African and Madagascan freshwater crabs In the Museum of Natural History, VieIU1a (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Potamoidea). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*. 99B: 571-589.
- Cumberlidge, N. (1999). - The Freshwater crabs of Mount Nimba, West Africa. Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. In press.

- Cumberlidge, N. (1999). *The Freshwater Crabs of West Africa Family Potamonautidae*. Éditions de l'IRD - Institut de Recherche pour le Développement, Collection Faune et Flore Tropicale, Paris, 1999, 383p.
- Cumberlidge, N. (2006). Inventaire rapide des crustacés décapodes de la préfecture de Boké en Guinée. Rapid Assessment Program (RAP). *Bulletin of Biological Assessment / Bulletin RAP d'Evaluation Rapide* 41, 38-46.
- Cumberlidge, N. & Clark, P. F. (1992). A new genus and species of freshwater crab from Cameroon, West Africa (Crustacea, Brachyura, Potamoidea, Potamonautidae). *Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)*, 58(2): 149–156.
- Cumberlidge, N. & Huguet, D. (2003). *Les Crustacés Décapodes du Nimba et de sa région*, in Lamotte M. & Roy R. (eds), *Le peuplement animal du mont Nimba (Guinée, Côte d'Ivoire, Liberia)*. Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle 190 : 211-229.
- Cumberlidge, N. & Ng, P. K. L. (2009). *Systematics, evolution, and biogeography of freshwater crabs. Decapod crustaceans phylogenetics*. CRC press, Taler and Francis Group, Boca Raton, 491-508.
- Cumberlidge, N. & Meyer, K. S. (2011). The freshwater crabs of Lake Kivu, East Africa. *Journal of Natural History* 45 (29-30): 1835–1837.
- Dacharry, M. (1999). Réseau hydrographique. *Dictionnaire français d'hydrologie*.
- Dajoz, R. (1985). *Précis d'écologie*. 5^e édition, bordas, paris, 525.
- Dajoz, R. (2000). *Précis d'Ecologie*. 7^{ème} édition, Dunod, Paris, France, 615p.
- Dana, J. D. (1852 a). Conspectus Crustaceorum quae in Orbis Terrarum circumnavigatione, Caralo Wilkes e Classe Reipublicae Foederatae Duce, lexit et descripsit. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.*, 1852, 10-28.
- Dana, J. D. (1852 b). - Crustacea. United States Explorillg Expedition during the years 1838, 1839, 1840, 1841, 1842 under the command of Charles Wilkes, U. S. N., pt. 1, vol. 13, , 1-1620.
- Dana, J. D. (1855). - *Ibid.*, *Atlas*, vol. 13, 1-27, 96p.
- Davies, P. J., Wright, I. A., Findlay, S. J., Jonasson, O. J. & Burgin, S. (2010). Impact of urban development on aquatic macroinvertebrates in south eastern Australia: degradation of in-stream habitats and comparison with non-urban streams. *Aquatic Ecology*, 44: 685-700.
- Davies, S. P. & Jackson, S. K. (2006). The biological condition gradient: a descriptive model for interpreting change in aquatic ecosystems. *Ecological Applications*, 16: 1251-1266.
- Day, J. A., Stewart, B. A , Moor, I .J. & Louw, A. E. (2001). Guides to the freshwater invertebrates of southern Africa Crustacea III. Bathynellacea, ampHipoda, isopoda, spelaeogripHacea, tanaidacea, decapoda. *Water Research Commission*, 4: 1- 51.
- De Grave, S., (2007). A new species of *Euryrhynchus* Miers, with a discussion of the systematic position of the Euryrhynchidae Holthuis (Crustacea, Decapoda). *Zoologischer Anzeiger*, 246 : 193-203.
- De Grave, S. & Al-Maslmani, I. (2006) A new species of Palaemon (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) from Qatar. *Zootaxa* 1187: 37–46.
- De Grave, S., Cai, Y. & Anker, A. (2008). Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 287-293.
- De Grave, S., Cai, Y. et Anker, A. (2008). Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 287-293.

- De Grave, S., Pentcheff, D. N., Ahyong, S. T., Chan T.-Y., Crandall K. A., Dworschak P. C., Felder, D.L., Feldmann, R. M., Fransen, C. H. J. M., Goulding, L. Y. D., Lemaitre, R., Low, M. E. Y., Martin, J. W., Ng, P. K. L., Schweitzer C. E., Tan, S. H., Tshudy, D. & Wetzer, R. (2009). A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin Of Zoology Supplement* (21): 1–109.
- De Man, J. G. (1899). Note sur quelques espèces du genre *Alpheus* Fabl'., appartenant à la Section dont *l'Alpheus Edluardsi* Aud. *Soc. zool. FrGllCe*, 11, 309-325.
- DE Man, J. G., (1911). Family Alpheidae. The Decapoda of the Siboga Expedition. Part II. *Siboga Exped., iliJonogr.* 39 a 1,133-465.
- De Man, J. G. (1915). *Explanations of Plates of Alpheidae. The Decapoda of the Siboga Expedition. Supplement to Part II Family Alpheidae. Ibid., Monogr.* 39 a 1, 23p.
- De Man, J.G. (1923) *Leander longirostris* (H. M.-Edw.) var. *robusta* nov. var., the common prawn of the estuary of the Meuse and of the Hollandsch Diep. *Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging ser 2*: 1–9. DE Man, J. G. (1908). Diagnoses of new species of Mac'l'urous Decapod Crnstacea l'rom the « Siboga-Expedition ». *Noies Leyc/en Mus.*, 30, 98-112.
- De Man, J.G. (1925) Contribution a l'étude des décapodes macroures marins et fluviatiles du Bassin du Congo. *Annales du Musée du Congo Belge, Zoologie, Série III, Arthropodes. Section III - Crustacés*, 1(1) : 1–54.
- Derwich, E., Benaabidate, L, Zian, A, Sadki, O. & Belghity, D. (2010). Caractérisation physicochimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec oued Fès. *Larhyss Journal*, 1112-3680, 08: 101-112.
- Devidal, S, Richard-Sirois, C, Pouet, M. F., & Thomas O. (2007). *Solutions curatives pour la restauration des lacs présentant des signes d'eutropHisation, rapport interne, Observatoire de l'environnement et du développement durable.* Université de Sherbrooke, Québec, 51.
- Djiriéoulou, K. C. 2017. *Peuplements Des Crevettes Des Hydrosystemes De Marais Et Fluvio-Lagunaires Du Sud-Est De La Cote D'ivoire : Diversite, Structure Et Croissance Des Populations.* Thèse de Doctorat/Ph.D en Hydrobiologie à l'Université Félix Houphouët-Boigny, 196p.
- Djiriéoulou, K. C., Bamba, M., Konan, K. M., N'Zi, K. G., Gooré Bi, G. & Koné, T. (2017). Peuplement de la faune de crevettes de la Forêt des Marais Tanoé-Ehy (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences* 112 : 11100-11110.
- Djiriéoulou, K. C., Konan, K. M., Koné, T., Bamba, M., Gooré Bi G. & Koné, I. (2014). Shrimp Assemblages in Relation to Environmental Characteristics of Four Shallow Rivers in South East Côte d'Ivoire. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14 : 651-658.
- Doflein, F. (1900). Weitere Mitteilungen über dekapode Crustacean der K. bayerischen Staatssammlungen. *S. B. Bayer. Akad. Wiss.*, 30, 125-145.
- Doume Doume, C. N. , Toguyeni, A. & Yao, S. S. (2007). Effets des facteurs endogènes et exogènes sur la croissance de la crevette géante d'eau douce *Macrobranchium rosenbergii* De Man, 1879 (Decapoda : Palaemonidae) le long du fleuve Wouri au Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(2): 584-597.
- Durand, J. R. Djiriéoulou, K. C., Bamba, M., Konan, K. M., N'Zi, K. G., Gooré Bi, G. & Koné, T. (2017). Peuplement de la faune de crevettes de la Forêt des Marais Tanoé-Ehy (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences* 112 : 11100-11110.

- Durand, J. R. & Lévêque, C. (1980). *Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne*. Tome II. Edition de l'ORSTOM, Paris, 517.
- Ebang, M. D. (2004). *Evaluation de la charge polluante organique et ses effets écologiques sur l'Ewoué, affluent de la rive gauche de la rivière Mfoundi à Yaoundé*. Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé au Cameroun, 64.
- Echalier, G., Nguyen, P., Vonarx, V. (2002). Crustacés. *Biologie et Media (Bmedia)*, Petit Bouffon Electronique, paris.
- Echeverria-Saenz, S. & Wehrtmann, I. S. (2011). Egg production of the commercially exploited deepwater shrimp, *Heterocarpus vicarious* (Decapoda: Pandalidae), Pacific Costa Rica. *J. Crustaceans Biol.*, 31(3) : 434-440.
- Elieser Bloch, M. (1785). *Ichtyologie ou histoire naturelle générale et particulière des poissons*. Source : Groupement d'Intérêt Public Seine-Aval, 77-87.
- Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (MEA) (2005b). *Ecosystèmes et bien-être humain : synthèse sur la désertification*. World Resources Institute (Institut des ressources mondiales), Washington, DC.
- Fenner A. Chace, J. & Bruce, A. J. (1993). Shrimps (Crustacea: Decapoda) of the Albatross Philippine Expedition 1907-1910, Part 6: Superfamily Palaemonoidea. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 543, 164.
- Fisher, S. G., Gray, L. J., Grimm, N. B. & Busch, D. E. (1982). *Ecological Monograph Temporal succession in a desert stream ecosystem following flash flooding*, 52: 93-110.
- Foge M. (2005). *Bilan du réseau de surveillance. Partie II: qualité des eaux de l'étang de Bolmon*, 216 -218.
- Fomete Nembot, T. & Tchanou, Z. (1998). *La gestion des ecosystemes forestiers du cameroun a l'aube de l'an 2000*. IUCN, Yaoundé, Cameroun, Volume 2 (Monographies des sites critiques et annexes), 175p.
- Foto Menbohan, S. (2012). *Recherche écologique sur le réseau hydrographique du Mfoundi (Yaoundé): Essai de biotypologie*. Thèse de Doctorat d'Etat, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun, 179.
- Foto Menbohan, S., Ajeagah, G. A. et Njine, T. (2002). *Qualité des eaux de cinq cours d'eau du bassin du Mfoundi à Yaoundé*. 5^{ème} conférence interrégionale sur l'environnement et l'eau – environnement et eau – envirowater, Ouagadougou, 62p.
- Foto Menbohan, S., Koji, E., Ajeagah, G. A., Bilong Bilong, C.,F. & Njiné, T. (2012). Impact of dam construction on the diversity of benthic macroinvertebrates community in a periurban stream in Cameroon. *International Journal of Biosciences*, 2: 137-145.
- Foto Menbohan, S. & Njiné, 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*, 7: 281-294.
- Foto Menbohan, S., Tchakonte, S., Ajeagah, G., Zebaze Touguet, S. H., Bilong Bilong, C. F & Njine, T. (2013). Water Quality Assessment Using Benthic Macroinvertebrates in a Periurban Stream (Cameroon). *International Journal of Biotechnology*, 2: 91-104.
- Foto Menboham, S., Zebaze Touguet, S. H., Nyamsi, T. N.L., Ajeagah G. A. & Njiné T. (2011). Evolution spatiale de la diversité des peuplements de macroinvertébrés benthiques dans un cours d'eau anthropisé en milieu tropical (Cameroun). *European Journal of Scientific Research*, 55(2): 291-300.

- Foto Menboham, S. Zebaze Toguet, S. H., Nyamsi, T. N. & Njiné, T. (2010). Macroinvertébrés Benthiques du cours d'eau Nga: Essai de Caractérisation d'un Référentiel par des Analyses Biologiques. *European Journal of Scientific Research*, 43(1): 96-106
- Fouillet, M. (2019). *La biodiversité aquatique*. Dossier Pédagogique, Office International de l'eau (OIEau), Paris, 36p.
- Gammon, J. R. (1980). *The use of community parameters derived from electrofishing catches of river fish as indicators of environmental quality*. seminar on water quality management trade-offs, EPA-905/9-80-009, U.S. environmental protection agency, Washington, D.C., 335-363.
- Gangbe, L. Agadjihouede, H., Chikou, A., Senouvo, P., Mensah, G.A. & Laleye, P. (2016). Biologie et perspectives d'élevage de la crevette géante d'eau douce *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklots, 1857). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10(2): 573-598.
- Gansop Kouemegne, A., & Lima Mahop, M. (2012). *Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (FDR)- version 2006-2008*, 21p.
- Giller P. S. & Malmqvist, B. (1999). *The Biology of rivers and streams*. Oxford University press, Oxford, 2, 96p.
- Gnamien, T. S. (2013). Risques de contraction des affections à *vibrio* sp. et à *paragonimus* sp. Lies a la consommation des crabes et des crevettes vendus sur les marchés d'abidjan et de dabou. Thèse de Doctorat d'Etat, Faculté des Sciences, Université Nangui Abrogoua, Spécialité : Microbiologie et Sécurité alimentaire, Côte d'Ivoire, 198p.
- Guillermo, H. M. (2014). *Identification des risques de perte de biodiversité face aux pressions anthropiques et au changement climatique à l'horizon 2100: Application de la conservation dynamique au territoire des Alpes-Maritimes*. Architecture, aménagement de l'espace. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2014. Français, 321p.
- Goore Bi, G., (1998). *Contribution à l'étude des crevettes d'eau douce de Côte d'Ivoire : systématique, biologie et analyse socio-économique de la pêche de Macrobrachium vollenhovenii (Herklots 1857) et de M. macrobrachion (Herklots 1851) (Crustacea Decapoda, Palaemonidae) du bassin de la Bia*. Thèse de Doctorat 3è cycle, Université de Cocody, Côte d'Ivoire, 145p.
- Goore Bi, G., Gourene, G., N'douba, V. & Kouassi, N. J. (2004). Stratégie de reproduction de deux espèces de crevette d'eau douce *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklots 1857) et *Macrobrachium macrobrachion* (Herklots, 1851) de la rivière Bia. *Revue Internationale, Science de la Vie et de la Terre*, 4 : 116-127.
- Goussanou, A., Chikou, A., Ogni, C. A., Kassa, K. S. I, Houessionon, B., Mensah, G.A. & Youssao Abdou, K. (2017). Synthèse des connaissances sur l'écologie et la biologie des crabes (Crustacés, Décapodes, Brachyours). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(6) : 2990-3004.
- Griessinger, J. M., Lacroix, D. & Gondouin, P. (1991). L'élevage de la crevette tropicale d'eau douce. *Ifremer*, 394p
- Hecky, R. E. (2000). A biogeochemical comparison of lakes superior in Malawi, and the limnological consequences of an endless summer. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 10: 23-33.
- Holthuis, L. B. (1950). *The Palaemonidae collected by the Siboga and Snellius expeditions with remarks on other species. I. Subfamily Palaemoninae*. Siboga Exp. Monogr., 39: 268p.
- Holthuis, L.B. (1951). *The caridean Crustacea of tropical West Africa*. Atlantide Report 2: 1-187.
- Holthuis, L.B. (1952) Crustacés Décapodes, Macrures. Expédition Océanographique Belge dans les Eaux Côtières Africaines de l'Atlantique Sud (1948-1949). *Résultats Scientifiques* 3: 1-88.

- Holthuis, L. B. (1980). *FAO species catalogue. Vol. 1. Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries*. FAO Fisheries Symposium, 1 (125) : 261p.
- Holthuis, L. B. (1993). *The Recent Genera of the Caridean and Stenopodidean Shrimps (Crustacea, Decapoda) with an Appendix on the Order Amphionidacea*. Nationaal Natuurhistorisch Museum, Leiden, 328p.
- Holthuis, L. B. & Provenzano, A. J. (1970). A new distribution records for species of *Macrobrachium* with notes on the distribution of the genus in Florida (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 19 (2): 211-213.
- Hudinaga, M. (1942). Reproduction, development and rearing of *Penaeus Japonicus*. *Japanese Journal of Zoology*, 10: 305-393.
- Hynes, H. B. N. (1970). *The ecology of running water*. University of Toronto. Press Toronto, Ontario, Canada, 312-374.
- Ibarra, M. A. & Wehrmann, I. S. (2019). Estimates of growth and longevity of six species of freshwater shrimps (*Macrobrachium* spp.) (Decapoda: Caridea: Palaemonidea) from Costa Rica. *Journal of Crustacean Biology Advance*, 40(1), 45-57.
- IBGE, (2005). *Qualité physico- chimique et chimique des eaux de surface: cadre général. Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement*. Fiche 2, 16p.
- Illies, J. & Botosaneanu, L. (1963) Problème et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitt. Internat. Verein. Limnol.* 12, 1–57.
- INC (1980). *Carte topographique d'Edéa et Yaoundé, feuille 1d au 1/200.000*.
- INRA (2005). *L'émergence d'une ingénierie écologique des milieux aquatiques*. Institut National de la Recherche Agronomique: Direction de l'information et de la communication - 147, rue de l'université – 75338. Paris cedex 07, 354p.
- IRD. (1999). *The freshwater crabs of West Africa*. Institut de Recherche Démographique. Collection faune et flore tropicale, 383p.
- Jackson, J. B. C, 2001. Historical overfishing and the recent Collapse of coastal ecosystems. *Science*, 293 (5530): 629-637.
- Johnston, H. (1906). List of the invertebrate animals of Liberia founded on the collections of Büttikofer, Reynolds, Whicker, H.H. Johnston, A. Whyte etc. *London*, 2: 860–883.
- Jullian, E., Hirbec, A., Ker, B. N. & Liu, R. Z. (2005). Qualité de l'eau du bassin versant de l'ardèche. Université de Paris 7 – Denis – Diderot UFR des sciences physiques de la terre (IUP Génie de l'Environnement). *Knowl. Management Aquatic Ecosystem*, 393:1-10.
- Karge, A., Von Rintelen, K. & Klotz, W., (2010). On two small collections of freshwater shrimps (Decapoda: Atyidae: *Caridina*) from Papua New Guinea, with descriptions of two new species. *Zootaxa*, 2372: 138–150.
- Karr, J. R., Fausch, K. D., Angermeier, P. L., Yant, P. R. & Schlosser, I. J. (1986). Assessing Biological integrity in running waters: a method and its rationale. *Illinois Natural History Survey Special Publication*, 5: 28.
- Katagan, T. & Kocatas, A. (2002). New localities for *Automate branchialis* (holthuis & gottlieb, 1958) (decapoda, alpheidae) in the Mediterranean Sea. *Crustaceana*, 74 (11): 1387-1391
- Keith, P. & Vigneux, E. (2002). Revue des Crustacés Atyidae Eet Palaemonidae d'eau douce de Polynésie Française avec description d'une nouvelle espèce de *Macrobrachium*. *Bull. Fr. Pêche Pisci*, 364 : 121-145.

- Kémomadjèhi Djiriéoulou, C., Bamba, M., Konan, M. K., Konan N'Zi, G., Gooré Bi, G.I & Koné, T. (2017). Peuplement de la faune de crevettes de la Forêt des Marais Tanoé-Ehy (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 112: 11100-11110.
- Kingdom, A., Hart, A. I. & Erondou, E.S. (2012). Effects of environmental factors on the abundance of shrimp *Macrobrachium* species in the lower Taylor creek, Nigeria Delta, Nigeria. *African Journal Environment Pollution and Health*, 10: 171-179.
- Kloppmann, W., Bourhane, A., Schomburgk, S. & Asfirane, F. (2011). *Salinisation des masses d'eaux en France : du constat au diagnostic*. Rapport final réalisé dans le cadre des activités de Services Public du BRGM avec le soutien de l'ONEMA, 41p.
- Kodjo. (1998). *Recherche pour la maîtrise du ruissellement pluvial à Yaoundé*. Thèse de doctorat 3^{ème} cycle, Université de Yaoundé I, 299p.
- Konan, K. M. (2008). *Composition, structure et déterminisme de la diversité ichthyologique des rivières côtières du Sud-Est de la Côte d'Ivoire (Soumié - Eholié - Ehania - Noé)*. Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire, 143p.
- Konan, K. M. (2009). *Diversité morphologique et génétique des crevettes des genres *Atya* Leach, 1816 et *Macrobrachium* Bate, 1868 de Côte d'Ivoire*. Thèse de doctorat en Sciences et Gestion de l'Environnement de l'Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire, 190p.
- Kouamélan, E. P., Teugels, G. G., N'douba, V., Gooré Bi, G. & Koné, T. (2003). Fish diversity and its relationships with environmental variables in a West African basin. *Hydrobiologia*, 505: 139-146.
- Kouhondji, N. (2012). *Utilisation des SIG (système d'information géographique) dans l'étude de la répartition géographique des crevettes *Penaeidae* dans le lac Nokoue à Sà-Ava (Benin)*. Master en géoinformation, Université d'Abomey- Calavi, 130p.
- Kouton, M. D. (2004). *Diversité, écologie et exploitation des crevettes d'eau douce dans la basse vallée de l'Ouémé : cas de la commune d'adjohoun au Bénin*. Thèse d'ingénieur Agronome, FSA/UAC, 100p.
- Kuete, M., (1987). *Etude géomorphologique du massif de Yaoundé*. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle, Université de Bordeaux, 279p.
- Lae, R., Weigel, J., I., Bah, M., & Mendy, A. (2001). *Gestion, exploitation et valorisation des pecheries estuariennes crevettières gambiennes*. Rapport Fisheries Department, Marina Parade, The Gambia, 63p.
- Latreille, (1802) ; *Cours d'Entomologie ou de l'histoire naturelle des crustacés, des arachnides*. History Museum of Los Angeles County ; Science series 39 ; 2001 ; 124p .
- Laughlin, M. C. & Bliss, D. E. (1982). *Comparative morphology of Crustacean appendages* embryology, morphology and genetics. Academic press, coll. the biology of Crustacea, 197-256.
- Le Cren, E. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-219.
- Lecerf, A. (2005). *Perturbations anthropiques et fonctionnement écologique des cours d'eau de tête de bassin: étude du processus de décomposition des litières*. Thèse de Doctorat. Université de Toulouse III, 159p.
- Lemasson, L., Pages, J., Dufour, P., & Corfoux, J. L. (1981). Matière organiques particulaire et biomasse dans une lagune tropicale. *Revue d'hydrobiologie tropicale*, 14: 191-212.

- Lenz, H. (1910) Dekapode Crustaceen Aequatorialafrikas. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen ZentralAfrikaexpedition 1907–1908 Unter Führung Adolf Friedrichs. *Herzogs zu Mecklenburg* 3:121–134.
- Lenz, H. & Strunck, K. (1914). Die Dekapoden der Deutschen Südpolar-Expedition 1901–1903 I. Brachyuren und Macruren mit Ausschluss der Sergestiden. In: Drygalski, E. von, *Deutsche Südpolar-Expedition, 1901–1903 im Auftrag des Reichsamtes des Innern*. Zoologie, 15 (7), 257–345.
- Letouzey, R. (1958). Phytogéographie camerounaise. in : Atlas du Cameroun. IRCAM, Yaoundé, 6p.
- Lévêque, C. (1991). *Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne. Tome I*. Edition de l'ORSTOM, Paris, 517p.
- Lévêque, C. (1998). Biodiversité et gestion des systèmes aquatiques continentaux. Revue des sciences de l'eau. *Journal of Water Science*, 11, 211–221.
- Lévêque, C. (2001). *Ecologie: de l'écosystème à la biosphère*. Paris, Dunod, 502p.
- Lévêque, C. & Balian, E. V. (2005). Conservation of freshwater Biodiversity: does the real world meet scientific dream. *Hydrobiologia*, 542: 25-26.
- Liwouwou, J. F., Adandedjan, D., Mbega, J. D. & Lalèyè, P. (2018). Comparative characterization of some physicochemical and hydromorphological parameters from three rivers of Gabon: Rembo Bongo, Ogooué and Nyanga. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences (Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.)*, 5(4): 186-201.
- MacLeay, W. S. (1838). On the brachyurous decapod Crustacea brought from the Cape by Dr. Smith. In: Smith, A., *Illustrations of the Annulosa of South Africa; being a portion of the objects of natural history chiefly collected during an expedition into the interior of South Africa, under the direction of Dr. Andrew Smith, in the years 1834, 1835. and 1836; fitted out by "The Cape of Good Hope Association for Exploring Central Africa"*. London, Smith, Elder, and Co. 53–71.
- Makombu, J. G., Oben, B.O., Oben, P. M., Ndelle Makoge, , Nguekam, E. W., Gaudin G. L.P., Motto, I. S., Konan, K. M., Brown, J. H., Nguenguim, J. R., Mialhe, E. & Brummett, R. E. (2015). Biodiversity of species of genus: *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae) in Lokoundje, Kienke and Lobe Rivers of South Region, Cameroon. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*, 7, (2): 68-80.
- Martin, J. W. & Davis, G. E. (2001). An updated classification of the Recent Crustacea. *Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series*, 39: 1–124.
- Martin, J. W. & Davis, G. E. (2006). Historical trends in crustacean systematics. *Crustaceana*, 79(11): 1347-1368.
- Martin, D., Segalen, p. (1966). Carte pédologique du Cameroun oriental au 1/1 000 000. ORSTOM, Paris, 129p.
- Mbade Séné, A. (2010). Perte set lutte pour la biodiversité : perceptions et débats contradictoires. *Vertigo- la revue électronique en science de l'environnement*, 12 (3). DOI: <https://doi.org/10.4000/vertigo.10358>.
- Mbouombo, M., Ajeegah G., Ndjama, J., Tchakala, L., Gnon, B., Enah, D. & Yogback G. (2019). Dynamique d'abondance des charges oocystique dans le bassin du Mezam à Bamenda (Region du Nord-Ouest, Cameroun. *Bull. Soc. Pathol., Exot.*, 112 : 62-70
- Millenium Ecosystem Assessment (MEA) 2005. *Ecosystems and human well-being*. Synthesis, Millenium Ecosystem Assessment, New York, Island press, 205p.

- Mehmet A. 2013. Length-Weight relationship and reproductive features of the Mediterranean Green crab, *Carcinus aestuarii* Nardo, 1847 (Decapoda: Brachyura) in the Eastern Black Sea, Turkey. *Pakistan J. Zool.*, 45(6): 1615-1622.
- Meynecke, J. O., Shing, Y. L., Grubert, M., Brown, I., Steven, M., Gribble, N., Johnston, D. & Gillson, J. (2010) Evaluating the environmental drivers of Mud crab (*Scylla serrata*) catches in Australia. Final report FRDC Project 2008/012, 6p.
- Michelet, P. (2017). *La biodiversité des milieux aquatiques continentaux en France métropolitaine : état des lieux et menaces*. Responsabilité et Environnement, N°86, 14p.
- Miers, E. J. (1881). - On a Collection of Crustacea made by Baron Hermann-Maltzan at Goree Island, Senegambia. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 8 (5), 204-220, 259-281, 364-377.
- Milne Edwards, A. (1878). - Description de quelques espèces nouvelles de Crustacés provenant du voyage aux îles du Cap Vert de M. Bouviah et De Cessac. *Bulletin de la Société philomathique*, 2 (7) : 225-232.
- Milot, S. (2020). Suivi Physico-chimique des cours d'eau : Interprétation des paramètres physicochimiques mesurés pour le lac Létourneau. Rapport de la fédération des Lacs de Val-des-Monts, Paris, 15p.
- MINEF-ONU-DI-PNUD-FEM (1999). *Profil côtier du Cameroun. Projet grand écosystème Mare du Golfe de Guinée*, 5-16pp.
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MEELCCC), (2019). *Atlas des pressions sur le milieu aquatique* - Document de soutien du Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 18p.
- Ministère de l'environnement et des Ressources Forestière (MERF), (2003). *Stratégie de conservation et d'utilisation durables de la diversité Biologique*. (MERF) du Togo, Rapport.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (2017). *Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial du milieu aquatique avant l'implantation d'un projet industriel*. Rapport du MDDELCC, Québec, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, 12p.
- Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), (2013). *Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier, 2013*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, MDDEFP, ISBN 978-2-550-69169-3 (PDF), 2^e édition, 88p.
- Minshall, G. W. (1984). Aquatic insect-substratum relationship. In Resh e& rosenberg eds, 358-400.
- Miserey, B. (2005). *Les crustacés*. Commission Départementale de Biologie Sous Marine de L'Oise, 13p.
- Moisan, J. (2006). *Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, surveillance volontaire des cours peu profonds*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, 82p.
- Moisan, J. (2010). *Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, surveillance volontaire des cours peu profonds*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, 82p.
- Moisan, J. & Pelletier, L. (2008). *Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – cours d'eau peu profond à substrat grossier*. Direction

- de suivi de l'état de l'environnement, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, 86p.
- Mongindo Etimosundja, (2007). *Biologie et ecologie de la crevette Macrobrachium sollaudii de Man 1912 (Palaemonidae) du ruisseau Avokoko a Kisangani, RD Congo*. DEA à l'universite de kisangani, Faculté des Sciences, RDC, 61p.
- Monod, T. (1927). - Crustacea IV. Decapoda (excl. Palaemonidae, Atyidae et Potamonidae). In : MONOD (T.), Contribution il l'étude de la faune du Cameroun. *Faune Colonies françaises*, I, 593-624.
- Monod, T. 1964. Crevettes et crabes de la côte occidentale d'Afrique. C.S.A. Specialist meeting on Crustaceans, Zanzibar, 1964. OAU/STRC 96: 103–243. Reprinted as Memoires de l'Institut Francais de l'Afrique Noire 77: 103–234.
- Monod, T., (1966). *Crevettes et crabes des côtes occidentales d'Afrique*. In : Gordon, I., Hall, D. N. F., Monod, T., Guinot, D., Postel, E., Hoestlandt, H. & Mayrat, A. (éds.). Réunion de spécialistes C. S. A. sur les crustacés. Mémoires de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire, Zanzibar, N°77 : 103-234)
- Monod, T. (1980). *Décapode*. In: Durand J. R. et Levêque C. (eds.), *Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne, Vol. I*. Paris, ORSTOM, 369-389.
- Moss, B. (2007). The art and science of Lake Restoration. *Hydrobiologia*, 58: 15-28.
- Murphy, E. J. (2001). Krill. *Coastal Trapped Waves*, 1405p.
- Mvogo Ndongo, P. A. (2018). *Diversity, systematics and geographicql distribution of freshwater decapod crustaceans from coastal zone of Cameroon*. Thèse de Doctorat/PhD, University de Yaoundé 1, 137p.
- Mvogo Ndongo, P. A., Schubart, D.C., Thomas, V. R., Tamesse, J. L. & Cumberlidge, N. 2017. Morphological and molecular evidence for a new specie of the genus Sudanonate Bott 1955 (Brachyura Potamoidea : Potamonautidae) from Cameroon, notes on its ecology. *Zootaxa*, 4292(1) : 161-173.
- N'Zi, K.G., Gooré Bi, G., N'Douba ,V., Koné T., Kouamélan, E. P. & Ollevier, F.,(2003). *Diversité biologique des crevettes d'un petit bassin côtier ouest africain, rivière Mé, Côte d'Ivoire en relation avec les variables environnementales*. Sciences et Techniques, Sciences naturelles et agronomie 27, (1 et 2), 17-27.
- N'zi, K. G., Gooré, B. G., Kouamélan, E. P., Koné, T., N'douba, V. & Ollevier, F. (2008). Influence des facteurs environnementaux sur la répartition spatiale des crevettes dans un petit bassin ouest africain – rivière boubo – Côte d'Ivoire. *Tropicultura* 26(1), 17–23.
- Neveu, A., Riou, C., Bonhomme, R., Chassin, P. & Papy, F. (2001). *L'eau dans l'espace rural, vie et milieux aquatiques*, INRA. Paris, 190p.
- Newbury, R. W. & Gaboury, M .N. (1993). *Stream analysis and fish habitat design*. A field manual. Newbury hydraulics, Gibsons, Colombie-Britanique, 256p.
- Ngakomo Ananga ,R. P., Ajeegah; G. Aghaindum, Zeinab; A. E. & Ngassam; P.(2019). An ecological assesment of the physico-chemical and biological water quality in a sub-urban area in Cameroon: case of the ngoumou rural council. *International Journal of Natural Resource Ecology and Management*, 4(6): 198-204.
- Ngoay-Kossy, J. C., Zébazé Togouet, S. H., Wango, S. P., Bolevane Ouantinam, S. F., Tchakonté, S. & Piscart, C. (2018). Bioindicateurs des milieux aquatiques lotiques en republique

- centrafricaine : macro-invertébrés benthiques et pression anthropique du cours d'eau Nguitto. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 73 (4), 603-616.
- Nik Sin, N. N. & Shapawi, R. (2017). Innovative Egg Custard Formulation Reduced Rearing Period and Improved Survival of Giant Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, Larvae. *Journal of the World Aquaculture Society*, 4 (5), 751-759.
- Nisbet, M. & Verneaux, J. (1970). Composantes chimiques des eaux courantes. *Annales de limnologie*, 6: 161 -190.
- Nkoue Ndong, G. R. (2008). *Le cycle du carbone en domaine tropical humide : exemple du bassin versant forestier du nyong au sud cameroun*. Thèse de Doctorat, Spécialité : Biogéochimie de l'environnement. Université de Toulouse III – Paul Sabatier et Université de Yaoundé I, 279p.
- Noel, P. Y. (1992). *Crustacés et muséologie : techniques de conservation et de présentation*. Lettre de l'OCIM, 18-22.
- Noel, P. Y. (2010). *Biodiversité chez les crustacés*. Journées du muséum 2010, 3.
- Nwosu, F. M. & Wolfi, M. (2006). Population dynamics of giant African river prawn *Macrobrachium vollehovenii* Herklots 1857 (Crustacea, Palaemonidae) in the Cross River Estuary, –l'Office fédéral de l'environnement.
- Nyamsi Tchatcho, N. L. (2004). *Effets des rejets d'une usine de traitement de la cellulose sur la qualité des eaux du Ntsomo: étude biologique et hydrologique du cours d'eau*. Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, 58p.
- Office Fédéral de l'Environnement (OFEV) (2010). *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau, Analyses physico-chimiques, nutriments*. Publié par OFEV Berne, 46p.
- Olivry, J. C. (1979). *Monographie du Nyong et des fleuves côtiers*. Institut de Recherches sur les techniques, l'industrie et le sous-sol. 1ère Partie Facteurs conditionnels des Régimes Hydrologiques, TOME 1, 530p.
- Olivry, J. C. (1986). *Monographie hydrologique : Fleuves et Rivières du Cameroun*. Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement, Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique au Cameroun, 781p.
- Ollivier, G., Boussinesq, M., Albaret, J. L., Cumberlidge, N., Farhati, K., Chippaux, J. P. & Bayssade-Dufour, C. (1995). Étude épidémiologique d'une distomatose à *paragonimus* sp. Au sud-cameroun. *Bull. Soc. Path. Ex.*, 88, 164-169.
- Onguene, M. (1993). *Différenciation pédologique dans la région de Yaoundé (Cameroun): transformation d'un sol rouge ferrallitique en sol à horizon jaune en relation avec l'évolution du modèle*. Thèse de Doctorat d'état, University de Paris VI, 254p.
- Organisation des Nations Unies (ONU) (2012). Convention sur la Diversité Biologique. Convention signé à Rio de Janeiro : 32p.
- Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE) (2008), Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2030 : Chapitre 9 Biodiversité. OCDE, Paris, 24p.
- Ortmann, A. E. (1893). - Decapoden und Schizopoden del' Plankton - Expedition. *Ergebn. Plankton-Exped.*, 2 Gb., 1-120, 1-10.
- Paschoa, L. R. P., Oliveira, L., J. F., Andrioli, G. C. & Zara, F. J. (2019). Reproductive biology of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1982) populations with distinct phenotypes in Neotropical reservoirs during the 'El Nino' event. *Marine and Freshwater Research*, 70 (10): 1465-1679.

- Piélou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different type of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13, 131-144.
- Pinchemel, P. (1950). L'étude des réseaux hydrographiques. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 72-80.
- Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE) (2009). *Etat des lieux du secteur, Eau et environnement PANGIRE*, 235p.
- Pouomogne, V. & Pemsil, D.E. (2008). *Recommendation Domains for Pond Aquaculture. Country Case Study: Development and Status of Freshwater Aquaculture in Cameroon. WorldFish Center Studies and Reviews (1871)*. The World Fish Center, Penang, Malaysia, 60.
- Poupin, J. (2005). *Systématique et Ecologie des Crustacés Décapodes et Stomatopodes de Polynésie Française*. Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université de Perpignan, 126p.
- Poupin, J., and M. Bouchard J. (2010). A new dwarf sentinel crab from Mayotte Island, western Indian Ocean (Decapoda: Brachyura: Macrophthalmidae). *Zootaxa*, 2501: 61-67.
- Poupin, J. (2008). Crustacés des îles de la Réunion (Décapodes et Stomatopodes). Rapport scientifique préliminaire de l'Institut de Recherches de l'Ecole Navale, 85p.
- Poupin, J., Bouchard, J. M., Cleva, R., Dumas, J. & Dinhut, V. (2012). *Base de données Internet pour l'inventaire des crustacés de la région de Mayotte*. À <http://crustaceamayotte.free.fr/>. Consulté Janvier 2018 (non mise à jour depuis novembre 2012).
- Poupin, J. J., Bouchard, M., Dinhut, V., Cleva, R. & Dumas, J. (2013a). Anomura of Mayotte region (Crustacea Decapoda). *Atoll Research Bulletin* 593: 1–73.
- Poupin, J. & Lemaitre, R. (2014). — Porcellanid crabs from Guadeloupe Island (Crustacea, Decapoda, Anomura), with an updated list of species from the Lesser Antilles. *Zoosystema*, 36 (1): 5-27.
- Poupin, J., Quod J.P., Zubia, M., Bollard, S., Barrère, A. & Magalon. H. (2013d). *Les crustacés de La Réunion (Crustacea, Decapoda) dans la zone marine du Piton de la Fournaise*. Rapport scientifique de l'Institut de Recherche de l'Ecole Navale, 2013: 1–10.
- Poupin, J., Zubia, M., Gravier-Bonnet, N., Chabanet, P. & Duhec, A. (2013c). Crustacea Decapoda of Glorieuses Islands, with notes on the distribution of the coconut crab (*Birgus latro*). *Western Indian Ocean. Marine Biodiversity Records* 1–12.
- Poupin, J., Zubia, M., Gravier-Bonnet, N., Chabanet, P. & Malay, M. (2013b). Illustrated Checklist of the Decapoda at Europa Island. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science* 11 (1): 1–25.
- Powell, C. B. (1979). Three Alpheid shrimps of a new genus from West African fresh and brackish waters: taxonomy and ecological zonations (Crustacea: Decapoda-Natantia). *Revue de Zoologie Africaine*, 93: 116-150.
- Powell, C. B. (1980). The genus *Macrobrachium* in West Africa, I: *Macrobrachium thysi*, a new large-egged species from the Côte d'Ivoire (Crustacea: Decapoda-Palaemonidae). *Revue de Zoologie Africaine*, 94 : 317-326.
- Powell C. B. (1983). *Fresh and brackish water shrimps of economic importance in the Niger Delta*. In Proceedings of Second Annual Conference of the Fisheries Society of Nigeria, Calabar, 254–285.
- Powell, C. B. (1985). The decapod crustaceans of the Niger Delta, pp. 226–238. In: Wilcox B.H.R., Powell C.B. (eds). *The mangrove ecosystem of the Niger Delta: proceedings of a workshop*. University of Port Harcourt Press, Port Harcourt, 1–357.

- Preston, L. J. (1978). Communication systems and social interaction in a goby-Shrimp symbiosis. *Annal Behaviour*, 26 : 791-802.
- Qiu, Z. (2013). Comparative Assessment of Stormwater and Nonpoint Source Pollution Best Management Practices in Suburban Watershed Management. *Water*, 5: 280-291.
- Rachid, A. (2010). «Impact de l'anthropisation sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes marins. Exemple de la Manche-mer du nord.», *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Hors-Série 8, 13.
- Rafinesque, C. S. (1815). Analyse de la nature ou tableau de l'univers et des corps organisés. 1–224. Palermo.
- Rankin, W.M. (1898) The Northrop collection of Crustacea from the Bahamas. *Annals New York Academy of Science*, 11: 225–258.
- Rathbun, M. J. (1900). The decapod crustaceans of West Africa. *Proceedings of the United States National Museum* 22: 271–316.
- Rodier, J., Legube, B. & Merlet, N. (2009). *L'analyse de l'eau 9^e édition*, DUNOD, Paris, 1579.
- Santoir, C. (1995). *La pédologie. Atlas régional sud Cameroun*. Cameroun: ORSTOM et MINREST, 53.
- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1948). *The mathematical theory of communication*. University Illinois press, Urbana, Etat-Unis, 117.
- Shingleton, A. W. (2010). Allometry: the study of biological Scaling. *Nature Education Knowledge* 3(10): 2
- Short, J. W. (2004). A revision of Australian river prawns, *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *Hydrobiologia*, 525: 1–100, 2004.
- Shorter, A. S. (2001). *La capacité autoépuratrice des cours d'eau : application des connaissances scientifiques à leur gestion, synthèse technique*. ENGREF. Montpellier, 176p.
- Sighomnou, D. (2004). *Analyse et redéfinition des régimes climatiques et hydrologiques du Cameroun : perspectives d'évolution des ressources en eau*. Thèse de Doctorat, Science Naturelle, Université de Yaoundé I, 290p.
- Simboura, N. & Zenetos, A. (2002). Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new biotic index. *Mediterranean Marine Science*, 3(2), 77-111.
- Stark, J. D., Boothroyd, K.G., Harding, J. S., Maxted, J.,R. & Scarsbrook, M. R. (2001). *Protocols for Sampling Macroinvertebrates in Wadeable Streams*. *New Zealand Macro-invertebrates working group, report no.1*. Ministry for the Environment and Sustainable Management, fund project no. 5103, 57p.
- Steele, J., H., Thorpe, S., & Turekian, K. (2001). *Encyclopedia of ocean sciences*. 1st edition, 3399.
- Suchel, J. B., (1972). *Le climat du Cameroun*. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle, Université de Bordeaux III, 186p.
- Sulistiono, Ridwan, Dedy, J., Stevanus S. & Rugaya, S. (2019). Study on the coconut crab (*Birgus latro*) in-situ rearing in Derawan Islands, Indonesia: feeding artificial food (part 1). *International Journal of the Bioflux society*, 12 (5), 1918-1928.
- Sweeney, B. W., Bott, T. L., Jackson, J. K., Kaplan, L. A., Newbold, J. D., Standley, L. J. & Hession, R. J. 2004. Riparian deforestation, stream narrowing and loss of stream ecosystem services. *proc. Natural Academic Sciences*, 101:14132 – 14137.

- Serpentié, G., Méral, P. & Bidaud, C. (2012) Des bienfaits de la nature aux services écosystémiques. *Vertigo- la revue électronique en science de l'environnement*, 12 (3). DOI: <https://doi.org/10.4000/vertigo.12924>.
- Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polater, P. (2006). *Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie et écologie*. CNRS édition, Paris, France, 588p.
- Tchakonte S. (2011). *Evaluation de la qualité des eaux du cours d'eau Nga par les macroinvertébrés benthiques*. Mémoire de master, Université de Yaoundé I, 57p.
- Tchakonte, S., Ajeegah, G., Diomandé, D., Camara, A.I., Konan Koffi, M. & Ngassam, P. (2014). Impact of anthropogenic activities on water quality and freshwater shrimps diversity and distribution in five rivers in Douala, Cameroon, *Journal Of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*, 183-196.
- TCP (1991). *Programme de coopération technique Cameroun : Contribution au plan directeur de la pêche et de l'aquaculture*. Rapport.
- Tening, A.S., Chuyong, G.B., Asongwe, G.A., Fonge, B.A., Lifongo, L.L., Mvondo-Ze, A.D., Bih Che, V. & Suh C.E. (2013a). Contribution of some water bodies and the role of soils in the physicochemical enrichment of the Douala-Edea mangrove ecosystem. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 7: 336-349.
- Tening, A.S., Chuyong, G.B., Asongwe, G.A., Fonge, B.A., Lifongo, L.L. & Tandia, B.K. (2013b). Nitrate and ammonium levels of some water bodies and their interaction with some selected properties of soils in Douala metropolis, Cameroon. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 7: 648-656.
- Tenkiano Doumbou, S., N. (2017). *Macroinvertébrés benthiques et hyphomycètes aquatiques: diversité et implication dans le fonctionnement écosystémique des cours d'eau de Guinée*. Thèse de Doctorat, Université de Toulouse, France, 249p.
- Teysnière, A. & Couve, T. D. (2010). *Écologie et biodiversité: Des populations aux socioécosystèmes*. Editions Belin, 2010. France
- Thallwitz, J. (1892) Decapoden-studien, insbesondere basirt auf A. B. Meyer's sammlungen im Ostindischen Archipel, nebst einer aufzählung der decapoden und stomatopoden des Dresdener Museum. *Abhandlungen und Berichte des Königlichen Zoologischen und Anthropologisch-Ethnographischen Museums zu Dresden*, 1890–91 (3): 1–55.
- Thiéry (2012). Code Marthe 7.4 : Couplage Nappe-Rivières et Nappe-Drains. Bilans Hydroclimatiques. Note technique NT EAU 2004/19 3^{ème} édition, 19p.
- Tipic. (2007). Morphologie d'une crevette. view blog authority dans Crusta-Fauna, 20p.
- Toulec, J. I. 2019. *Crabe terrestre*. Encyclopaedia Universalis en ligne, consulté le 26 Novembre 2019. URL: <http://ww.universalis.fr/encyclopedia/crabe-terrestre/>
- Troadec, J. P., Garcia, S. & Petit, P. (1969). *La crevette*. In: Les productions animales. Le guide de l'agriculteur en Côte d'Ivoire (Pape Akasse Raymond), 4, 247.
- UICN France (2012). *Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France – volume 1 : contexte et enjeux*. Union International pour la Conservation de la Nature, Paris, France, 48.
- UNEP/MAP/MED (2004). *Guidelines for the development of ecological status and stress reduction indicators for Mediterranean region*. MAP Technical report (154), 114.
- UNIDO & GOLDF (2007). *Integrated Coastal area management in the Kribi Campo area – Cameroon. Cameroon National Demonstration Project*. Final Report, 120 .

- Valencia, D. M. & Campos, M. R. (2007). Freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* (Bate, 1868) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) of Colombia. *Zootaxa*, 1456: 1–44.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R. & Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37: 130-137.
- Vargas-Ceballos, M. A., Lopez-Urriarte, E., Garcia-Guerrero, M. U., Wehrtman, I. S., Rios-Jara, E. & Vega-Villasame, F. (2018). Fecondity, egg volume, and reproductive output of *Macrobrachium tenellum* (Crustacea: Palaemonidae) from the Northern coast of Jalisco, Mexico. *Lat. Am. J. Aqua. Res.*, 46 (3): 502-511.
- Verneaux, J. (1973). *Cours d'eau de franche – comité (massif du jura): recherches écologiques sur le réseau hydrographique du doubs – essai de biotypologie*. Thèse de Doctorat d'état, faculté des sciences, Université de Besançon, 260p.
- Ville, J. P., (1970). Recherches sur la reproduction des *Macrobrachium* des lagunes ivoiriennes. I- la fécondité précoce chez les *Macrobrachium* de Côte d'Ivoire. *Annales de l'Université d'Abidjan, série. Ecologie*, 3 (1) : 253-262.
- Ville, J. P., (1971). Ecologie des *Macrobrachium* de Côte d'Ivoire. Rôle de la température et de la salinité. *Annales de l'Université d'Abidjan, série. E, (Ecologie)*, 4 : 317-324. VILLE, J. P., 1972. Cycle ovarien saisonnier chez *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklots 1857), Décapode, Palaemonidae, en Côte d'Ivoire. *Annales de l'Université d'Abidjan, série. E, (Ecologie)* 5 (1) : 561-576.
- Vivarez, C. P. (2017). Etude des parasites des crustacés décapodes brachyours : Nemertes et larves des cestodes. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.* : 46(1) 1-9.
- Wajs, J. (2008) Les arthropodes. Document de Formation biologie 2008-2009, 15p.
- Wang, Z. Y., Lee, J. H. W. & Xu, M. Z. (2013). Eco-hydraulics and eco-sedimentation studies in China. *Journal of Hydraulic Research* 51: 19–32.
- Wang, Z.S.; Yan, C. Z. & Yan, Y.J. Chi, Q. Q. (2012) Integrated Assessment of Biomarker Responses in Caged Shrimps (*Litopenaeus vannamei*) Exposed to Complex Contaminants from the Maluan Bay of China. *Ecotoxicology*, 21, 869-881.
- Watson, R. A., Cheung, W. W L., Anticamara, J. A, Sumaila, R. U., Zeller, D. & Pauly, D. (2013). Global Marine Yield Halved as Fishing Intensity Redoubles. *Fish and Fisheries*, 14, (4): 493-503.
- Weber, F. (1795). *Nomenclator entomologicus secundum entomologiam systematicam ill. Fabricii adjectis specibus recens detectis et varietatibus*, 171p.
- Welcome, R. L., (1975). *L'écologie des pêches dans les plaines inondables africaines*. Document Techniques CPCA, (3) – 51 p.
- Wénon, D., 2005. *Ecologie et exploitation des crevettes d'eau douce dans la basse vallée de l'Ouémé : cas d'agonlin-lowé dans la commune d'Adjohoun*. Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur des Travaux (DIT), EPAC/UAC. 92 p.
- Wéthé, J., Radoux, M. & Tanawa, É. (2003). Assainissement des eaux usées et risques socio-sanitaires et environnementaux en zones d'habitat planifié de Yaoundé (Cameroun). *Vertigo*, 5, 4 (1).
- Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E. & Folke, C. (2006). *Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services*. *Science* 03 Nov 2006: 314 (5800): 787-790.
- Wowor, D., Muthiu, V., Meier, R., Balke, M., Cai, Y. & Ng, P. K.L. (2009). Evolution of life history traits in Asian freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda:

- Palaemonidae) based on multilocus molecular phylogenetic analysis. *Molecular Phylogenetic and Evolution* 52 : 340-350.
- Wurtz, W. A. (2003). Organic fertilization in culture ponds. *World Aquaculture*, 35(2): 64-65. Yaoundé (Cameroun), thèse Doctorat 3^{ème} cycle Université de Yaoundé, Cameroun, 175p.
- Yoder, C. O & Rankin, E. T., (1995). Biological response signatures and the area degradation value: new tools for interpreting multimetric data. In: biological assessment and criteria: tools for water resources planning and decision make (chapter 17), Davis, W. S. and Simon T. P. (eds), *Lewis publisher, Florida*, 263-286.
- Yonta Ngoune, C. (2010). *Le contexte géologique des indices de talc de la région de Boumnyebel (Chaîne panafricaine d'Afrique Centrale, Cameroun)*. Doctorat/Ph.D en Sciences de la Terre, Option: Pétrologie – Géologie de l'Université de Yaoundé 1, 425p.
- Zebaze Togouet, S. H. (2000). *Biodiversité et dynamique des populations du zooplancton (Ciliés, Rotifères, Cladocères et Copépodes) au lac municipal de Yaoundé (Cameroun)*, Thèse Doct. 3^{ème} cycle, Univ. Ydé. I., Cameroun, 175p.
- Zébazé Togouet S. H. (2008). *Eutrophisation et structure des peuplements zooplanctonique du Lac Municipal de Yaoundé*. Doctorat/Ph.D, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun, 200p.
- Zebaze Togouet, S. H., Njine, T., Kemka, N., Nola, M., Foto Menboham, S., Monkiedje, A., Niyitegeka, D., Sime-Ngando, T. & Jugnia, L.B. (2005). Variations spatiales et temporelles de la richesse et de l'abondance des Rotifères (Brachionidae et Trichocercidae) et des cladocères dans un petit lac artificiel eutrophe situé en zone tropicale. *Revue des sciences de l'eau*: 18(4) :485-505.
- Zébazé Togouet, S.H., Njiné, T., Kemka, N., Nola, M., Foto Menbohan, S., Niyitegeka, D., Ngassam, P. & Boutin, C., (2006). Composition et distribution spatio-temporelle des protozoaires ciliés dans un petit lac hypereutrophe du Cameroun (Afrique centrale). *Revue des sciences de l'eau*, 19(3) (2006) 151-162.

ANNEXES

Annexe 1: Récapitulatif des valeurs minimales (Min), maximales (Max), moyennes (Moy) ± écart-types (σ) des paramètres physicochimiques mesurés pendant la période d'étude

Stations	Saisons	T ° C	PH	Cond	STD	O2	% O2	Alca	Turb	MES	Cou	NO3 ⁻	NH4 ⁺	PO4 ³⁻	Oxy	Sal	Res	ca ²⁺	Mg ²⁺	
Ats 1	GSS																			
	2017	19,50	5,52	25,00	12,00	5,80	64,70	6,00	2,00	2,00	83,00	0,80	0,04	0,30	1,00	0,01	40000,00	0,03	0,17	
	PSp	21,00	6,89	26,00	13,00	6,04	65,00	4,00	0,00	5,00	275,00	0,70	0,51	0,00	0,10	0,01	38500,00	0,29	0,13	
	PSS	21,70	7,64	68,00	34,00	6,14	62,90	30,00	2,00	6,00	19,00	1,50	0,17	0,01	0,15	0,03	14710,00	0,02	0,25	
	GSP	23,20	5,40	16,00	8,00	4,66	61,30	2,00	10,00	2,00	77,00	0,03	0,06	1,31	0,55	0,01	66700,00	0,10	0,04	
	GSS																			
	2018	19,50	8,96	16,00	8,00	6,43	66,50	14,00	47,00	6,00	21,00	3,20	0,01	0,46	0,40	0,01	66700,00	0,04	0,10	
	min	19,50	5,40	16,00	8,00	4,66	61,30	2,00	0,00	2,00	19,00	0,03	0,01	0,00	0,10	0,01	14710,00	0,02	0,04	
	max	23,20	8,96	68,00	34,00	6,43	66,50	30,00	47,00	6,00	275,00	3,20	0,51	1,31	1,00	0,03	66700,00	0,29	0,25	
moy	20,98	6,88	30,20	15,00	5,81	64,08	11,20	12,20	4,20	95,00	1,25	0,16	0,42	0,44	0,01	45322,00	0,10	0,14		
e-t	1,57	1,50	21,66	10,86	0,68	2,01	11,45	19,83	2,05	105,02	1,21	0,21	0,54	0,36	0,01	21943,08	0,11	0,08		
Ats 2	GSS																			
	2017	20,00	5,94	25,00	12,00	5,35	62,05	4,00	0,00	19,00	125,00	2,40	0,31	3,20	1,25	0,01	40000,00	0,16	0,17	
	PSP	20,00	6,84	20,00	10,00	6,14	68,60	4,00	68,00	39,00	466,00	1,10	0,80	0,00	0,10	0,01	47600,00	0,26	0,20	
	PSS	21,90	7,08	22,00	11,00	5,40	62,40	10,00	8,00	9,00	79,00	0,17	0,17	0,83	0,70	0,01	45500,00	0,08	0,31	
	GSP	22,80	4,82	18,00	9,00	4,88	58,60	4,00	10,00	6,00	112,00	0,01	0,10	0,00	0,45	0,01	52600,00	0,12	0,03	
	GSS																			
	2018	18,90	8,87	13,00	7,00	5,83	61,70	10,00	26,00	7,00	52,00	2,70	0,13	0,05	0,45	0,01	77000,00	0,25	0,04	
	min	18,90	4,82	13,00	7,00	4,88	58,60	4,00	0,00	6,00	52,00	0,01	0,10	0,00	0,10	0,01	40000,00	0,08	0,03	
max	22,80	8,87	25,00	12,00	6,14	68,60	10,00	68,00	39,00	466,00	2,70	0,80	3,20	1,25	0,01	77000,00	0,26	0,31		
moy	20,72	6,71	19,60	9,80	5,52	62,67	6,40	22,40	16,00	166,80	1,28	0,30	0,82	0,59	0,01	52540,00	0,17	0,15		

	e-t	1,59	1,50	4,51	1,92	0,48	3,64	3,29	27,18	13,86	169,68	1,24	0,29	1,38	0,43	0,00	14400,62	0,08	0,12	
Ats 3	GSS																			
	2017	19,80	5,04	22,00	11,00	5,10	63,65	2,00	17,00	7,00	101,00	0,50	0,19	0,40	0,95	0,02	45500,00	0,14	0,10	
	PSP	21,00	7,64	18,00	9,00	6,22	65,40	8,00	71,00	2,00	372,00	0,50	0,30	0,00	0,85	0,01	52600,00	0,09	0,18	
	PSS	21,90	6,70	26,00	13,00	5,77	64,00	20,00	10,00	7,00	91,00	1,20	0,22	1,06	0,05	0,01	40000,00	0,06	0,19	
	GSP	22,60	4,34	14,00	7,00	4,98	62,90	2,00	7,00	1,00	154,00	0,01	0,13	2,90	1,00	0,01	51600,00	0,06	0,00	
	GSS																			
	2018	18,90	8,70	15,00	7,00	6,40	60,60	6,00	35,00	11,00	62,00	3,80	0,09	0,11	0,15	0,01	66700,00	0,23	0,02	
	min	18,90	4,34	14,00	7,00	4,98	60,60	2,00	7,00	1,00	62,00	0,01	0,09	0,00	0,05	0,01	40000,00	0,06	0,00	
	max	22,60	8,70	26,00	13,00	6,40	65,40	20,00	71,00	11,00	372,00	3,80	0,30	2,90	1,00	0,02	66700,00	0,23	0,19	
moy	20,84	6,48	19,00	9,40	5,69	63,31	7,60	28,00	5,60	156,00	1,20	0,19	0,89	0,60	0,01	51280,00	0,12	0,10		
e-t	1,51	1,80	5,00	2,61	0,64	1,77	7,40	26,38	4,10	125,25	1,51	0,08	1,19	0,46	0,00	10003,35	0,07	0,09		
Mbe 1	GSS																			
	2017	21,50	6,78	20,00	10,00	5,45	63,65	16,00	29,00	43,00	192,00	0,27	0,20	0,20	1,05	0,01	50000,00	0,17	0,12	
	PSP	22,00	7,13	18,00	9,00	6,34	65,40	6,00	53,00	19,00	460,00	1,00	0,46	0,15	0,60	0,01	55600,00	0,22	0,24	
	PSS	21,70	6,19	20,00	10,00	5,88	63,30	10,00	11,00	11,00	101,00	0,10	0,36	0,01	1,00	0,01	50000,00	0,11	0,23	
	GSP	21,30	4,50	16,00	8,00	5,72	61,30	4,00	16,00	6,00	193,00	0,04	0,20	0,00	0,45	0,01	62500,00	0,33	0,55	
	GSS																			
	2018	17,90	8,42	20,00	10,00	6,31	64,00	14,00	29,00	41,00	191,00	4,50	0,28	0,18	1,05	0,01	50000,00	0,23	0,02	
	min	17,90	4,50	16,00	8,00	5,45	61,30	4,00	11,00	6,00	101,00	0,04	0,20	0,00	0,45	0,01	50000,00	0,11	0,02	
	max	22,00	8,42	20,00	10,00	6,34	65,40	16,00	53,00	43,00	460,00	4,50	0,46	0,20	1,05	0,01	62500,00	0,33	0,55	
moy	20,88	6,60	18,80	9,40	5,94	63,53	10,00	27,60	24,00	227,40	1,18	0,30	0,11	0,83	0,01	53620,00	0,21	0,23		
e-t	1,69	1,43	1,79	0,89	0,38	1,48	5,10	16,27	17,09	135,87	1,89	0,11	0,10	0,28	0,00	5524,67	0,08	0,20		
Mbe 2	GSS																			
	2017	22,00	6,32	18,00	9,00	5,30	64,75	30,00	21,00	37,00	203,00	0,90	0,43	0,80	0,65	0,01	25000,00	0,33	0,12	
	PSP	21,50	7,18	32,00	16,00	6,08	64,80	8,00	79,00	25,00	426,00	0,00	0,45	0,16	0,30	0,01	31300,00	0,36	0,28	

	PSS	21,60	6,16	20,00	10,00	5,89	60,80	10,00	16,00	11,00	135,00	1,30	0,16	0,50	0,35	0,01	50000,00	0,20	0,18	
	GSP	22,30	3,68	32,00	16,00	5,57	66,20	4,00	10,00	6,00	217,00	0,04	0,21	0,00	0,50	0,01	32300,00	0,33	0,10	
	GSS																			
	2018	18,50	7,97	22,00	11,00	6,79	68,70	14,00	20,00	10,00	162,00	3,40	0,36	0,12	0,05	0,01	47600,00	0,47	0,06	
	Min	18,50	3,68	18,00	9,00	5,30	60,80	4,00	10,00	6,00	135,00	0,00	0,16	0,00	0,05	0,01	25000,00	0,20	0,06	
	Max	22,30	7,97	32,00	16,00	6,79	68,70	30,00	79,00	37,00	426,00	3,40	0,45	0,80	0,65	0,01	50000,00	0,47	0,28	
	moy	21,18	6,26	24,80	12,40	5,93	65,05	13,20	29,20	17,80	228,60	1,13	0,32	0,32	0,37	0,01	37240,00	0,34	0,15	
	e-t	1,53	1,62	6,72	3,36	0,57	2,87	10,06	28,17	12,91	115,06	1,39	0,13	0,33	0,23	0,00	10950,48	0,10	0,09	
Mbe 3	GSS																			
	2017	22,00	6,92	18,00	9,00	5,71	63,75	20,00	1,00	7,00	139,00	0,70	0,30	0,61	0,35	0,01	55600,00	0,28	0,21	
	PSP	21,00	7,12	18,00	9,00	6,00	65,10	8,00	117,00	5,00	442,00	0,50	0,59	0,08	0,45	0,01	52600,00	0,24	0,48	
	PSS	21,60	6,13	24,00	12,00	5,83	62,20	18,00	12,00	11,00	136,00	0,40	0,50	0,10	0,60	0,01	43500,00	0,16	0,42	
	GSP	21,90	3,90	20,00	10,00	5,55	62,50	2,00	15,00	3,00	130,00	0,07	0,29	0,00	0,60	0,01	50000,00	0,44	0,07	
	GSS																			
	2018	18,50	7,88	33,00	16,00	5,94	65,30	6,00	58,00	43,00	176,00	3,60	0,37	0,57	0,35	0,01	30300,00	0,41	0,01	
	min	18,50	3,90	18,00	9,00	5,55	62,20	2,00	1,00	3,00	130,00	0,07	0,29	0,00	0,35	0,01	30300,00	0,16	0,01	
	max	22,00	7,88	33,00	16,00	6,00	65,30	20,00	117,00	43,00	442,00	3,60	0,59	0,61	0,60	0,01	55600,00	0,44	0,48	
moy	21,00	6,39	22,60	11,20	5,81	63,77	10,80	40,60	13,80	204,60	1,05	0,41	0,27	0,47	0,01	46400,00	0,31	0,24		
e-t	1,45	1,52	6,31	2,95	0,18	1,43	7,82	47,91	16,59	133,93	1,44	0,13	0,29	0,13	0,00	10045,65	0,12	0,21		
Nye 1	GSS																			
	2017	20,50	6,73	28,00	14,00	6,50	63,00	60,00	12,00	13,00	126,00	0,70	0,31	0,32	0,30	0,01	38500,00	0,34	0,12	
	PSP	23,00	7,42	40,00	20,00	6,17	64,90	10,00	26,00	31,00	417,00	1,60	0,54	0,28	1,60	0,02	24400,00	0,21	0,25	
	PSS	21,70	6,16	24,00	12,00	6,49	62,20	16,00	11,00	16,00	149,00	0,50	0,16	0,07	0,35	0,01	41700,00	0,21	0,18	
	GSP	23,20	4,40	16,00	8,00	5,63	64,50	2,00	16,00	4,00	179,00	0,03	0,17	0,00	0,85	0,01	58800,00	0,19	0,06	
GSS																				
2018	19,00	7,86	34,00	17,00	6,59	63,80	20,00	38,00	12,00	257,00	1,30	0,40	0,03	0,15	0,02	29400,00	0,47	0,07		

	min	19,00	4,40	16,00	8,00	5,63	62,20	2,00	11,00	4,00	126,00	0,03	0,16	0,00	0,15	0,01	24400,00	0,19	0,06
	max	23,20	7,86	40,00	20,00	6,59	64,90	60,00	38,00	31,00	417,00	1,60	0,54	0,32	1,60	0,02	58800,00	0,47	0,25
	moy	21,48	6,51	28,40	14,20	6,28	63,68	21,60	20,60	15,20	225,60	0,83	0,32	0,14	0,65	0,01	38560,00	0,28	0,14
	e-t	1,76	1,35	9,21	4,60	0,39	1,10	22,51	11,39	9,88	117,88	0,63	0,16	0,15	0,59	0,01	13265,86	0,12	0,08
Nye 2	GSS 2017	21,00	7,15	40,00	20,00	6,10	65,15	30,00	10,00	7,00	202,00	0,90	0,41	0,32	0,90	0,02	25000,00	0,33	0,34
	PSP	23,00	7,33	22,00	11,00	6,29	65,50	16,00	24,00	6,00	520,00	1,40	0,68	0,09	1,60	0,01	4500,00	0,22	0,27
	PSS	22,10	6,07	22,00	11,00	6,41	59,60	18,00	9,00	8,00	123,00	1,40	1,23	0,80	0,35	0,01	45500,00	0,16	0,47
	GSP	22,90	4,00	24,00	12,00	5,60	62,10	4,00	0,00	0,00	165,00	0,07	0,21	13,10	0,50	0,01	40000,00	0,39	0,07
	GSS 2018	21,00	7,83	31,00	16,00	6,72	70,70	14,00	46,00	6,00	240,00	1,80	0,33	0,07	0,10	0,01	323000,00	0,50	0,21
	min	21,00	4,00	22,00	11,00	5,60	59,60	4,00	0,00	0,00	123,00	0,07	0,21	0,07	0,10	0,01	4500,00	0,16	0,07
	max	23,00	7,83	40,00	20,00	6,72	70,70	30,00	46,00	8,00	520,00	1,80	1,23	13,10	1,60	0,02	323000,00	0,50	0,47
	moy	22,00	6,48	27,80	14,00	6,22	64,61	16,40	17,80	5,40	250,00	1,11	0,57	2,88	0,69	0,01	87600,00	0,32	0,27
	e-t	0,98	1,53	7,76	3,94	0,42	4,17	9,32	17,95	3,13	157,05	0,67	0,41	5,72	0,59	0,00	132547,82	0,14	0,15
Nye 3	GSS 2017	21,00	6,89	52,00	26,00	6,30	62,95	14,00	40,00	59,00	283,00	1,30	0,55	0,45	0,20	0,02	19600,00	0,41	0,41
	PSP	22,50	7,21	22,00	11,00	6,37	62,50	12,00	61,00	6,00	526,00	1,60	0,54	0,16	0,90	0,01	43500,00	0,17	0,24
	PSS	22,20	6,04	22,00	11,00	4,03	62,30	8,00	14,00	8,00	97,00	0,80	2,27	0,00	0,60	0,01	45500,00	0,16	0,70
	GSP	23,40	3,89	24,00	12,00	5,77	59,80	4,00	15,00	8,00	172,00	0,06	0,22	1,00	1,20	0,01	50000,00	0,34	0,03
	GSS 2018	19,80	7,72	30,00	15,00	6,67	63,60	14,00	31,00	8,00	281,00	1,90	0,48	0,03	0,35	0,01	33300,00	0,67	0,13
	min	19,80	3,89	22,00	11,00	4,03	59,80	4,00	14,00	6,00	97,00	0,06	0,22	0,00	0,20	0,01	19600,00	0,16	0,03
	Max	23,40	7,72	52,00	26,00	6,67	63,60	14,00	61,00	59,00	526,00	1,90	2,27	1,00	1,20	0,02	50000,00	0,67	0,70
	Myenne	21,78	6,35	30,00	15,00	5,83	62,23	10,40	32,20	17,80	271,80	1,13	0,81	0,33	0,65	0,01	38380,00	0,35	0,30
	e-t	1,40	1,50	12,73	6,36	1,06	1,45	4,34	19,49	23,05	162,28	0,72	0,83	0,42	0,41	0,00	12149,36	0,21	0,26

Ndj 1	GSS																			
	2017	22,00	6,63	48,40	24,20	6,42	64,40	6,00	0,00	2,00	44,00	2,30	0,27	2,29	0,15	0,01	28600,00	0,15	0,29	
	PSP	20,50	6,84	28,00	14,00	4,50	60,10	12,00	15,00	2,00	144,00	2,90	0,35	0,17	0,10	0,01	35700,00	0,11	0,31	
	PSS	20,30	7,03	32,00	16,00	6,15	62,70	2,00	15,00	6,00	80,00	0,10	1,31	0,00	0,50	0,01	30300,00	0,05	0,31	
	GSP	20,50	7,10	24,00	12,00	4,63	52,70	14,00	2,00	5,00	142,00	0,05	0,15	0,10	0,75	0,02	26300,00	0,35	0,25	
	GSS																			
	2018	20,90	6,95	34,00	17,00	6,70	66,10	10,00	13,00	20,00	46,00	0,10	0,08	0,51	0,25	0,01	29400,00	0,25	0,27	
	min	20,30	6,63	24,00	12,00	4,50	52,70	2,00	0,00	2,00	44,00	0,05	0,08	0,00	0,10	0,01	26300,00	0,05	0,25	
	max	22,00	7,10	48,40	24,20	6,70	66,10	14,00	15,00	20,00	144,00	2,90	1,31	2,29	0,75	0,02	35700,00	0,35	0,31	
	moy	20,84	6,91	33,28	16,64	5,68	61,20	8,80	9,00	7,00	91,20	1,09	0,43	0,61	0,35	0,01	30060,00	0,18	0,29	
e-t	0,68	0,18	9,28	4,64	1,04	5,24	4,82	7,38	7,48	49,41	1,39	0,50	0,96	0,27	0,00	3484,68	0,12	0,03		
Ndj 2	GSS																			
	2017	22,50	6,58	52,00	25,00	5,20	64,95	2,00	11,00	6,00	129,00	1,40	0,27	1,87	1,00	0,02	24400,00	0,09	0,21	
	PSP	20,50	6,89	36,00	18,00	4,90	63,30	6,00	5,00	1,00	121,00	4,20	0,53	0,03	2,35	0,01	28600,00	0,25	0,05	
	PSS	21,00	7,07	38,00	19,00	6,04	61,90	2,00	11,00	8,00	129,00	0,30	0,16	0,10	0,70	0,02	27000,00	0,03	0,39	
	GSP	20,80	7,70	44,00	21,00	4,79	60,70	12,00	25,00	4,00	77,00	0,07	0,20	0,19	2,90	0,02	26300,00	0,40	0,21	
	GSS																			
	2018	21,10	7,74	45,00	23,00	6,87	68,00	28,00	12,00	22,00	61,00	0,30	0,22	0,31	0,10	0,02	22220,00	0,15	0,03	
	min	20,50	6,58	36,00	18,00	4,79	60,70	2,00	5,00	1,00	61,00	0,07	0,16	0,03	0,10	0,01	22220,00	0,03	0,03	
	max	22,50	7,74	52,00	25,00	6,87	68,00	28,00	25,00	22,00	129,00	4,20	0,53	1,87	2,90	0,02	28600,00	0,40	0,39	
moy	21,18	7,20	43,00	21,20	5,56	63,77	10,00	12,80	8,20	103,40	1,25	0,28	0,50	1,41	0,02	25704,00	0,18	0,18		
e-t	0,77	0,51	6,32	2,86	0,88	2,85	10,86	7,36	8,14	32,07	1,73	0,15	0,77	1,17	0,00	2462,74	0,15	0,15		
Ndj 3	GSS																			
	2017	22,00	6,80	42,70	20,00	5,21	64,40	2,00	21,00	11,00	37,00	2,60	0,25	1,65	0,20	0,02	25600,00	0,28	0,13	
	PSP	21,50	6,82	30,00	15,00	4,93	63,50	8,00	3,00	1,00	99,00	3,20	0,33	0,00	0,15	0,01	32300,00	0,15	0,35	
	PSS	20,70	7,09	36,00	16,00	6,67	62,70	6,00	16,00	3,00	114,00	0,70	0,17	0,20	1,30	0,02	27000,00	0,02	0,03	

	GSP	20,80	7,54	23,00	12,00	4,89	64,90	28,00	1,00	3,00	136,00	0,05	0,17	1,80	1,00	0,01	28600,00	0,40	0,19	
	GSS																			
	2018	22,00	7,36	42,00	21,00	6,12	66,10	44,00	26,00	15,00	105,00	0,00	0,19	0,13	0,05	0,02	23300,00	0,55	0,24	
	min	20,70	6,80	23,00	12,00	4,89	62,70	2,00	1,00	1,00	37,00	0,00	0,17	0,00	0,05	0,01	23300,00	0,02	0,03	
	max	22,00	7,54	42,70	21,00	6,67	66,10	44,00	26,00	15,00	136,00	3,20	0,33	1,80	1,30	0,02	32300,00	0,55	0,35	
	moy	21,40	7,12	34,74	16,80	5,56	64,32	17,60	13,40	6,60	98,20	1,31	0,22	0,76	0,54	0,02	27360,00	0,28	0,19	
	e-t	0,63	0,33	8,34	3,70	0,79	1,30	17,85	11,01	6,07	36,98	1,49	0,07	0,89	0,57	0,01	3378,31	0,21	0,12	
Lma 1	GSS																			
	2017	22,00	6,73	47,00	21,00	4,98	62,95	2,00	5,00	2,00	83,00	2,10	0,10	2,05	0,05	0,02	21280,00	0,18	0,26	
	PSP	22,00	6,78	34,00	17,00	5,33	66,90	6,00	16,00	7,00	117,00	2,60	0,19	0,01	1,55	0,01	29400,00	0,22	0,30	
	PSS	22,00	6,67	42,00	21,00	5,23	62,70	2,00	18,00	8,00	180,00	0,70	0,22	0,50	0,90	0,02	24400,00	0,14	0,47	
	GSP	19,50	7,30	21,00	10,00	4,82	62,90	16,00	0,00	4,00	132,00	0,05	0,14	0,11	1,35	0,02	31300,00	0,36	0,18	
	GSS																			
	2018	22,80	7,39	40,00	20,00	5,48	63,20	20,00	33,00	16,00	60,00	0,10	0,05	0,30	0,55	0,02	25000,00	0,23	0,05	
	min	19,50	6,67	21,00	10,00	4,82	62,70	2,00	0,00	2,00	60,00	0,05	0,05	0,01	0,05	0,01	21280,00	0,14	0,05	
	max	22,80	7,39	47,00	21,00	5,48	66,90	20,00	33,00	16,00	180,00	2,60	0,22	2,05	1,55	0,02	31300,00	0,36	0,47	
moy	21,66	6,97	36,80	17,80	5,17	63,73	9,20	14,40	7,40	114,40	1,11	0,14	0,59	0,88	0,02	26276,00	0,23	0,25		
e-t	1,26	0,34	9,98	4,66	0,27	1,78	8,32	12,82	5,37	46,27	1,17	0,07	0,84	0,61	0,00	4034,46	0,08			
Lma 2	GSS																			
	2017	21,00	6,66	39,00	20,00	5,10	64,40	2,00	14,00	6,00	62,00	2,80	0,25	2,18	0,30	0,02	25600,00	0,20	0,33	
	PSP	23,00	6,76	32,00	16,00	5,26	66,00	14,00	15,00	4,00	145,00	2,60	0,33	0,00	1,05	0,01	31300,00	0,22	0,78	
	PSS	21,50	6,94	38,00	19,00	5,86	60,00	4,00	12,00	9,00	157,00	0,40	0,17	0,20	0,10	0,02	25600,00	0,10	0,42	
	GSP	21,00	7,57	34,00	17,00	4,92	62,60	4,00	1,00	1,00	132,00	0,05	0,14	0,25	2,00	0,01	32300,00	0,58	0,17	
	GSS																			
2018	22,10	7,39	49,00	25,00	6,61	68,80	16,00	34,00	20,00	188,00	2,60	0,26	0,14	0,05	0,02	20410,00	0,30	0,25		
min	21,00	6,66	32,00	16,00	4,92	60,00	2,00	1,00	1,00	62,00	0,05	0,14	0,00	0,05	0,01	20410,00	0,10	0,17		

	max	23,00	7,57	49,00	25,00	6,61	68,80	16,00	34,00	20,00	188,00	2,80	0,33	2,18	2,00	0,02	32300,00	0,58	0,78
	moy	21,72	7,06	38,40	19,40	5,55	64,36	8,00	15,20	8,00	136,80	1,69	0,23	0,55	0,70	0,02	27042,00	0,28	0,39
	e-t	0,85	0,40	6,58	3,51	0,69	3,34	6,48	11,90	7,31	46,68	1,35	0,08	0,91	0,83	0,01	4845,60	0,18	0,24
Lma 3	GSS 2017	21,00	6,70	36,00	18,00	5,05	65,50	2,00	2,00	0,00	47,00	1,60	0,21	2,07	0,35	0,02	27000,00	0,19	0,13
	PSP	22,00	6,73	30,00	15,00	5,21	66,80	10,00	9,00	5,00	104,00	3,70	0,67	1,02	0,20	0,01	34500,00	0,30	0,41
	PSS	22,00	7,07	36,00	18,00	5,90	60,90	6,00	13,00	4,00	133,00	0,40	0,17	0,10	0,25	0,02	27800,00	0,06	0,06
	GSP	21,00	7,35	22,00	11,00	4,78	60,40	10,00	0,00	5,00	202,00	0,08	0,26	0,39	2,75	0,01	30300,00	2,27	0,36
	GSS 2018	22,00	7,41	47,00	23,00	6,75	69,90	20,00	48,00	32,00	157,00	2,70	0,23	0,30	0,10	0,02	21280,00	0,32	0,21
	min	21,00	6,70	22,00	11,00	4,78	60,40	2,00	0,00	0,00	47,00	0,08	0,17	0,10	0,10	0,01	21280,00	0,06	0,06
	max	22,00	7,41	47,00	23,00	6,75	69,90	20,00	48,00	32,00	202,00	3,70	0,67	2,07	2,75	0,02	34500,00	2,27	0,41
	Moy	21,60	7,05	34,20	17,00	5,54	64,70	9,60	14,40	9,20	128,60	1,70	0,31	0,78	0,73	0,02	28176,00	0,63	0,23
	e-t	0,55	0,33	9,18	4,42	0,79	4,03	6,69	19,50	12,91	58,05	1,53	0,20	0,80	1,13	0,01	4836,93	0,92	0,15
Ond 1	GSS 2017	22,00	6,36	32,00	16,00	4,97	61,70	4,00	20,00	11,00	86,00	0,50	0,22	0,58	1,84	0,01	31800,00	0,04	0,37
	PSP	21,50	7,95	28,00	14,00	4,96	61,10	4,00	0,00	0,00	183,00	1,40	0,30	3,70	0,10	0,01	35700,00	0,30	0,36
	PSS	22,00	6,80	24,00	12,00	5,29	61,40	12,00	3,00	3,00	63,00	1,00	0,43	0,01	0,75	0,01	43500,00	0,04	0,37
	GSP	22,00	6,63	18,00	9,00	5,36	60,50	4,00	0,00	0,00	52,00	0,01	0,06	0,00	0,05	0,01	55600,00	0,12	0,00
	GSS 2018	22,00	6,58	28,00	14,00	5,60	62,00	8,00	11,00	7,00	75,00	0,75	0,32	0,29	1,29	0,01	37650,00	0,04	0,37
	min	21,50	6,36	18,00	9,00	4,96	60,50	4,00	0,00	0,00	52,00	0,01	0,06	0,00	0,05	0,01	31800,00	0,04	0,00
	max	22,00	7,95	32,00	16,00	5,60	62,00	12,00	20,00	11,00	183,00	1,40	0,43	3,70	1,84	0,01	55600,00	0,30	0,37
	moy	21,90	6,86	26,00	13,00	5,24	61,34	6,40	6,80	4,20	91,80	0,73	0,27	0,92	0,81	0,01	40850,00	0,11	0,29
	e-t	0,22	0,63	5,29	2,65	0,27	0,58	3,58	8,64	4,76	52,55	0,52	0,14	1,57	0,77	0,00	9263,50	0,11	0,16

Ond 2	GSS																			
	2017	22,00	6,36	32,00	16,00	4,98	62,40	2,00	1,00	7,00	88,00	0,30	0,12	1,05	1,90	0,01	38500,00	0,07	0,03	
	PSP	21,00	7,93	24,00	12,00	5,15	64,20	6,00	3,00	6,00	210,00	2,00	0,36	2,71	0,85	0,01	41700,00	0,50	0,57	
	PSS	22,00	6,64	24,00	12,00	4,97	62,10	18,00	2,00	4,00	74,00	0,50	0,14	0,04	2,75	0,01	40000,00	0,09	0,07	
	GSP	23,00	6,45	18,00	9,00	5,56	62,10	2,00	7,00	6,00	123,00	0,06	0,21	0,00	0,40	0,01	58800,00	0,30	0,00	
	GSS																			
	2018	21,80	6,54	25,00	13,00	4,95	62,70	6,00	5,00	0,00	94,00	0,00	0,00	0,14	1,10	0,01	40000,00	0,05	0,00	
	min	21,00	6,36	18,00	9,00	4,95	62,10	2,00	1,00	0,00	74,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,01	38500,00	0,05	0,00	
	max	23,00	7,93	32,00	16,00	5,56	64,20	18,00	7,00	7,00	210,00	2,00	0,36	2,71	2,75	0,01	58800,00	0,50	0,57	
	moy	21,96	6,78	24,60	12,40	5,12	62,70	6,80	3,60	4,60	117,80	0,57	0,17	0,79	1,40	0,01	43800,00	0,20	0,13	
e-t	0,71	0,65	4,98	2,51	0,26	0,87	6,57	2,41	2,79	54,55	0,82	0,13	1,16	0,93	0,00	8461,38	0,19	0,25		
Ond 3	GSS																			
	2017	21,00	6,02	30,00	15,00	4,94	62,40	1,00	10,00	6,00	73,00	0,30	0,07	0,17	1,75	0,01	32800,00	0,13	0,05	
	PSP	22,50	7,97	138,00	69,00	4,94	61,20	6,00	3,00	6,00	245,00	2,10	0,36	2,54	0,05	0,07	71900,00	0,40	0,21	
	PSS	22,00	6,22	24,00	12,00	5,65	62,30	48,00	13,00	15,00	362,00	1,40	0,50	0,01	1,25	0,01	41700,00	0,07	0,11	
	GSP	24,00	5,25	14,00	7,00	5,45	61,60	6,00	3,00	5,00	223,00	0,07	0,45	0,00	0,05	0,01	65700,00	0,87	0,06	
	GSS																			
	2018	21,00	6,25	32,00	16,00	4,92	62,50	20,00	14,00	0,00	84,00	0,00	0,08	0,05	0,40	0,00	32300,00	0,19	0,00	
	min	21,00	5,25	14,00	7,00	4,92	61,20	1,00	3,00	0,00	73,00	0,00	0,07	0,00	0,05	0,00	32300,00	0,07	0,00	
	max	24,00	7,97	138,00	69,00	5,65	62,50	48,00	14,00	15,00	362,00	2,10	0,50	2,54	1,75	0,07	71900,00	0,87	0,21	
moy	22,10	6,34	47,60	23,80	5,18	62,00	16,20	8,60	6,40	197,40	0,77	0,29	0,55	0,70	0,02	48880,00	0,33	0,09		
e-t	1,24	1,00	51,02	25,51	0,35	0,57	19,14	5,32	5,41	120,78	0,93	0,20	1,11	0,76	0,03	18693,90	0,33	0,08		
Kon 1	GSS																			
	2017	20,50	8,10	51,00	25,00	4,21	51,70	19,36	1,00	1,00	73,00	0,20	0,14	0,05	1,70	0,02	18180,00	0,26	0,00	
	PSP	21,00	7,89	214,00	107,00	4,94	62,40	4,00	1,00	1,00	85,00	0,90	0,13	2,26	0,80	0,10	6329,00	0,50	0,16	
PSS	21,00	8,33	34,00	17,00	4,23	61,50	12,00	1,00	3,00	74,00	2,10	0,16	0,05	2,25	0,01	29400,00	0,03	0,08		

	GSP	23,00	6,24	20,00	10,00	4,64	60,00	4,00	23,00	13,00	128,00	0,07	0,22	0,01	0,05	0,01	52600,00	0,10	0,04	
	GSS																			
	2018	20,50	8,10	51,00	25,00	4,21	51,70	19,36	1,00	1,00	73,00	0,20	0,14	0,05	2,85	0,02	18180,00	0,26	0,00	
	min	20,50	6,24	20,00	10,00	4,21	51,70	4,00	1,00	1,00	73,00	0,07	0,13	0,01	0,05	0,01	6329,00	0,03	0,00	
	max	23,00	8,33	214,00	107,00	4,94	62,40	19,36	23,00	13,00	128,00	2,10	0,22	2,26	2,85	0,10	52600,00	0,50	0,16	
	moy	21,20	7,73	74,00	36,80	4,45	57,46	11,74	5,40	3,80	86,60	0,69	0,16	0,48	1,53	0,03	24937,80	0,23	0,06	
	e-t	1,04	0,85	79,33	39,74	0,33	5,33	7,68	9,84	5,22	23,69	0,85	0,04	0,99	1,12	0,04	17483,79	0,18	0,07	
Kon 2	GSS																			
	2017	23,50	6,40	36,00	18,00	5,75	64,55	4,00	5,00	16,00	115,00	0,50	0,16	0,42	0,60	0,01	27800,00	0,21	0,21	
	PSP	23,00	7,34	224,00	113,00	5,04	61,20	6,00	4,00	6,00	151,00	1,40	0,24	4,06	0,45	0,11	4444,00	0,40	0,03	
	PSS	21,50	7,88	30,00	15,00	5,87	62,40	18,00	2,00	4,00	92,00	2,30	0,17	0,18	1,75	0,01	32300,00	0,10	0,42	
	GSP	24,00	6,61	16,00	8,00	5,60	61,70	4,00	1,00	2,00	123,00	0,03	0,38	0,02	0,05	0,01	62500,00	0,07	0,07	
	GSS																			
	2018	21,80	8,11	44,00	22,00	5,99	66,70	10,00	0,00	0,00	78,00	3,00	0,03	0,07	0,50	0,02	22700,00	0,32	0,00	
	min	21,50	6,40	16,00	8,00	5,04	61,20	4,00	0,00	0,00	78,00	0,03	0,03	0,02	0,05	0,01	4444,00	0,07	0,00	
	max	24,00	8,11	224,00	113,00	5,99	66,70	18,00	5,00	16,00	151,00	3,00	0,38	4,06	1,75	0,11	62500,00	0,40	0,42	
moy	22,76	7,27	70,00	35,20	5,65	63,31	8,40	2,40	5,60	111,80	1,45	0,20	0,95	0,67	0,03	29948,80	0,22	0,15		
e-t	1,08	0,75	86,69	43,79	0,37	2,29	5,90	2,07	6,23	28,31	1,23	0,13	1,75	0,64	0,04	21052,11	0,14	0,17		
Kon 3	GSS																			
	2017	24,00	6,45	80,00	40,00	4,20	57,85	6,00	5,00	12,00	177,00	0,30	0,30	0,44	0,85	0,02	12600,00	0,20	0,04	
	PSP	22,50	7,48	512,00	256,00	4,92	64,80	4,00	0,00	2,00	191,00	2,80	0,29	2,66	0,10	0,25	1953,00	0,90	0,26	
	PSS	22,00	7,53	78,00	39,00	5,03	51,50	18,00	18,00	14,00	185,00	2,70	0,27	0,21	2,25	0,01	12820,00	0,05	0,08	
	GSP	26,00	6,87	38,00	19,00	5,43	60,30	6,00	23,00	11,00	191,00	0,09	0,42	0,02	0,15	0,01	27000,00	0,47	0,11	
	GSS																			
2018	22,00	6,59	68,00	34,00	5,87	64,20	8,00	4,00	6,00	161,00	2,20	0,08	0,05	1,30	0,03	14710,00	0,36	0,01		
min	22,00	6,45	38,00	19,00	4,20	51,50	4,00	0,00	2,00	161,00	0,09	0,08	0,02	0,10	0,01	1953,00	0,05	0,01		

	max	26,00	7,53	512,00	256,00	5,87	64,80	18,00	23,00	14,00	191,00	2,80	0,42	2,66	2,25	0,25	27000,00	0,90	0,26
	Myenne	23,30	6,98	155,20	77,60	5,09	59,73	8,40	10,00	9,00	181,00	1,62	0,27	0,68	0,93	0,06	13816,60	0,40	0,10
	e-t	1,72	0,50	200,16	100,08	0,62	5,41	5,55	9,92	4,90	12,57	1,32	0,12	1,12	0,89	0,10	8913,73	0,32	0,10
Mib 1	GSS 2017	24,00	6,93	46,00	23,00	5,11	62,75	18,00	0,00	10,00	47,00	0,50	0,10	0,22	0,15	0,02	21740,00	0,03	0,00
	PSP	24,00	6,72	18,00	9,00	5,12	66,30	2,00	22,00	12,00	351,00	0,20	0,17	0,05	0,50	0,01	56600,00	0,01	0,23
	PSS	23,00	4,21	30,00	15,00	5,25	66,00	4,00	8,00	8,00	73,00	1,20	0,35	0,81	0,25	0,01	31300,00	0,04	0,06
	GSP	24,50	6,40	24,00	12,00	5,11	62,50	6,00	17,00	7,00	89,00	0,08	0,13	0,05	0,20	0,01	43500,00	0,00	0,38
	GSS 2018	24,50	7,31	25,00	13,00	5,46	59,50	6,00	0,00	33,00	152,00	1,50	0,07	0,19	0,60	0,01	40000,00	0,11	0,08
	min	23,00	4,21	18,00	9,00	5,11	59,50	2,00	0,00	7,00	47,00	0,08	0,07	0,05	0,15	0,01	21740,00	0,00	0,00
	max	24,50	7,31	46,00	23,00	5,46	66,30	18,00	22,00	33,00	351,00	1,50	0,35	0,81	0,60	0,02	56600,00	0,11	0,38
	myenne	24,00	6,31	28,60	14,40	5,21	63,41	7,20	9,40	14,00	142,40	0,70	0,16	0,26	0,34	0,01	38628,00	0,04	0,15
	e-t	0,61	1,22	10,62	5,27	0,15	2,81	6,26	9,94	10,79	122,86	0,63	0,11	0,32	0,20	0,00	13110,26	0,04	0,15
Mib 2	GSS 2017	24,00	6,70	52,00	26,00	5,15	62,50	2,00	0,00	5,00	71,00	0,60	0,15	0,08	0,65	0,02	19610,00	0,14	0,63
	PSP	24,00	6,67	18,00	9,00	5,27	67,80	6,00	4,00	4,00	232,00	0,30	0,26	0,12	0,35	0,01	58800,00	0,09	0,16
	PSS	22,50	4,67	66,00	33,00	5,80	61,30	6,00	9,00	4,00	45,00	1,00	0,19	1,06	0,50	0,03	15500,00	0,09	0,26
	GSP	24,90	6,30	24,00	12,00	5,03	62,20	6,00	9,00	3,00	62,00	0,02	0,12	0,01	0,55	0,01	41700,00	0,22	1,39
	GSS 2018	24,60	7,39	21,00	10,00	5,63	63,70	6,00	4,00	32,00	167,00	0,00	0,06	0,12	0,45	0,01	47600,00	0,21	0,11
	min	22,50	4,67	18,00	9,00	5,03	61,30	2,00	0,00	3,00	45,00	0,00	0,06	0,01	0,35	0,01	15500,00	0,09	0,11
	max	24,90	7,39	66,00	33,00	5,80	67,80	6,00	9,00	32,00	232,00	1,00	0,26	1,06	0,65	0,03	58800,00	0,22	1,39
	moy	24,00	6,35	36,20	18,00	5,38	63,50	5,20	5,20	9,60	115,40	0,38	0,16	0,28	0,50	0,02	36642,00	0,15	0,51
	e-t	0,92	1,02	21,50	10,84	0,33	2,55	1,79	3,83	12,54	80,68	0,42	0,08	0,44	0,11	0,01	18531,81	0,06	0,53

Mbi3	GSS																			
	2017	24,00	6,86	40,00	20,00	5,29	60,90	14,00	0,00	3,00	72,00	0,10	0,13	0,21	0,80	0,02	2500,00	0,04	0,75	
	PSP	24,00	6,70	18,00	9,00	5,32	68,30	6,00	41,00	12,00	238,00	0,90	0,28	0,03	0,85	0,01	56600,00	0,14	0,03	
	PSS	23,00	4,27	50,00	25,00	5,28	60,90	4,00	14,00	7,00	85,00	1,30	0,17	1,41	0,30	0,02	21280,00	0,01	0,13	
	GSP	28,50	6,20	25,00	13,00	5,28	64,10	3,00	8,00	5,00	79,00	0,04	0,29	0,00	0,40	0,01	40000,00	0,08	0,14	
	GSS																			
	2018	25,00	6,96	26,00	13,00	5,27	60,90	14,00	23,00	37,00	75,00	0,00	0,15	0,09	0,35	0,01	37000,00	0,02	0,08	
	min	23,00	4,27	18,00	9,00	5,27	60,90	3,00	0,00	3,00	72,00	0,00	0,13	0,00	0,30	0,01	2500,00	0,01	0,03	
	max	28,50	6,96	50,00	25,00	5,32	68,30	14,00	41,00	37,00	238,00	1,30	0,29	1,41	0,85	0,02	56600,00	0,14	0,75	
	moy	24,90	6,20	31,80	16,00	5,29	63,02	8,20	17,20	12,80	109,80	0,47	0,20	0,35	0,54	0,01	31476,00	0,06	0,23	
e-t	2,13	1,12	12,93	6,40	0,02	3,26	5,40	15,74	13,94	71,83	0,60	0,08	0,60	0,26	0,01	20481,43	0,05	0,30		
Mou 1	GSS																			
	2017	24,00	6,79	20,00	10,00	5,60	62,35	6,00	0,00	14,00	0,00	0,00	0,00	1,52	0,45	0,01	52600,00	0,04	0,75	
	PSP	23,00	6,13	30,00	15,00	4,88	61,80	2,00	27,00	16,00	72,00	0,00	0,14	0,09	0,20	0,01	32300,00	0,10	0,02	
	PSS	24,00	4,71	42,00	21,00	5,61	60,90	4,00	2,00	4,00	20,00	0,80	0,14	0,81	0,65	0,02	25000,00	0,03	0,23	
	GSP	25,00	5,60	24,00	12,00	5,02	60,40	3,00	8,00	5,00	21,00	0,01	0,06	0,01	0,00	0,01	41700,00	0,00	0,10	
	GSS																			
	2018	24,50	7,16	24,00	12,00	5,62	63,80	12,00	0,00	39,00	31,00	0,00	0,01	0,10	0,50	0,01	43500,00	0,06	0,03	
	min	23,00	4,71	20,00	10,00	4,88	60,40	2,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	25000,00	0,00	0,02	
	max	25,00	7,16	42,00	21,00	5,62	63,80	12,00	27,00	39,00	72,00	0,80	0,14	1,52	0,65	0,02	52600,00	0,10	0,75	
moy	24,10	6,08	28,00	14,00	5,35	61,85	5,40	7,40	15,60	28,80	0,16	0,07	0,51	0,36	0,01	39020,00	0,05	0,23		
e-t	0,74	0,97	8,60	4,30	0,36	1,33	3,97	11,44	14,12	26,64	0,36	0,07	0,65	0,26	0,00	10646,45	0,04	0,30		
Mou 2	GSS																			
	2017	23,50	6,76	38,00	19,00	4,78	62,35	6,00	47,00	0,00	101,00	1,40	0,08	0,68	0,20	0,02	25600,00	0,11	0,34	
	PSP	23,00	6,51	20,00	10,00	4,96	64,50	4,00	0,00	9,00	124,00	0,10	0,18	0,16	0,30	0,01	50000,00	0,00	0,07	
PSS	24,50	4,44	45,00	21,00	5,21	61,20	8,00	7,00	5,00	55,00	0,50	0,50	1,00	0,75	0,02	25000,00	0,03	0,16		

	GSP	22,50	6,55	26,00	13,00	5,10	63,40	3,00	7,00	9,00	75,00	0,19	0,01	0,01	0,20	0,01	4000,00	0,04	0,00	
	GSS																			
	2018	24,80	7,21	20,00	9,00	5,63	63,90	8,00	27,00	6,00	81,00	0,00	0,10	0,15	1,00	0,01	50000,00	0,25	0,16	
	min	22,50	4,44	20,00	9,00	4,78	61,20	3,00	0,00	0,00	55,00	0,00	0,01	0,01	0,20	0,01	4000,00	0,00	0,00	
	max	24,80	7,21	45,00	21,00	5,63	64,50	8,00	47,00	9,00	124,00	1,40	0,50	1,00	1,00	0,02	50000,00	0,25	0,34	
	moy	23,66	6,29	29,80	14,40	5,14	63,07	5,80	17,60	5,80	87,20	0,44	0,17	0,40	0,49	0,01	30920,00	0,09	0,15	
	e-t	0,98	1,07	11,23	5,37	0,32	1,31	2,28	19,28	3,70	26,31	0,57	0,19	0,42	0,36	0,01	19468,74	0,10	0,13	
Mou 3	GSS																			
	2017	24,00	6,81	48,00	24,00	5,15	61,20	58,00	0,00	0,00	78,00	0,40	0,14	0,24	0,40	0,02	20830,00	0,27	0,72	
	PSP	21,00	6,63	24,00	12,00	5,56	66,80	4,00	9,00	4,00	223,00	5,80	0,27	0,16	0,35	0,01	40000,00	0,45	0,06	
	PSS	24,00	4,21	44,00	22,00	5,25	59,30	6,00	22,00	10,00	96,00	0,90	0,21	1,29	0,60	0,02	22700,00	0,06	0,13	
	GSP	24,50	6,21	13,00	26,00	5,06	62,00	5,00	3,00	15,00	83,00	0,06	0,13	0,01	0,30	0,01	40013,00	0,04	0,00	
	GSS																			
	2018	24,00	7,25	26,00	13,00	5,58	63,10	10,00	0,00	9,00	42,00	0,10	0,09	0,50	0,60	0,01	40000,00	0,09	0,05	
	min	21,00	4,21	13,00	12,00	5,06	59,30	4,00	0,00	0,00	42,00	0,06	0,09	0,01	0,30	0,01	20830,00	0,04	0,00	
	max	24,50	7,25	48,00	26,00	5,58	66,80	58,00	22,00	15,00	223,00	5,80	0,27	1,29	0,60	0,02	40013,00	0,45	0,72	
moy	23,50	6,22	31,00	19,40	5,32	62,48	16,60	6,80	7,60	104,40	1,45	0,17	0,44	0,45	0,01	32708,60	0,18	0,19		
e-t	1,41	1,19	14,63	6,47	0,24	2,79	23,26	9,26	5,77	69,26	2,45	0,07	0,51	0,14	0,01	10011,95	0,18	0,30		
Ong 1	GSS																			
	2017	25,50	6,82	48,00	24,00	4,10	58,45	6,00	0,00	0,00	67,00	0,20	0,13	1,71	0,30	0,02	20830,00	0,27	0,91	
	PSP	24,00	6,69	20,00	10,00	5,15	67,90	6,00	9,00	4,00	193,00	0,80	0,27	0,11	0,60	0,01	52600,00	0,08	0,06	
	PSS	22,00	4,58	46,00	23,00	4,72	55,00	6,00	7,00	7,00	68,00	1,00	0,20	1,96	0,25	0,02	22700,00	0,03	0,16	
	GSP	25,50	6,21	26,00	13,00	4,95	61,10	4,00	3,00	15,00	83,00	0,06	0,13	0,01	0,30	0,01	37000,00	0,05	0,00	
	GSS																			
2018	25,10	7,23	28,00	14,00	5,35	61,90	10,00	8,00	28,00	99,00	1,20	0,17	0,34	0,85	0,01	35700,00	0,27	0,14		
min	22,00	4,58	20,00	10,00	4,10	55,00	4,00	0,00	0,00	67,00	0,06	0,13	0,01	0,25	0,01	20830,00	0,03	0,00		

	max	25,50	7,23	48,00	24,00	5,35	67,90	10,00	9,00	28,00	193,00	1,20	0,27	1,96	0,85	0,02	52600,00	0,27	0,91
	moy	24,42	6,31	33,60	16,80	4,85	60,87	6,40	5,40	10,80	102,00	0,65	0,18	0,83	0,46	0,01	33766,00	0,14	0,25
	e-t	1,49	1,03	12,60	6,30	0,48	4,77	2,19	3,78	11,08	52,52	0,50	0,06	0,93	0,26	0,01	12832,72	0,12	0,37
Ong 2	GSS 2017	22,00	6,84	48,00	24,00	4,93	58,75	12,00	0,00	22,00	67,00	0,40	0,13	0,29	0,25	0,02	22700,00	0,25	0,89
	PSP	26,00	6,62	26,00	13,00	5,30	67,40	22,00	25,00	26,00	302,00	1,00	0,28	0,03	0,30	0,01	40000,00	0,12	0,31
	PSS	24,50	4,71	64,00	32,00	4,26	55,20	8,00	8,00	9,00	92,00	1,20	0,43	0,92	0,35	0,03	15870,00	0,01	0,05
	GSP	25,00	6,14	26,00	13,00	4,83	58,50	4,00	11,00	4,00	99,00	0,04	0,17	0,04	0,60	0,01	38500,00	0,02	0,06
	GSS 2018	26,00	7,11	35,00	18,00	5,51	62,10	14,00	6,00	0,00	321,00	0,00	0,37	0,07	0,30	0,01	28600,00	0,19	0,16
	min	22,00	4,71	26,00	13,00	4,26	55,20	4,00	0,00	0,00	67,00	0,00	0,13	0,03	0,25	0,01	15870,00	0,01	0,05
	max	26,00	7,11	64,00	32,00	5,51	67,40	22,00	25,00	26,00	321,00	1,20	0,43	0,92	0,60	0,03	40000,00	0,25	0,89
	moy	24,70	6,28	39,80	20,00	4,97	60,39	12,00	10,00	12,20	176,20	0,53	0,28	0,27	0,36	0,02	29134,00	0,12	0,29
	e-t	1,64	0,95	16,25	8,09	0,48	4,62	6,78	9,30	11,32	124,26	0,55	0,13	0,38	0,14	0,01	10288,43	0,10	0,35
Ong 3	GSS 2017	28,00	6,84	26,00	13,00	5,80	65,15	18,00	14,00	0,00	108,00	0,50	0,15	0,16	0,15	0,01	40000,00	0,13	0,32
	PSP	26,50	6,53	0,00	0,00	5,37	68,30	18,00	0,00	4,00	202,00	0,50	0,44	0,21	0,55	0,00	99999,00	0,32	0,31
	PSS	25,00	4,19	50,00	25,00	5,69	54,20	8,00	15,00	7,00	78,00	1,00	0,29	0,90	1,65	0,02	20830,00	0,07	0,11
	GSP	26,00	5,33	26,00	13,00	4,46	53,10	3,00	0,00	0,00	72,00	0,05	0,23	0,00	0,40	0,01	37800,00	0,08	0,24
	GSS 2018	27,50	7,16	31,00	15,00	5,58	62,40	10,00	25,00	5,00	203,00	0,00	0,20	0,13	1,30	0,01	32300,00	0,29	0,21
	min	25,00	4,19	0,00	0,00	4,46	53,10	3,00	0,00	0,00	72,00	0,00	0,15	0,00	0,15	0,00	20830,00	0,07	0,11
	max	28,00	7,16	50,00	25,00	5,80	68,30	18,00	25,00	7,00	203,00	1,00	0,44	0,90	1,65	0,02	99999,00	0,32	0,32
	moy	26,60	6,01	26,60	13,20	5,38	60,63	11,40	10,80	3,20	132,60	0,41	0,26	0,28	0,81	0,01	46185,80	0,18	0,24
	e-t	1,19	1,23	17,85	8,90	0,54	6,72	6,54	10,76	3,11	65,25	0,41	0,11	0,36	0,64	0,01	30984,59	0,12	0,09

Nyo 1	GSS																			
	2017	20,00	4,81	24,00	12,00	5,20	62,55	5,00	7,00	4,50	179,50	3,50	0,78	3,30	1,45	0,01	39350,00	1,20	0,40	
	PSP	29,00	7,22	12,00	6,00	6,20	65,60	6,00	96,00	26,00	349,00	3,90	0,28	0,10	0,30	0,00	91000,00	0,12	0,10	
	PSS	22,60	6,06	24,00	12,00	5,59	59,70	12,00	20,00	1,00	114,00	2,10	0,23	1,17	0,20	0,01	43500,00	0,25	0,13	
	GSP	22,70	6,31	19,00	8,00	5,15	62,60	4,00	7,00	3,00	108,00	0,05	0,19	0,80	1,10	0,01	52600,00	0,16	0,02	
	GSS																			
	2018	19,80	7,62	19,00	10,00	5,97	65,40	8,00	76,00	40,00	380,00	1,60	0,20	0,23	0,30	0,01	52600,00	0,32	0,11	
	min	19,80	4,81	12,00	6,00	5,15	59,70	4,00	7,00	1,00	108,00	0,05	0,19	0,10	0,20	0,00	39350,00	0,12	0,02	
	max	29,00	7,62	24,00	12,00	6,20	65,60	12,00	96,00	40,00	380,00	3,90	0,78	3,30	1,45	0,01	91000,00	1,20	0,40	
	moy	22,82	6,40	19,60	9,60	5,62	63,17	7,00	41,20	14,90	226,10	2,23	0,34	1,12	0,67	0,01	55810,00	0,41	0,15	
e-t	3,72	1,10	4,93	2,61	0,46	2,43	3,16	41,84	17,29	129,88	1,55	0,25	1,29	0,57	0,00	20502,51	0,45	0,14		
Nyo 2	GSS																			
	2017	27,00	7,20	6,00	3,00	5,81	63,00	22,00	8,00	11,00	152,00	0,05	0,18	0,34	0,45	0,01	77000,00	0,70	0,20	
	PSP	27,00	7,80	18,00	9,00	6,29	66,70	16,00	30,00	29,00	263,00	0,20	0,38	0,05	0,55	0,01	52600,00	0,06	0,23	
	PSS	26,30	6,03	22,00	11,00	6,23	61,70	12,00	12,00	13,00	173,00	2,30	0,15	0,00	0,20	0,01	43500,00	0,23	0,26	
	GSP	22,70	3,72	18,00	9,00	5,40	61,00	6,00	13,00	6,00	131,00	0,04	0,15	0,70	0,55	0,01	52600,00	0,25	0,03	
	GSS																			
	2018	26,50	7,48	19,00	10,00	6,66	64,30	12,00	96,00	36,00	310,00	1,10	0,25	1,60	1,15	0,01	52600,00	0,19	0,09	
	min	22,70	3,72	6,00	3,00	5,40	61,00	6,00	8,00	6,00	131,00	0,04	0,15	0,00	0,20	0,01	43500,00	0,06	0,03	
	max	27,00	7,80	22,00	11,00	6,66	66,70	22,00	96,00	36,00	310,00	2,30	0,38	1,60	1,15	0,01	77000,00	0,70	0,26	
	moy	25,90	6,45	16,60	8,40	6,08	63,34	13,60	31,80	19,00	205,80	0,74	0,22	0,54	0,58	0,01	55660,00	0,29	0,16	
e-t	1,82	1,66	6,15	3,13	0,48	2,26	5,90	36,87	12,83	76,97	0,98	0,10	0,66	0,35	0,00	12563,36	0,24	0,10		
Nyo 3	GSS																			
	2017	27,50	6,50	46,00	23,00	6,45	63,55	10,00	4,00	12,00	102,00	0,66	0,20	0,21	0,15	0,01	21700,00	1,40	0,20	
	PSP	27,00	8,04	50,00	25,00	4,98	60,40	4,00	0,00	0,00	108,00	2,80	0,16	1,83	1,30	0,02	20000,00	0,40	1,39	
PSS	20,00	7,14	34,00	17,00	5,51	59,10	20,00	6,00	5,00	144,00	2,80	0,36	0,07	2,25	0,01	29400,00	0,03	0,16		

	GSP	24,50	6,13	20,00	10,00	4,62	52,70	14,00	16,00	12,00	99,00	0,04	0,19	0,01	0,20	0,01	52600,00	0,22	0,00	
	GSS																			
	2018	24,50	5,86	36,00	18,00	4,56	68,00	8,00	13,00	1,00	117,00	0,00	0,19	0,00	0,90	0,01	27600,00	0,21	0,00	
	min	20,00	5,86	20,00	10,00	4,56	52,70	4,00	0,00	0,00	99,00	0,00	0,16	0,00	0,15	0,01	20000,00	0,03	0,00	
	max	27,50	8,04	50,00	25,00	6,45	68,00	20,00	16,00	12,00	144,00	2,80	0,36	1,83	2,25	0,02	52600,00	1,40	1,39	
	moy	24,70	6,73	37,20	18,60	5,22	60,75	11,20	7,80	6,00	114,00	1,26	0,22	0,42	0,96	0,01	30260,00	0,45	0,35	
	e-t	2,97	0,87	11,71	5,86	0,78	5,66	6,10	6,57	5,79	18,12	1,43	0,08	0,79	0,87	0,00	13090,38	0,55	0,59	
Nyo 4	GSS																			
	2017	25,00	6,36	32,00	16,00	6,55	65,75	2,00	7,00	28,00	43,00	2,00	0,13	1,71	0,05	0,01	30300,00	1,20	0,20	
	PSP	23,50	6,69	44,00	22,00	4,75	58,00	6,00	12,00	5,00	130,00	3,40	0,54	0,00	0,40	0,02	22220,00	0,28	0,64	
	PSS	21,50	6,75	32,00	16,00	6,63	63,20	2,00	9,00	5,00	149,00	0,80	0,23	0,00	0,15	0,01	31300,00	0,03	0,45	
	GSP	23,00	6,97	21,00	10,00	4,57	61,40	14,00	0,00	7,00	107,00	0,04	0,11	0,00	0,25	0,01	33300,00	0,32	0,10	
	GSS																			
	2018	25,50	7,39	28,00	14,00	6,72	68,30	6,00	19,00	9,00	77,00	1,90	0,16	0,50	0,25	0,01	34500,00	0,25	0,74	
	min	21,50	6,36	21,00	10,00	4,57	58,00	2,00	0,00	5,00	43,00	0,04	0,11	0,00	0,05	0,01	22220,00	0,03	0,10	
	max	25,50	7,39	44,00	22,00	6,72	68,30	14,00	19,00	28,00	149,00	3,40	0,54	1,71	0,40	0,02	34500,00	1,20	0,74	
moy	23,70	6,83	31,40	15,60	5,84	63,33	6,00	9,40	10,80	101,20	1,63	0,23	0,44	0,22	0,01	30324,00	0,42	0,43		
e-t	1,60	0,38	8,35	4,34	1,08	3,96	4,90	6,95	9,76	42,19	1,28	0,18	0,74	0,13	0,00	4819,84	0,45	0,27		
Nyo5	GSS																			
	2017	28,00	6,83	38,00	19,00	4,50	61,00	30,00	0,00	0,00	73,00	0,20	0,09	0,05	0,35	0,02	27000,00	0,18	0,70	
	PSP	27,80	6,57	26,00	13,00	5,37	68,20	8,00	22,00	18,00	271,00	2,00	0,32	0,17	1,60	0,01	38500,00	0,25	0,25	
	PSS	25,00	4,20	40,00	20,00	4,35	59,10	4,00	8,00	4,00	124,00	1,40	0,51	0,19	1,75	0,02	28600,00	0,07	0,11	
	GSP	26,00	6,14	32,00	16,00	5,43	64,00	34,00	9,00	7,00	167,00	0,06	0,28	0,00	0,60	0,01	32300,00	1,06	0,35	
	GSS																			
2018	29,00	7,25	19,00	15,00	5,70	62,90	12,00	22,00	35,00	203,00	0,00	0,19	0,00	0,05	0,01	34500,00	0,04	0,18		
min	25,00	4,20	19,00	13,00	4,35	59,10	4,00	0,00	0,00	73,00	0,00	0,09	0,00	0,05	0,01	27000,00	0,04	0,11		

	max	29,00	7,25	40,00	20,00	5,70	68,20	34,00	22,00	35,00	271,00	2,00	0,51	0,19	1,75	0,02	38500,00	1,06	0,70
	moy	27,16	6,20	31,00	16,60	5,07	63,04	17,60	12,20	12,80	167,60	0,73	0,28	0,08	0,87	0,01	32180,00	0,32	0,32
	e-t	1,62	1,19	8,66	2,88	0,60	3,44	13,52	9,60	14,10	75,49	0,91	0,16	0,09	0,76	0,01	4609,45	0,42	0,23
Norme d'Aptitude Biologique et de qualité d'eau par altération (MEDD et Agences de l'eau, 2003 ; MEDD <i>et al.</i> , 2013)		20-27	6,5-8,2	180-2500		4-8	50-90		1-35	2-25	<100	2-10	0,5-4	0,1-1					

Légende : T°C = Température; pH = potentiel d'Hydrogène ; STD = Solides Totaux Dissous; Cond = Conductivité électrique; O₂ = oxygène dissous (mg/l), % O₂ = pourcentage de saturation en oxygène dissous; CO₂ = gaz carbonique dissous; MES = matières en suspension; NH₄⁺= Azote ammoniacal; NO₃⁻= nitrates; PO₃⁴⁻ = orthophosphates; Ca²⁺= duréte calcique, Mg²⁺= duréte magnésique, Alca = alcalinité; Oxyda = oxydabilité; Res= résistivité, Sal= salinité, GSS 2017= grande saison sèche de l'année 2017, PSP= petite saison de pluies, PSS= petite saison sèche, GSP= grande saison de pluie, GSS 2018= grande saison sèche de l'année 2018.

Annexe 2: Caractéristiques morphologiques des espèces de crevettes dans le bassin versant du Nyong.

	<i>M.ru</i>	<i>M.vol</i>	<i>M.ide</i>	<i>M.lat</i>	<i>M.equ</i>	<i>M.ro</i>	<i>M.dux</i>	<i>M.lan</i>	<i>M.lep</i>	<i>M.sp.</i>	<i>M.sp.</i>	<i>M.</i>	<i>M.sp.</i>	<i>M.sp.</i>	<i>M.s</i>	<i>M.sp.</i>	<i>M.sp.</i>	<i>M.s.pl</i>	<i>M.sp.</i>		<i>M.sp.</i>
										1	2	sp.3	.4	.5	p.7	.8	9	0	11	<i>M.sp.</i>	13
nombre de dents de la face dorsale du rostre	9	9	14	7	11	13	10	8	15	6	9	7	8	8	9	7	7	8	6	7	6
Nombre de dents de la face ventrale du rostre	3	3	3	5	6	5	4	4	4	3	4	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3
aspect du rostre	legèremen t upcurvé	droit	droit	droit	upvur vé	upcu rvé	Droit	conv exe	conve xe	upcu rvé	conv exe	droit	droit	droit	droit	droit	tomb ant	conve xe	droit	convex e	Droit
forme du rostre	etroit	etroi t	etroi t	foliac é	etroit	etroit	Eetroit	foliac é	droit	folia cé	foliac é	Etroi t	etroi t	etroi t	etroi t	etroi t	droit	foliacé	etroit	foliacé	Foliac é
soie sur P2	present	pres ent	pres ent	prese nt	prese nt	prese nt	Mou	prese nt	prent		prese nt	pres ent	pres ent	pres ent	pres ent	pres ent	prese nt	presen t	prese nt	oui	Ou
aspect des soies sur le P2	mou	raide	mou	raide	mou	mou	Mou		raide		mou	mou	mou	mou		mou	mou	mou	mou	mou	mou
pubescence uniforme	oui	oui	oui	unifor me	unifor me	non	non uniforme	non	Unifor me		oui	oui	non	non	oui	non	oui	oui	oui	oui	Oui
presence du Dent	oui	oui	non	oui	non		Non		absent		non	non	non		oui	non	non	non	non	oui	Non
epine à la base de l'uropode	absent	abse nt	abse nt	absen t	Abse nt	abse nt	Absent	non	presen t		absen t	abse nt	abse nt	abse nt	abse nt	abse nt	absen t	absent	absent	absent	Absen t
dents sur les doigts	non		non	non	oui			oui	oui		non	non	oui		non	oui	non	non	non	non	Oui

rostre plus long que l'écaille antennair e	non	non	non	non	oui	oui	non	non	non	non	oui	non	non		egal e	non	non	non	non	non	Non
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--	-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Legende: /. *Ru* : *M. rude*, *M. equi* : *M. équidens*, *M. ide* : *M. idella*, *M. lat* : *M. latimanus*, *M. rose* : *M. rosenbergehi*, *M. vol* : *M. vollenhovenii*, *M. lep* : *M. lepidactylus*, *M. lan* : *M. lanceifrons*, *M. sp1* : *Macrobrachium* sp.1, *M. sp.2* : *Macrobrachim* sp.2, *M. sp.3* : *Macrobrachium* sp.3, *M. sp.4* : *Macrobrachium* sp.4 , *M. sp.* : *Macrobrachium* sp.5, *M. sp.6* : *Macrobrachium* sp.6, *M. sp.7* : *Macrobrachium* sp.7, *M. sp.8* : *Macrobrachium* sp.8, *M. sp.49*: *Macrobrachium* sp.9, *M. sp.10*: *Macrobrachium* sp.10, *M. sp.11* : *Macrobrachium* sp.11, *M. sp.12* : *Macrobrachium* sp.12, *M. sp.13* : *Macrobrachium* sp.13

Annexe 3: Tableau récapitulatif des caractéristiques morphologiques chez les espèces de crabes.

Espèces	Caractéristiques morphologiques
<i>S. faradjensis</i>	<p>-La carapace est très plate, sa crête postfrontale enjambe la carapace entière, et il y a de l'entaille peu profonde sur la crête postfrontale derrière l'angle exorbital, la dent intermédiaire sur la marge anterolaterale est grande et triangulaire. Il y a des séries de sept à huit dents pointues sur la marge postérieure antérolatérale de la dent épibranchiale.</p> <p>-La surface latérale postérieure de la carapace a des champs d'augmentés de lignes courtes (carinae); les cannelures urogastriques cervicales, semi-circulaires et les cannelures cardiaques sont très profondes.</p> <p>-Les dents épibranchiale et intermédiaire et la dent de l'angle exorbitale sont grandes, pointues et point en avant.</p>
<i>S. africanus</i>	<p>-La crête postfrontale est lisse et presque droite et elle enjambe la carapace entière et rencontre les marges antérolatérales aux dents épibranchiales.</p> <p>-Sur la surface postérieure de la carapace, les régions cardiaque et branchiale sont comme des boursouffures circulaires augmentées et les pièces latérales ont des champs de lignes courtes augmentées (carinae). Le semi-circulaire, les cannelures cardiaques et urogastriques sont très profondes.</p> <p>-La dent exorbitale est grande et triangulaire il en est de même de la dent intermédiaire qui est aussi grande que la précédente et elle est en plus émoussée.</p> <p>-La dent épibranchiale est petite et est deux fois plus petite comparativement aux deux premières.</p> <p>-La marge anterolaterale est lisse après la dent épibranchiale.</p> <p>-Les membranes arthrodiales entre les joints des chélicèdes et les péréiopodes sont rouges lumineux.</p> <p>-La région proximale du pollex du propode du chélicède des adultes a une grande dent clairement aplatie.</p>
<i>S. aubryi</i>	<p>La dent intermédiaire est presque aussi grande que l'angle exorbital, la dent épibranchiale est petite.</p> <p>La sulcature verticale sur la paroi latérale de la carapace rencontre la marge antérolatérale au niveau de la dent épibranchiale.</p> <p>-La carapace est modérément haut, la marge antérolatérale derrière la dent épibranchiale est augmentée, faiblement granulée et courbées vers l'intérieur au-dessus de la surface de la</p>

	carapace.
<i>S. granulatus</i>	<ul style="list-style-type: none"> -La marge antérolatérale de la carapace des mâles d'adulte est lisse. -La marge frontale est relativement large (environ un tiers de la largeur carapace). -La dent de l'angle exorbital et celle de l'angle épibranchiale sont petits et bas et la dent intermédiaire est petite mais distincte. -La sulcature verticale sur la paroi latérale de la carapace rencontre la marge antérolatérale à la base de la dent intermédiaire
<i>S. floweri</i>	<ul style="list-style-type: none"> -La crête post frontale est légèrement incurvé vers l'arrière et largement interrompue au milieu -Les dents épibranchiale et intermediaire sont très peu développée. Chez la femelle, l'abdomen est très large et les Periopodes1(P₁) sont de taille dissemblable en grosseur. Par contre, chez les mâles, l'abdomen est petit et les P₁ sont identiques. -La carapace est très large que longue, avec des contours jaunâtres, -Chez la femelle de ctte espèce, l'abdomen est très large comparativement aux femelles des autres espèces de crabes qui ont été décrites au cours de cette étude
<i>S. chavanesii</i>	<ul style="list-style-type: none"> -La dent de l'angle exorbital et la dent intermédiaire sont grandes, pointues et se dirigent en avant. -La dent épibranchiale est grande, pointus à l'extérieur.et placée en arrière derrière le point médian de la crête postfrontale et cette dent est placée dans la partie la plus large de la carapace. -La distance entre la dent épibranchiale et la dent intermédiaire est deux fois distance entre la dent intermédiaire et la dent exorbitale. -La crête postfrontale enjambe la carapace entière et se courbent brusquement vers l'arrière avant de rencontrer la dent épibranchiale. Il y a une entaille distincte sur la crête postfrontale derrière la dent de l'angle exorbital.
<i>Potamonautes sp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> -La carapace est très large et est haut et arqué de sorte que la taille de carapace soit plus grande à l'avant. La texture de carapace est lisse. -La crête postfrontale est droite, distincte et enjambe complètement la carapace. -L'angle exorbital est petit et bas, la dent épibranchiale est réduite en de petites granules. Il y'a une affilée de petits granules entre la marge antérolatéral et l'angle exorbital et n'ya aucune dent intermédiaire. Sur la marge antérolatéral la dent épibranchiale est marquée par une série de petits granules qui se prolongent le long de la marge antérolatérale.

Annexe 4 : Evaluation de l'effort d'échantillonnage à l'aide des estimateurs non-paramétriques de la richesse spécifique dans les différents cours d'eau du Bassin versant du Nyong.

Estimateurs non paramétriques	Atsale	Mbem	Ondoamedza	Kongolo	Ndjockyambi	Lepmasoun	Mibangue	Moungoe	Ongue	Nyong
N	465	191	487	366	1065	928	271	502	371	231
RSO	8	5	10	11	11	14	10	8	8	6
ACE	9 (92,59%)	6 (88,49)	12 (83,26%)	12(93,06%)	11(96,74%)	19(73,03%)	11 (88,73)	8 (94,56%)	16 (51,28%)	14(42,10%)
ICE	9 (86,67%)	6 (89,93)	13 (73,91%)	24 (45,42%)	15(74,88%)	20(68,36%)	14 (71,1%)	13 (60,24%)	13 (62,06%)	26 (23,08%)
Chao 1	8 (100%)	5 (100%)	10(95,24%)	11(97,09%)	11 (100%)	17 (80,7%)	11 (90,9%)	8 (100%)	11 (72,79%)	9 (66,74%)
Chao 2	8 (98,64%)	5 (100%)	11(93,72%)	14(75,86%)	12(89,21%)	16 (87%)	12 (83,3%)	9 (85,74%)	9 (88,89%)	10 (60%)
Jack 1	9 (85,74%)	6(88,18%)	13(78,93%)	16(70,20%)	14(80,47%)	18 (77,7%)	13 (78,9%)	11 (74,97%)	11 (74,98%)	10 (60%=)
Jack 2	9 (87,24%)	5 (90,91)	13(75,93%)	17(62,86%)	15 (74,98%)	19 (72,4%)	14 (72,3%)	12 (68,55%)	11 (69,56%)	13 (47,81%)
Bootstrap	9 (91,12%)	5 (92,42)	11(87,95%)	13(83,40%)	12(89,72%)	16(87,88%)	11 (89,1%)	9 (86,39%)	9 (86,02%)	8 (77,72%)
MMMeans	12 (67,57%)	7 (69,25)	16(60,46%)	23(46,97%)	14(79,54%)	20(69,72%)	12 (80,5%)	12 (65,04%)	14 (57,3%)	34 (17,77%)
Moyenne	9 (88,70%)	6 (89,90)	12(81,17%)	16(71,85%)	13 (85,69%)	18(77,18%)	12(81,88%)	10 (79,44%)	12 (70,37%)	15 (49,40%)

Légende : RSO : La richesse spécifique observée ; N : nombre total d'arbres échantillonnés ; le pourcentage de succès de capture est donné dans les parenthèses. La valeur maximale et minimale du succès d'échantillonnage est indiquée par les nombres en gras.

Annexe 5 : Pourcentage d'occurrence des espèces en fonction des stations dans le bassin versant du Nyong.

Espèces	Si	ST	%O
<i>C. nilotica</i>	7	35	20
<i>C. africana</i>	26	35	74,28
<i>Caridina</i> sp.1	7	35	20
<i>Caridina</i> sp.2	6	35	17,14
<i>M. dux</i>	2	35	5,714
<i>M. équidens</i>	4	35	11,423
<i>M. idella</i>	2	35	5,71

<i>M. latimanus</i>	2	35	5,71
<i>M. macrobrachion</i>	2	35	5,71
<i>M. niloticus</i>	2	35	5,71
<i>M. rosenbergehii</i>	3	35	8,57
<i>M. rude</i>	4	35	11,43
<i>M. vollenhovenii</i>	6	35	17,14
<i>M. lepidactylus</i>	1	35	2,86
<i>M. lanceifrons</i>	1	35	2,86
<i>Macrobrachium</i> sp.1	2	35	5,71
<i>Macrobrachium</i> sp.2	1	35	2,86
<i>Macrobrachium</i> SP.3	13	35	37,14
<i>Macrobrachium</i> sp.4	12	35	34,28
<i>M. Macrobrachium</i> sp.5	5	35	14,28
<i>M. Macrobrachium</i> sp.6	1	35	2,86
<i>Macrobrachium</i> sp.7	4	35	11,42
<i>Macrobrachium</i> sp.8	4	35	11,42
<i>Macrobrachium</i> sp.9	4	35	11,42
<i>Macrobrachium</i> sp.10	2	35	5,71
<i>Macrobrachium</i> sp.11	3	35	8,57
<i>Macrobrachium</i> sp.12	3	35	8,57
<i>Macrobrachium</i> sp.13	1	35	2,86
<i>Palaemon</i> sp.	9	35	25,71
<i>Automate</i> .sp	2	35	5,71
<i>S. africanus</i>	5	35	14,28
<i>S. faradjensis</i>	6	35	17,14
<i>S. aubryi</i>	5	35	14,2857143
<i>S. floweri</i>	1	35	2,86
<i>S. granulatus</i>	1	35	2,86
<i>S. chavanesii</i>	1	35	2,86
<i>Potamonautes</i> . Sp	1	35	2,86

Annexe 6: Variation temporelle de l'indice H' de Shannon et Weaver et d'Equitabilité (J) de Piélou, IS de Sorensen, les abondances spécifiques (N), et la richesse spécifique (S) pendant la période d'étude.

	GSS 2017	PSP	PSS	GSP	GSS 2018
ABONDANCE TOTALE	1570	1181	388	590	1260
H'	1,71	2,26	1,16	2,04	1,48
P	0,36	0,52	0,31	0,52	0,33
INDICE DE DIVERSITE SPECIFIQUE DE SIMPSON	0,45	0,65	0,32	0,62	0,41
RICHESSSE SPECIFIQUE	26	20	13	15	23

Annexe 7: Variation spatiale de l'indice H' de Shannon et Weaver, d'équitabilité (J) de Pielou, des abondances spécifiques (N), et de la richesse spécifique (S) dans les stations pendant la période d'étude.

	N	H'	P	IS	S
Ats 1	377	0,17	0,07	0,04	6
Ats 2	85	1,14	0,41	0,34	7
Ats 3	2	1	1	1	2
Mbe1	98	0,41	0,2	0,12	4
Mbe2	74	0,46	0,29	0,15	3
Mbe3	19	0,59	0,37	0,2	3
Ndj 1	212	1,99	0,66	0,7	8
Ndj 2	136	1,84	0,65	0,61	7
Ndj 3	142	1,68	0,65	0,63	6
Lma 1	317	0,2	0,08	0,04	6
Lma 2	521	0,22	0,07	0,05	8
Lma 3	144	1,15	0,33	0,3	11
Ond 1	261	0,69	0,43	0,24	3
Ond 2	137	1,45	0,46	0,42	9
Ond 3	89	1,17	0,45	0,37	6
Kon 1	213	0,95	0,3	0,28	9
Kon 2	146	0,5	0,19	0,13	6
Kon 3	7	0		0	1
Mib 1	225	1,1	0,35	0,31	9
Mib 2	435	1,31	0,47	0,46	7
Mib 3	254	1,26	0,45	0,39	7
Mou 1	274	2	0,67	0,69	8
Mou 2	194	1,38	0,69	0,56	4
Mou 3	26	0,93	0,59	0,38	3
Ong 1	103	0,7	0,35	0,28	4
Ong 2	105	1,28	0,55	0,52	5
Ong 3	162	1,57	0,78	0,65	4
Nyo 3	5	0	#DIV/0!	0	1
Nyo 4	19	0,3	0,3	0,11	2
Nyo5	207	0,23	0,11	0,06	4

Légende : N = abondances, H'.= Indice De Diversite Specificque De Shannon Et Weaver, P= Equitabilite De Pielou, IS= Indice De Diversite Specificque De Simpson, S= richesse spécifique, GSS 2017= grande saison sèche de l'année 2017, PSP= petite saison de pluies, PSS= petite saison sèche, GSP= grande saison de pluie, GSS 2018= grande saison sèche de l'année 2018

Annexe 8: Variation des indices de diversité, des abondances spécifiques (N), et de la richesse spécifique (S) par zone pendant la période d'étude.

	Zone Abong-Mbang	Zone Akonilinga	Zone Mbalmayo	Zone Makak	Zone littorale
Taxa_S	8	5	16	21	15
Individuals	465	191	858	2012	1351
Dominance_D	0,9	0,83	0,72	0,69	0,22
Simpson_1-D	0,10	0,17	0,27	0,30	0,78
Shannon_H	0,29	0,40	0,77	0,80	1,76
Evenness_e^H/S	0,17	0,30	0,13	0,10	0,39

Brillouin	0,27	0,37	0,74	0,78	1,74
Menhinick	0,37	0,36	0,55	0,47	0,41
Margalef	1,14	0,76	2,22	2,63	1,94
Equitability_J	0,14	0,25	0,28	0,26	0,65
Fisher_alpha	1,37	0,94	2,79	3,27	2,36
Berger-Parker	0,95	0,91	0,85	0,83	0,34
Chao-1	8	5	16,25	26	15

Annexe 9: Valeurs du coefficient de similarité de Sørensen (%) entre les communautés de décapodes récoltées aux différentes stations d'échantillonnage dans chaque zone pendant la période d'étude.

Stations		Coefficient de similarité de Sorensen
Zone d'Abong-Mbang		
Ats 1	Ats 2	0,77
Ats 1	Ats 3	0,25
Ats 1	Nyo 1	0
Ats 2	Ats 3	0,44
Ats 2	Nyo 1	0
Ats 3	Nyo 1	0
Zone d'Akonolinga		
Mbe 1	Mbe 2	0,57
Mbe 1	Mbe 3	0,57
Mbe 1	Nye 1	0
Mbe 1	Nye 2	0
Mbe 1	Nye 3	0
Mbe 1	Nyo 1	0
Mbe 2	Mbe 3	0,67
Mbe 2	Nye 1	0
Mbe 2	Nye 2	0
Mbe 2	Nye 3	0
Mbe 2	Nyo 2	0
Mbe 3	Nye 1	0
Mbe 3	Nye 2	0
Mbe 3	Nye 3	0
Mbe 3	Nyo 2	0
Nye 1	Nye 2	0
Nye 1	Nye 3	0
Nye 1	Nyo 2	0
Nye 2	Nye 3	0
Nye 2	Nyo 2	0
Nye 3	Nyo 2	0
Zone de Makak		
Ndj 1	Ndj 2	0,82
Ndj 1	Ndj 3	0,67
Ndj 1	Lma 1	0,4
Ndj 1	Lma 2	0,33
Ndj 1	Lma 3	0,3

Ndj 1	Nyo 4	0,18
Ndj 2	Ndj 3	0,71
Ndj 2	Lma 1	0,42
Ndj 2	Lma 2	0,35
Ndj 2	Lma 3	0,31
Ndj 2	Nyo 4	0,2
Ndj 3	Lma 1	0,33
Ndj 3	Lma 2	0,27
Ndj 3	Lma 3	0,23
Ndj 3	Nyo 4	0,25
Lma 1	Lma 2	0,53
Lma 1	Lma 3	0,47
Lma 1	Nyo 4	0,25
Lma 2	Lma 3	0,8
Lma 2	Nyo 4	0,18
Lma 3	Nyo 4	0,15
Zone de Mbalmayo		
Ond 1	Ond 2	0,36
Ond 1	Ond 3	0,22
Ond 1	Kon 1	0,16
Ond 1	Kon 2	0,22
Ond 1	Kon 3	0,5
Ond 1	Nyo 3	0,5
Ond 2	Ond 3	0,71
Ond 2	Kon 1	0,35
Ond 2	Kon 2	0,43
Ond 2	Kon 3	0,22
Ond 2	Nyo 3	0,22
Ond 3	Kon 1	0,53
Ond 3	Kon 2	0,67
Ond 3	Kon 3	0,29
Ond 3	Nyo 3	0,29
Kon 1	Kon 2	0,53
Kon 1	Kon 3	0,2
Kon 1	Nyo 3	0,2
Kon 2	Kon 3	0,29
Kon 2	Nyo 3	0,29
Kon 3	Nyo 3	1
Zone littorale		
Mib 1	Mib 2	0,86
Mib 1	Mib 3	0,71
Mib 1	Mou 1	0,53
Mib 1	Mou 2	0,73
Mib 1	Mou 3	0,4
Mib 1	Ong 1	0,36
Mib 1	Ong 2	0,33
Mib 1	Ong 3	0,18

Mib 1	Nyo5	0,18
Mib 2	Mib 3	0,71
Mib 2	Mou 1	0,53
Mib 2	Mou 2	0,73
Mib 2	Mou 3	0,4
Mib 2	Ong 1	0,36
Mib 2	Ong 2	0,33
Mib 2	Ong 3	0,18
Mib 2	Nyo5	0,18
Mib 3	Mou 1	0,53
Mib 3	Mou 2	0,73
Mib 3	Mou 3	0,4
Mib 3	Ong 1	0,54
Mib 3	Ong 2	0,5
Mib 3	Ong 3	0,36
Mib 3	Nyo5	0,36
Mou 1	Mou 2	0,5
Mou 1	Mou 3	0,54
Mou 1	Ong 1	0,33
Mou 1	Ong 2	0,31
Mou 1	Ong 3	0,17
Mou 1	Nyo5	0,17
Mou 2	Mou 3	0,57
Mou 2	Ong 1	0,5
Mou 2	Ong 2	0,22
Mou 2	Ong 3	0,25
Mou 2	Nyo5	0
Mou 3	Ong 1	0,29
Mou 3	Ong 2	0,25
Mou 3	Ong 3	0,29
Mou 3	Nyo5	0
Ong 1	Ong 2	0,44
Ong 1	Ong 3	0,25
Ong 1	Nyo5	0
Ong 2	Ong 3	0,67
Ong 2	Nyo5	0,67
Ong 3	Nyo5	0,75

Annexe 10: Paramètres morphométriques et les facteurs de condition K chez les espèces de crevette dans les différents sous bassin versant du Nyong.

Espèces	Cours d'eau	Lr (mm)	Lc (mm)	Lt (cm)	Pt (g)	Lr/Lc	Lr/Lt	Lc/Lt	b	K
<i>M. vol</i>	Mibangue	6,95±2,31	9,32±2,81	35,61	0,72±0,8	0,75±0,10	0,20±0,03	0,27±0,00	2,51	2,35±0,87
	Moungoe	7,24±1,59	9,35±1,87	35,43±5,91	0,64±0,3	0,75±0,80	0,19±0,21	0,25±0,26	3,33	0,88±0,05

<i>M. equi</i>	Ongue	12,69±2,66	11,07±2,3	42,59±21,6	1,33±0,7	1,14±0,05	0,65±0,83	0,54±0,67	3,08	0,75±0,16
	Nyong	10,76±3,40	8,24±5,08	14,17±47,9	1,15±1,3	1,06±0,03	0,21±0,01	0,21±0,01	3,16	0,61±0,15
<i>M. ide</i>	Nyong	4,12±0,27	4,37±0,23	19,33±1,77	0,06±0,11	0,94±0,02	0,12±0,11	0,23±0,00	5,07	0,2±0,21
<i>M.sp.3</i>	Atsale	11,07±2,91	18,74±6,4	64,36±1,28	3,47±2,11	0,62±0,11	0,17±0,00	0,29±0,05	3,12	0,8±0,12
	Ondoame dza	7,02±2,11	8,23±2,87	36,19±11,5	0,59±0,65	0,87±0,16	0,19±0,02	0,22±0,01	3,15	29,83±22,7
	Ndjockya mbi	8,12±2,67	11,66±6,2	43,03±17,0	1,029±0,9	0,77±0,16	0,18±0,04	0,24±0,08	1,85	5,97±5,46
	Lepmassoun	7,72±2,45	9,23±3,46	37,09±17,9	0,85±0,99	0,85±0,07	0,18±0,06	0,21±0,07	1,43	10,69±7,2
<i>M.sp.4</i>	Mbem	7,32±1,29	9,13±1,22	37,81±3,56	0,56±0,22	0,80±0,04	0,19±0,02	0,24±0,02	3,64	0,45±0,08
	Kongolo	7,06±0,31	8,22±0,49	36,44±0,46	0,49±0,04	0,86±0,09	0,19±0,00	0,22±0,01	2,59	1,75±0,14
	Ondoame dza	7,87±1,97	10,18±3,1	44,79±14,0	0,932±0,7	0,78±0,06	0,18±0,01	0,23±0,00	2,45	2,08±0,20
<i>M.sp.8</i>	Ondoame dza	7,42±1,36	8,44±1,37	37,43±0,59	0,51±0,18	0,88±0,05	0,19±0,01	0,22±0,00	2,43	1,97±0,09
	Ndjockya mbi	10,43±3,60	13,28±4,6	52,73±17,6	2,06±1,52	0,79±0,02	0,19±0,00	0,25±0,00	3,03	1,04±0,01

Legende : *M. equi* : *M. équidens*, *M. ide* : *M. idella*, *M. vol* : *M. vollenhovenii*, *M. sp.1* : *Macrobrachium* sp.1, *M. sp.2* : *Macrobrachim* sp.2, *M. sp.3* : *Macrobrachium* sp.3, *M. sp.4* : *Macrobrachium* sp.4 , *M. sp.8* : *Macrobrachium* sp., LR : Longueur du rostre ; LC : Longueur carapace ; LT : Longueur corporelle totale, P : Poids ; b : facteur d'allométrie, K : facteur de condition

Annexe 11: Paramètres morphométriques chez les espèces de crabes dans le bassin versant du Nyong.

Espèces	P(g)	LC (mm)	lc (mm)	Rlc/Lc	b	K
<i>S. faradjensis</i>	4,94±0,64	14,87±12,61	17,60±13,97	1,18±0,125	3	32,12±45,55
<i>S. africanus</i>	4,33±10,12	14,71 ± 9, 28	17,74±11,35	1,23±0,17	2,97	43,69±94,07
<i>S. aubryi</i>	0,44±0,64	7,92±4,61	8,62± 6,19	0,80±1,33	3	11,25±12,69
<i>S. floweri</i>	1,07±1,92	12,77±2,02	16,37±2,86	1,28±0,10	3,18	24,38±15,91

Legende : Lc : Largeur carapace; Lt : Longueur corporelle totale, Pt : Poids ; b : facteur d'allométrie, K : facteur de condition.

LISTE DES PUBLICATIONS ISSUES DE LA THÈSE

Gertrude EstelleYogback, Gideon Aghaindum ajeegah, Lordon-Champlain Djiéto, Silas Lagat Cheruiyot, Dickson Achuo Enah, Mama Mbouobo, Chrispin Kowenje, 2018. Biodersity of freshwater shrimp of the geneus *Macrobrachium* (Décapoda, *Palaemonidae*) in the Nyong basin of Cameroon. *International Journal of Environment Agriculture and Biotechnology (IJEAB)*, 3(6), 2067-2082. DOI: 10.22161/ijaeb/3.6.16,

Ajeegah, **G.**, **Yogback, G.**, Tchakonté, S., Nana, p., Bricheux, G., Sime-Ngando, T. et Djiéto-Lordon, C., 2018. *Biomorphologie des crustacés d'un cours d'eau peu anthropisé en forêt équatoriale au Cameroun*. *Revue des sciences de l'eau (RSE)*, 31(1), 29–40. doi:10.7202/1047051arNana.

Gideon Aghaindum Ajeegah, **Gertrude Estelle Yogback**, Samuel Foto Menbohan, Siméon Tchakonté et Champlain Djieto-Lordon, 2017. Facteurs environnementaux et répartition spatiale des crustacés dans un cours d'eau peu anthropisé à Makak (Région du Centre Cameroun). *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement*, volume XI, 181-196.