

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

*Paix - Travail - Patrie*

\*\*\*\*\*

UNIVERSITE DE YAOUNDE I  
FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET  
PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES

\*\*\*\*\*



REPUBLIC OF CAMEROUN

*Peace - Work - Fatherland*

\*\*\*\*\*

UNIVERSITY OF YAOUNDE I  
FACULTY OF SCIENCE  
DEPARTMENT OF PLANT  
BIOLOGY

\*\*\*\*\*

**Plantes médicinales de la zone Littorale  
(Cameroun) : diversité floristique, concentrations  
des éléments traces métalliques dans quelques  
plantes fréquemment utilisées**

THESE

présentée et soutenue en vue de l'obtention du Doctorat/Ph.D en  
Biologie des Organismes  
Végétaux

Par : **MAFFO MAFFO Nicole Liliane**  
D.E.A en Botanique-Ecologie

Sous la direction de  
**ZAPFACK Louis**  
Maître de Conférences  
**YOUMBI Emmanuel**  
Professeur

Année Académique : 2018



**UNIVERSITE DE YAOUNDE I**  
*THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I*



**FACULTE DES SCIENCES**  
*FACULTY OF SCIENCE*

**DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALES**  
*DEPARTMENT OF PLANT BIOLOGY*

### **ATTESTATION DE CORRECTION**

\*\*\*\*\*

Nous soussignés, membres du jury de soutenance de la thèse de Doctorat/Ph.D en Biologie des Organismes Végétaux option Botanique-Ecologie de l'étudiante **MAFFO MAFFO Nicole Liliane**, Matricule **97V244**, soutenue publiquement le 31 juillet 2018 sur le sujet « **Plantes médicinales de la zone Littorale (Cameroun) : diversité floristique, concentrations des éléments traces métalliques dans quelques plantes fréquemment utilisées** » attestons que les corrections conformément aux remarques et recommandations du jury lors de la soutenance de ladite thèse de Doctorat/Ph.D ont été effectuées par la candidate.

En foi de quoi la présente attestation de correction lui est établie et délivrée pour servir et valoir ce que de droit./.-

**Examineur**


  
**AMBANG Zachée**  
**Professeur**

**Président du jury**

  
**Dongo Etienne**  
**Professeur**

# LISTE PROTOCOLAIRE

## LISTE PROTOCOLAIRE DE LA FACULTE DES SCIENCES PAR DEPARTEMENT ET PAR GRADE

<b>UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I</b> <b>FACULTÉ DES SCIENCES</b> Division de la Programmation et du Suivi des Activités Académiques		<b>The University of Yaoundé I</b> <b>Faculty of Science</b> Division of Programming and follow-up of Academic Affairs
<b>LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS</b>		<b>LIST OF PERMENENT TEACHING STAFF</b>

ANNÉE ACADÉMIQUE 2017/2018 (Par Département et par Grade)  
 DATE D'ACTUALISATION : Janvier 2018

### ADMINISTRATION

**DOYEN** : AWONO ONANA Charles, Professeur  
**VICE-DOYEN / DPSAA** : DONGO Etienne, Professeur  
**VICE-DOYEN / DSSE** : OBEN Julius ENYONG, Professeur  
**VICE-DOYEN / DRC** : MBAZE MEVA'A Luc Léonard, Maître de Conférences  
**Chef Division Affaires Académiques, Scolarité et Recherche** : ABOSSOLO Monique, Maître de Conférences  
**Chef Division Administrative et Financière** : NDOYE FOE Marie C.F., Maître de Conférences

1- DÉPARTEMENT DE BIOCHIMIE (BC) (40)			
N°	NOMS ET PRÉNOMS	GRADE	OBSERVATIONS
1	BENG née NINTCHOM PENLAP V.	Professeur	En poste
2	FEKAM BOYOM Fabrice	Professeur	En poste
3	MBACHAM Wilfried	Professeur	<i>Chef Dpt/FMSB</i>
4	MOUNDIPA FEWOU Paul	Professeur	<b>Chef de Département</b>
5	OBEN Julius ENYONG	Professeur	<i>Vice-Doyen DSSE/Coord. CRFD-STG</i>
6	ATOGHO Barbara Mma	Maître de Conférences	En poste
7	BELINGA née NDOYE FOE Marie C. Florentine	Maître de Conférences	<b>Chef DAF / FS</b>
8	BIGOGA DIAGA Jude	Maître de Conférences	En poste
9	BOUDJEKO Thaddée	Maître de Conférences	En poste
10	EFFA ONOMO Pierre	Maître de Conférences	En poste
11	FOKOU Elie	Maître de Conférences	En poste
12	KANSCI Germain	Maître de Conférences	En poste
13	MINKA Samuel	Maître de Conférences	En poste
14	NGONDI Judith Laure	Maître de Conférences	En poste
15	NGUEFACK Julienne	Maître de Conférences	En poste
16	NJAYOU Frédéric Nico	Maître de Conférences	En poste
17	WAKAM née NANA Louise	Maître de Conférences	En poste
18	ACHU Merci BIH	Chargé de Cours	En poste
19	BEBOY EDJENGUELE Sara Nathalie	Chargé de Cours	En poste
20	DAKOLE DABOY Charles	Chargé de Cours	En poste
21	DEMMANO Gustave	Chargé de Cours	En poste
22	DJOKAM TAMO Rosine	Chargé de Cours	En poste

23	DJUIDJE NGOUNOU Marcelline	Chargé de Cours	En poste
24	DJUIKWO NKONGA Ruth Viviane	Chargé de Cours	En poste
25	DONGMO LEKAGNE Joseph Blaise	Chargé de Cours	En poste
26	EVEHE BEBANDOUÉ Marie –Solange	Chargé de Cours	<i>En disponibilité</i>
27	EWANE Cécile Anne	Chargé de Cours	En poste
38	FONKOUA Martin	Chargé de Cours	En poste
29	KOTUE TAPTUE Charles	Chargé de Cours	En poste
30	MBONG ANGIE MOUGANDE Mary Ann	Chargé de Cours	En poste
31	MOFOR née TEUGWA Clautilde	Chargé de Cours	<i>IA4/MINESUP</i>
32	Palmer MASUMBE NETONGO	Chargé de Cours	En poste
33	TCHANA KOUATCHOUA Angèle	Chargé de Cours	En poste
34	AKINDEH MBUH NJI	Assistant	En poste
35	BEBEE FADIMATOU	Assistant	En poste
36	LUNGA Paul KAILAH	Assistant	En poste
37	MANANGA Marlyse Joséphine	Assistant	En poste
38	MBOUCHE FANMOE Marcelline Joëlle	Assistant	En poste
39	PECHANGOU NSANGOU Sylvain	Assistant	En poste
40	TIENTCHEU DJOKAM Léopold	Assistant	En poste
<b>2- DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES (B.P.A.) (44)</b>			
1	BILONG BILONG Charles Félix	Professeur	<b>Chef de Département</b>
2	DIMO Théophile	Professeur	En poste
3	DJIETO Lordon Champlain	Professeur	En poste
4	ESSOMBA née NTSAMA MBALLA	Professeur	<i>VDRC/Chef dépt FMSB</i>
5	FOMENA Abraham	Professeur	En poste
6	KAMTCHOUING Pierre	Professeur	En poste
7	MIMPFOUNDI REMY	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	Professeur	<i>Coord. Progr. MINSANTE</i>
13	AJEAGAH Gidéon AGHAINDOUM	Maître de Conférences	<i>C.S. D.P.E.R</i>
14	DZEUFIEF DJOMENI Paul Désiré	Maître de Conférences	En poste
15	FOTO MENBOHAN Samuel	Maître de Conférences	En poste
16	KAMGANG René	Maître de Conférences	<i>C.E. MINRESI</i>
17	KEKEUNOU Sévior	Maître de Conférences	En poste
18	MEGNEKOU Rosette	Maître de Conférences	En poste
19	MONY NTONE Ruth	Maître de Conférences	En poste
20	ZEBAZE TOGOUET Serge Hubert	Maître de Conférences	En poste
21	ALENE Désirée Chantal	Chargé de Cours	En poste
22	ATSAMO Albert Donatien	Chargé de Cours	En poste
23	BELLET EDIMO Oscar Roger	Chargé de Cours	En poste
24	BILANDA Danielle Claude	Chargé de Cours	En poste
25	DJIOGUE Séfirin	Chargé de Cours	En poste
26	GOUNOU KAMKUMO Raceline	Chargé de Cours	En poste
27	JATSA MEGAPTCHÉ Hermine	Chargé de Cours	En poste
28	LEKEUFACK FOLEFACK Guy Benoît	Chargé de Cours	En poste
29	MAHOB Raymond Joseph	Chargé de Cours	En poste
30	MBENOUN MASSE Paul Serge	Chargé de Cours	En poste
31	METCHI DONGFACK Mireille Flore	Chargé de Cours	En poste
32	MOUGANG NGAMENI Luciane	Chargé de Cours	En poste
33	MVEYO NDANKEU Yves Patrick	Chargé de Cours	En poste

34	NGOUATEU KENFACK Omer BEBE	Chargé de Cours	En poste
35	NGUEGUIM TSOFAK Florence	Chargé de Cours	En poste
36	NGUEMBOCK	Chargé de Cours	En poste
37	NJUA Clarisse YAFI	Chargé de Cours	En poste
38	NOAH E. O. Vivien	Chargé de Cours	En poste
39	TADU Zéphirin	Chargé de Cours	En poste
40	TOMBI Jeannette	Chargé de Cours	En poste
41	YEDE	Chargé de Cours	En poste
42	ETEME ENAMA Serge	Assistant	En poste
43	KANDEDA KAVAYE Antoine	Assistant	En poste
44	KOGA MANG'Dobara	Assistant	En poste
<b>3-DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALES (B. P. V.) (27)</b>			
1	AMBANG Zachée	Professeur	<i>CDAASR/FSEG-UYII</i>
2	BELL Joseph Martin	Professeur	En poste
3	MOSSEBO Dominique Claude	Professeur	En poste
4	YOUMBI Emmanuel	Professeur	<b>Chef de Département</b>
5	BIYE Elvire Hortense	Maître de Conférences	En poste
6	DJOCGOUE Pierre François	Maître de Conférences	En poste
7	KENGNE NOUMSI Ives Magloire	Maître de Conférences	En poste
8	MALLA Armand William	Maître de Conférences	En poste
9	MBARGA BINDZI Marie Alain.	Maître de Conférences	<i>CT / UDS</i>
10	MBOLO Marie.	Maître de Conférences	<i>CTP-C2D-PSFE2 MINFOF</i>
11	NDONGO BEKOLO	Maître de Conférences	<i>CE / MINRESI</i>
12	NGONKEU MAGAPTCHE Eddy Léonard	Maître de Conférences	En poste
13	ZAPFACK Louis	Maître de Conférences	En poste
10	ANGONI Hyacinthe	Chargé de Cours	En poste
12	MAHBOU SOMO TOUKAM Gabriel	Chargé de Cours	En poste
15	NGALLE Hermine BILLE	Chargé de Cours	En poste
16	NGODO MELINGUI Jean Baptiste	Chargé de Cours	En poste
18	NGOUO Lucas Vincent	Chargé de Cours	En poste
19	NSOM ZAMO Annie Claude ép. Pial	Chargé de Cours	<i>Expert national./UNESCO</i>
20	ONANA Jean Michel	Chargé de Cours	En poste
21	TONFACK Libert Brice	Chargé de Cours	En poste
22	TSOATA Esaïe	Chargé de Cours	En poste
23	DJEUANI Astride Carole	Assistant	En poste
24	GONMADGE Christelle	Assistant	En poste
25	MAFFO MAFFO Nicole Liliane	Assistant	En poste
26	NNANGA MEBENGA Ruth Laure	Assistant	En poste
27	NOUKEU KOUAKAM Armelle	Assistant	En poste
<b>4-DEPARTEMENT DE CHIMIE INORGANIQUE (C.I.) (35)</b>			
1	AGWARA ONDOH Moïse	Professeur	<i>Insp Génér. MINPMEA</i>
2	ELIMBI Antoine	Professeur	En poste
3	GHO GOMU Paul MINGO	Professeur	<i>Directeur Cabinet PM</i>
4	KETCHA MBADCAM Joseph	Professeur	<b>Chef de Département</b>
5	LAMINSI Samuel	Professeur	En poste
6	MELO née CHINJE Uphie F.	Professeur	<i>Recteur UN</i>
7	NANSEU Charles Péguy	Professeur	En poste
8	NENWA Justin	Professeur	En poste
9	NDIFON Peter TEKE	Professeur	<i>CT MINRESI</i>
10	NGAMENI Emmanuel	Professeur	<i>Doyen/ UDS</i>
11	BABALE DJAM DOUDOU	Maître de Conférences	En poste
12	DJOUFAC WOUMFO Emmanuel	Maître de Conférences	En poste

13	KONG SAKEO	Maître de Conférences	En poste
14	NDIKONTAR Maurice KOR	Maître de Conférences	<i>Vice-Doyen / UBA</i>
15	NGOMO Horace MANGA	Maître de Conférences	<i>Vice Recteur / UB</i>
16	YOUNANG Elie	Maître de Conférences	En poste
17	ACAYANKA Elie	Chargé de Cours	En poste
18	BELIBI BELIBI Placide Désiré	Chargé de Cours	En poste
19	CHEUMANI YONA Arnaud	Chargé de Cours	En poste
20	EMADACK Alphonse	Chargé de Cours	En poste
21	GWET Simon- Pierre	Chargé de Cours	En poste
22	KAMGANG YOUBI Georges	Chargé de Cours	En poste
23	KEUMEGNE MBOUGUEM Jean Claude	Chargé de Cours	En poste
24	KENNE DEDZO Gustave	Chargé de Cours	En poste
25	KOUOTOU DAOUDA	Chargé de Cours	En poste
26	MAKON Thomas Beauregar	Chargé de Cours	En poste
27	MBEY Jean Aimé	Chargé de Cours	En poste
28	NDI Julius NSAMI	Chargé de Cours	En poste
29	NDOSIRI Bridget NDOYE	Chargé de Cours	En poste
30	NJIOMOU Chantale épse DJANGANG	Chargé de Cours	En poste
31	NJOYA Dayirou	Chargé de Cours	En poste
32	NYAMEN Linda Dyorisse	Chargé de Cours	En poste
33	PABOUDAM GBAMBIE Awaou	Chargé de Cours	En poste
34	TCHAKOUTE KOUAMO Hervé	Chargé de Cours	En poste
35	NCHIMI NONO Katia	Assistant	En poste
<b>5-DEPARTEMENT DE CHIMIE ORGANIQUE (C.O.) (33)</b>			
1	DONGO Etienne	Professeur	<b>Vice-Doyen/ DPSAA</b>
2	GHOGOMU TIH ROBERT RALPH	Professeur	<i>Directeur I.B.A. Foumban</i>
3	MBAFOR Joseph	Professeur	En poste
4	NGADJUI TCHALEU B.	Professeur	<i>Chef de dépt. FMBS</i>
5	NGOUELA Silvère Augustin	Professeur	<i>Chef de dépt. UDs</i>
6	NKENGFAK Augustin Ephraïm	Professeur	<b>Chef de Département</b>
7	NYASSE Barthélemy	Professeur	<i>Vice- Recteur UN</i>
8	PEGNYEMB Dieudonné Emmanuel	Professeur	<i>Directeur au MINESUP</i>
9	WANDJI Jean	Professeur	En poste
10	Alex de Théodore ATCHADE	Maître de Conférences	<i>CD Rectorat</i>
11	FOLEFOC Gabriel NGOSONG	Maître de Conférences	En poste
12	KEUMEDJIO Félix	Maître de Conférences	En poste
13	KOUAM Jacques	Maître de Conférences	En poste
14	MBAZOA née DJAMA Céline	Maître de Conférences	En poste
15	MKOUNGA Pierre	Maître de Conférences	En poste
16	NGO MBING Joséphine	Maître de Conférences	En poste
17	NOUNGOUE TCHAMO Diderot	Maître de Conférences	En poste
18	TABOPDA KUATE Turibio	Maître de Conférences	En poste
19	TCHOUANKEU Jean-Claude	Maître de Conférences	<i>C.T. UYII</i>
20	TCHUENDEM KENMOGNE Marguerite	Maître de Conférences	En poste
21	TIH née NGO BILONG E. Anastasie	Maître de Conférences	En poste
22	YANKEP Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
23	AMBASSA Pantaleon	Chargé de Cours	En poste
24	EYONG Kenneth OBEN	Chargé de Cours	En poste
25	FOTSO WABO Ghislain	Chargé de Cours	En poste
26	KAMTO Eutrophe Ledoux	Chargé de Cours	En poste
27	NGOMO Orléans	Chargé de Cours	En poste
28	NGONO BIKOBO Dominique Serge	Chargé de Cours	En poste

29	NOTE LOUGBOT Olivier	Chargé de Cours	En poste
30	OUAHOUE WACHE Blandine Marlyse	Chargé de Cours	En poste
31	TAGATSING FOTSING Maurice	Chargé de Cours	En poste
32	ZONDEGOUMBA Ernestine	Chargé de Cours	En poste
33	NGINTEDO Dominique	Assistant	En poste
<b>6-DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE (IN) (30)</b>			
1	ATSA ETOUNDI Roger	Professeur	<b>Chef de Département</b>
2	FOTSO Pauline Laure	Professeur	<i>Députée à l'Assemblée Nationale</i>
3	FOUDA NDJODO Marcel	Professeur	<i>IGA-MINESUP/Chef Dépt. ENS</i>
4	TCHUENTE Maurice	Professeur	<b>PCA UB</b>
5	NDOUNAM René	Maître de Conférences	En poste
6	AMINOUE Halilou	Chargé de Cours	En poste
7	CHEDOM FOTSO Donatien	Chargé de Cours	En poste
8	DJAM Xaviera Youth KIMBI	Chargé de Cours	En poste
9	KOUOKAM KOUOKAM Etienne Appolin	Chargé de Cours	En poste
10	MELATAGIA YONTA Paulin	Chargé de Cours	En poste
11	MOTO MPONG Serge Alain	Chargé de Cours	En poste
12	TINDO Gilbert	Chargé de Cours	En poste
13	TSOPZE Norbert	Chargé de Cours	En poste
14	WAKU KOUAMOU Jules	Chargé de Cours	En poste
15	ABESSOLO ALO'O Gislain	Assistant	En poste
16	BAYEM Jacques Narcisse	Assistant	En poste
17	DOMGA KOMGUEM Rodrigue	Assistant	En poste
18	EBELE Serge	Assistant	En poste
19	HAMZA Adamou	Assistant	En poste
20	KAMDEM KENGNE Christiane	Assistant	En poste
21	KAMGUEU Patrick Olivier	Assistant	En poste
22	JIOMEKONG AZANZI Fidel	Assistant	En poste
23	MAKEMBE S. Fritz Oswald	Assistant	En poste
24	MEYEMDOU Nadège Sylvianne	Assistant	En poste
25	MONTHÉ DJIADEU Valéry Martial	Assistant	En poste
26	NKONDOCK MI BAHANACK Nicolas	Assistant	En poste
27	OLE OLE David Claude	Assistant	En poste
28	TAPAMO KENFACK Hyppolite	Assistant	En poste
<b>7-DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES (MA) (32)</b>			
1	BEKOLLE David	Professeur	<i>Vice-Recteur UN</i>
2	BITJONG NDOMBOL	Professeur	<i>DAAC UYI</i>
3	DOSSA COSSY Marcel	Professeur	En poste
4	AYISSI Raoul Domingo	Maître de Conférences	<b>Chef de Département</b>
5	EMVUDU WONO Yves S.	Maître de Conférences	<i>Chef Division MINESUP</i>
6	NKUIMI JUGNIA Célestin	Maître de Conférences	En poste
7	NOUNDJEU Pierre	Maître de Conférences	En poste
8	AGHOUEKENG JIOFACK Jean Gérard	Chargé de Cours	En poste
9	BOGSO Antoine M	Chargé de Cours	En poste
10	CHENDJOU Gilbert	Chargé de Cours	En poste
11	DOUANLA YONTA Hermann	Chargé de Cours	En poste
12	FOMEKONG Christophe	Chargé de Cours	En poste
13	KIANPI Maurice	Chargé de Cours	En poste
14	KIKI Maxime Armand	Chargé de Cours	En poste
15	MBAKOP Guy Merlin	Chargé de Cours	En poste
16	MBANG Joseph	Chargé de Cours	En poste

17	MBEHOU Mohamed	Chargé de Cours	En poste
18	MBELE BEDIMA Martin	Chargé de Cours	En poste
19	MENGUE MENGUE David Joe	Chargé de Cours	En poste
20	NGUEFACK Bertrand	Chargé de Cours	En poste
21	NGUIMTSA Charles	Chargé de Cours	En poste
22	POLA DOUNDOU Emmanuel	Chargé de Cours	En poste
23	TAKAM SOH Patrice	Chargé de Cours	En poste
24	TETSADJIO TCHILEPECK Mesmin Erick	Chargé de Cours	En poste
25	TCHANGANG Roger Duclos	Chargé de Cours	En poste
26	TCHOUNDJA Edgar Landry	Chargé de Cours	En poste
27	TIAYA TSAGUE N. Anne- Marie	Chargé de Cours	En poste
28	DJIADEU NGAHA Michel	Assistant	En poste
29	MBIAKOP Hilaire George	Assistant	En poste
30	NIMPA PEFOUKEU Romain	Assistant	En poste
31	TANG AHANDA Barnabé	Assistant	<i>Chef Serv. MINPLAMAT</i>
<b>8-DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE (MB) (13)</b>			
1	ESSIA NGANG Jean Justin	Professeur	<i>Chef de Division recherche IMPM</i>
2	ETOA François-Xavier	Professeur	<b>Recteur UD/Chef de Département</b>
3	BOYOMO ONANA	Maître de Conférences	En poste
4	NYEGUE Maximilienne Ascension	Maître de Conférences	En poste
5	NWAGA Dieudonné M.	Maître de Conférences	En poste
6	RIWOM Sara Honorine	Maître de Conférences	En poste
7	SADO KAMDEM Sylvain Leroy	Maître de Conférences	En poste
8	BODA Maurice	Chargé de Cours	En poste
9	BOUGNOM Blaise Pascal	Chargé de Cours	En poste
10	ENO Anna Arey	Chargé de Cours	En poste
11	ESSONO OBOUGOU Germain Gabriel	Chargé de Cours	En poste
12	TCHIKOUA Roger	Chargé de Cours	En poste
13	NJIKI BIKOÏ Jacky	Chargé de Cours	En poste
<b>9-DEPARTEMENT DE PHYSIQUE (PH) (41)</b>			
1	ESSIMBI ZOBO Bernard	Professeur	En poste
2	KOFANE Timoléon Crépin	Professeur	En poste
3	NDJAKA Jean Marie Bienvenu	Professeur	<b>Chef de Département</b>
4	NJOMO Donatien	Professeur	En poste
5	PEMHA Elkana	Professeur	En poste
6	TABOD Charles TABOD	Professeur	<i>Doyen/UBA</i>
7	TCHAWOUA Clément	Professeur	En poste
8	WOAFO Paul	Professeur	En poste
9	BIYA MOTTO Frédéric	Maître de Conférences	<i>Dir. Gén. B. MEKIM</i>
10	BEN- BOLIE Germain Hubert	Maître de Conférences	En poste
11	DJUIDJE KENMOE Gemaine épouse ALOYEM KAZE	Maître de Conférences	En poste
12	EKOBENA FOU DA Henri Paul	Maître de Conférences	<i>Chef Dépt. UN</i>
13	EYEBE FOU DA Jean Sire	Maître de Conférences	En poste
14	FEWO Serge Ibraïd	Maître de Conférences	En poste
15	HONA Jacques	Maître de Conférences	En poste
16	MBANE BIOUELE	Maître de Conférences	En poste
17	NANA NBENDJO Blaise	Maître de Conférences	En poste
18	NJANDJOCK NOUCK Philippe	Maître de Conférences	<i>Chef Serv. MINRESI</i>
19	NOUAYOU Robert	Maître de Conférences	En poste



20	OUMAROU BOUBA	Maître de Conférences	En poste
21	SAIDOU	Maître de Conférences	En poste
22	SIEWE SIEWE Martin	Maître de Conférences	En poste
23	SIMO Elie	Maître de Conférences	En poste
24	ZEKENG Serge Sylvain	Maître de Conférences	En poste
25	BODO Bernard	Chargé de Cours	En poste
26	ENYEGUE A NYAM Françoise épouse BELINGA	Chargé de Cours	En poste
27	EDONGUE HERVAIS	Chargé de Cours	En poste
28	FOUEDJIO David	Chargé de Cours	En poste
29	MBINACK Clément	Chargé de Cours	En poste
30	MBONO SAMBA Yves Christian U.	Chargé de Cours	En poste
31	MVOGO Alain	Chargé de Cours	En poste
32	NDOP Joseph	Chargé de Cours	En poste
33	OBOUNOU Marcel	Chargé de Cours	<i>Dir.acad/Univ.Int.Etat Cam- Congo</i>
34	TABI Conrad Bertrand	Chargé de Cours	En poste
35	TCHOFFO Fidèle	Chargé de Cours	En poste
36	VONDOU DERBETINI Appolinaire	Chargé de Cours	En poste
37	WAKATA née BEYA Annie	Chargé de Cours	<i>Sous-Directeur MINESUP</i>
38	WOULACHE Rosalie Laure	Chargé de Cours	En poste
39	ABDOURAHIMI	Assistant	En Poste
40	CHAMANI Roméo	Assistant	En Poste
41	MELI'I Jorelle Larissa	Assistant	En Poste
<b>10- DEPARTEMENT DE SCIENCES DE LA TERRE (S.T.) (43)</b>			
1	BITOM Dieudonné Lucien	Professeur	<i>Doyen FASA / UDS</i>
2	KAMGANG Pierre	Professeur	En poste
3	NDJIGUI Paul-Désiré	Professeur	<b>Chef de Département</b>
4	NZENTI Jean-Paul	Professeur	En poste
5	ABOSSOLO née ANGUE Monique	Maître de Conférences	<b>Chef DAASR</b>
6	FOUATEU Rose épouse YONGUE	Maître de Conférences	En poste
7	GHOGOMU Richard TANWI	Maître de Conférences	<i>Chef de Dépt. IMIP/Maroua</i>
8	MEDJO EKO Robert	Maître de Conférences	<i>Dir/IUT Bois Mbalmayo</i>
9	MOUNDI Amidou	Maître de Conférences	<i>CT/MINMIDT</i>
10	NDAM NGOUPAYOU Jules-Remy	Maître de Conférences	En poste
11	NGOS III Simon	Maître de Conférences	<i>D.A.A.C./UM</i>
12	NJILAH Isaac KONFOR	Maître de Conférences	En poste
13	NKOUMBOU Charles	Maître de Conférences	En poste
14	ONANA Vincent	Maître de Conférences	En poste
15	TCHOUANKOUE Jean-Pierre	Maître de Conférences	En poste
16	TEMDJIM Robert	Maître de Conférences	En poste
17	YENE ATANGANA Joseph Q.	Maître de Conférences	<i>Chef Cellule MINTP</i>
18	ZO'O ZAME Philémon	Maître de Conférences	<i>DG ART</i>
19	BEKOA Etienne	Chargé de Cours	<i>Barage Memve'ele</i>
20	BISSO Dieudonné	Chargé de Cours	<i>Directeur Projet Barrage Memve'ele</i>
21	EKOMANE Emile	Chargé de Cours	<i>Délégué Régional/MINMIDT</i>
22	ESSONO Jean	Chargé de Cours	<i>En poste</i>
23	EYONG John TAKEM	Chargé de Cours	<i>En poste</i>
24	FUH Calistus Gentry	Chargé de Cours	<i>En poste</i>
25	GANNO Sylvestre	Chargé de Cours	<i>En poste</i>

26	LAMILÉN BILLA Daniel	Chargé de Cours	En poste
27	MBIDA YEM	Chargé de Cours	CS/LABOGENIE
28	MINYEM Dieudonné	Chargé de Cours	Chef de Dépt. IMIP/Maroua
29	MOUAFO Lucas	Chargé de Cours	En poste
30	NGO BELNOUN Rose Noël	Chargé de Cours	En poste
31	NGO BIDJECK Louise Marie	Chargé de Cours	En poste
32	NGUEUTCHOUA Gabriel	Chargé de Cours	CEA MINRESI
33	NJOM Bernard de Lattre	Chargé de Cours	En poste
34	NOMO NEGUE Emmanuel	Chargé de Cours	En poste
35	NYECK Bruno	Chargé de Cours	En poste
36	TCHAKOUNTE Jacqueline ép. NUMBEM	Chargé de Cours	CEA MINRESI
37	TCHAPTCHET TCHATO De Pesquidoux I	Chargé de Cours	En poste
38	TEHNA Nathanaël	Chargé de Cours	CS/ MINMIDT
39	TEMGA Jean Pierre	Chargé de Cours	En poste
40	SABABA Elisé	Chargé de Cours	En poste
41	ANABA ONANA Achille Basile	Assistant	En poste
42	BINELI BETSI Thierry Olivier	Assistant	En poste
43	METANG Victor	Assistant	En poste

### Répartition chiffrée des enseignants permanents par Département

Départements	Nombre d'enseignants				
	Pr	MC	CC	ASS	Total
<b>BC</b>	5 (1)	11 (4)	17 (9)	7 (3)	<b>40 (17)</b>
<b>BPA</b>	11 (1)	8 (2)	21 (9)	3 (0)	<b>43 (12)</b>
<b>BPV</b>	4 (0)	9 (2)	9 (2)	5 (5)	<b>27 (9)</b>
<b>C.I.</b>	10 (1)	6 (0)	18 (4)	1 (1)	<b>35 (6)</b>
<b>C.O.</b>	9 (0)	11 (3)	12 (3)	2 (0)	<b>34 (6)</b>
<b>IN</b>	4 (1)	1 (0)	9 (0)	14 (2)	<b>28 (3)</b>
<b>MA</b>	3 (0)	4 (0)	20 (1)	4(0)	<b>31 (1)</b>
<b>MB</b>	2 (0)	5 (1)	6 (2)	0 (0)	<b>13 (3)</b>
<b>PH</b>	8 (0)	16 (1)	14 (4)	3 (1)	<b>41 (6)</b>
<b>ST</b>	4 (0)	14 (2)	22 (3)	3 (0)	<b>43 (5)</b>
<b>Total</b>	<b>60 (4)</b>	<b>85 (15)</b>	<b>148 (37)</b>	<b>42 (12)</b>	<b>335 (68)</b>

Soit un total de 335 (68) dont :

- Professeurs.....60 (4)
- Maîtres de Conférences.....85 (15)
- Chargés de Cours.....148 (37)
- Assistants..... 42 (12)
- ( ) = Nombre de femmes.....68

# DEDICACE

A la mémoire du Père Eric De Rosny

A

mes parents

M. MAFFO Rigobert

Mme DOUNTIO Thérèse

et

ma fille MAFFO Léah Perlice.

Qu'ils trouvent à travers ces lignes l'expression de ma  
profonde gratitude.

# REMERCIEMENTS

La présente étude est le fruit de la collaboration et des efforts de plusieurs personnes. Sans leur disponibilité et leur contribution effective, je n'aurais pas réussi à la réaliser seule. Je rends tout d'abord grâce à Dieu Tout Puissant pour son assistance, ses soins et sa miséricorde qu'Il use à mon égard. Mes sincères remerciements vont :

- au Professeur YOUMBI Emmanuel Chef du Département de Biologie et Physiologie Végétales, qui a accepté de superviser ce travail. Ses encouragements m'ont été bénéfiques ;
- au Professeur ZAPFACK Louis, pour avoir proposé et dirigé ce sujet sans la moindre hésitation. Ses conseils et encouragements ont été très précieux dans la réalisation de ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de toute ma reconnaissance ;
- au Professeur DIBONG Siegfried Didier, qui n'a ménagé aucun effort pour me faciliter la collecte des données à Douala et à Yabassi ;
- au Professeur MBARGA BINDZI Marie Alain et Docteur ONANA Jean Michel, dont l'assistance m'a été très précieuse dans la ré-lecture et les remarques faites en vue de l'amélioration de la qualité de ce document ;
- au Professeur FONTON Noël, pour son aide précieuse et ses conseils pour la finalisation de ce travail ;
- au Professeur NGONKEU Eddy, dont les conseils et encouragements m'ont été très bénéfiques ;
- au Professeur MKOUNGA Pierre du Département de Chimie Inorganique, pour son soutien moral, ses encouragements et ses remarques ;
- aux Docteurs Jacqueline MAGWE TINDO, NONO Carine, NTSOMBOH Godswill, pour la disponibilité dont ils ont toujours fait preuve pour toutes mes sollicitations ;
- au Docteur KENGNE AYISSI Baudelaire, dont l'aide dans la rédaction et la relecture du mémoire a été précieuse ;
- à Monsieur TANKEU Séverin Elysée, Doctorant à l'Université de Douala, pour son aide dans la collecte des échantillons à Douala et à Yabassi ;
- à Monsieur EKWALLA Mallobè, tradithérapeute, pour avoir facilité l'identification des plantes médicinales à Douala et Bomono. Qu'il trouve ici ma profonde gratitude ;
- à la Fondation Internationale pour la Science (FIS), qui a financé une partie du travail ;
- à l'IITA de Nkolbisson, pour l'analyse des paramètres physico-chimiques des sols ;
- aux membres du Groupe de Reflexion sur la Sorcellerie (GRS), pour leurs multiples encouragements ;

- à Mesdames Jeannie Léa ROUSSEAU, Nathalie WASTIEL et Mireille FEUDJO, pour leurs assistances, conseils et encouragements. Que ce travail qui est aussi le fruit de leurs efforts, soit un motif de fierté pour elles en souvenir des moments de joie et de souffrance passés ensemble ;
- à Messieurs KENFACK Séverin, LETAH Wilfried, pour le soutien, les conseils et l'assistance dans l'utilisation des outils informatiques et l'analyse statistique des données ;
- à tous les camarades de promotion avec qui de nombreuses épreuves ont été traversées, pour leur collaboration et leur solidarité ;
- à tous les membres du Laboratoire de Biotechnologies et Environnement. Je pense particulièrement aux membres de Water Research Unit qui ont été très disponibles pour le dosage des éléments traces métalliques dans les échantillons de sols et de plantes ;
- à tous les membres du Laboratoire de Botanique et Ecologie, votre esprit de convivialité m'a été bénéfique pour la rédaction de la thèse ;
- à toute ma famille, pour son soutien tant moral que matériel ;
- à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail et que je n'ai pu citer ici. Qu'ils reçoivent les assurances de ma profonde gratitude.

# SOMMAIRE

LISTE PROTOCOLAIRE.....	I
DEDICACE.....	IX
REMERCIEMENTS .....	X
SOMMAIRE .....	XII
LISTE DES FIGURES .....	XV
LISTE DES TABLEAUX.....	XVII
LISTE DES ANNEXES.....	XIX
LISTE DES ABREVIATIONS.....	XX
RESUME.....	XXII
ABSTRACT.....	XXIV
CHAPITRE I. GENERALITES .....	1
I.1. Introduction.....	2
I.1.1. Contexte et justificatifs .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
I.1.2. Problématique .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
I.1.3. Question de recherche.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
I.1.4. Hypothèses de recherche .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
I.1.5. Objectifs.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
I.1.5.1. Objectif général .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
I.1.5.2. Objectifs spécifiques.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
I.2. Revue de la littérature .....	7
I.2.1. Plantes médicinales.....	7
I.2.1.1. Définition des concepts.....	7
I.2.1.2. Aperçu historique.....	9
I.2.1.3. Raisons de l'émergence de la médecine traditionnelle .....	10
I.2.1.4. Quelques opérations de la médecine traditionnelle .....	12
I.2.1.5. Quelques notions de principes actifs et métabolites contenus dans les plantes.....	15
I.2.1.6. Médecine traditionnelle au Cameroun.....	18
II.2.2. Eléments traces métalliques .....	22
II.2.2.1. Définitions .....	22
II.2.2.2. Importance des éléments traces métalliques dans la plante .....	23
II.2.2.3. Sources des éléments traces métalliques dans l'environnement .....	23
II.2.2.4. Transferts des éléments traces métalliques dans le sol .....	26
II.2.2.5. Spéciation, mobilité et biodisponibilité des éléments traces métalliques dans le sol.....	27
II.2.2.6. Paramètres influençant la mobilité des éléments traces métalliques.....	28
II.2.2.7. Transfert des éléments traces métalliques du sol vers la plante .....	29
II.2.2.8. Accumulation dans les différents organes des plantes .....	33
II.2.2.9. Effets néfastes des éléments traces métalliques sur la santé humaine .....	34
CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES.....	38
II. 1. Matériel.....	39
II.1.1. Présentation des sites d'études .....	39
II.1.1.1. Cas de la ville de Douala .....	39
II.1.1.2. Cas de la ville de Yabassi.....	45
II.1.2. Matériel végétal.....	47
II.1.3. Matériel de terrain .....	47
II.1.4. Matériel de laboratoire .....	47
II.2. Méthodes .....	48
II.2.1. Enquêtes ethno-pharmacologiques.....	48
II.2.1.1. Analyse statistique des données .....	49

II.2.2. Diversité floristique dans les différents habitats des plantes médicinales de Douala .....	51
II.2.2.1. Inventaire floristique .....	51
II.2.2.2. Analyse des données floristiques .....	54
II.2.2.3. Répartition verticale des végétaux ou types morphologiques .....	56
II.2.2.4. Répartition horizontale des végétaux .....	57
II.2.2.5. Description des communautés .....	58
II.2.2.6. Analyse des caractères autoécologiques ou spectres écologiques .....	58
II.2.2.7. Détermination des différents groupements végétaux .....	63
II.2.2.8. Analyse statistique des données .....	63
II.2.3. Evaluation des concentrations des éléments traces métalliques dans les organes des plantes médicinales et leurs substrats d'origine. ....	63
II.2.3.1. Critères de sélection des plantes médicinales et des principaux sites de collecte ..	63
II.2.3.2. Collecte des échantillons .....	65
II.2.3.3. Traitement des échantillons .....	66
II.2.3.4. Paramètres physico-chimiques des sols .....	67
II.2.3.5. Dosage des éléments traces métalliques dans les échantillons de sols et de plantes	69
II.2.3.6. Accumulation et translocation des éléments traces métalliques des sols vers les différents organes des plantes .....	72
II.2.4. Evaluation des concentrations des éléments traces métalliques dans les extraits des feuilles des plantes médicinales sélectionnées .....	73
II.2.4.1. Traitement des échantillons .....	73
II.2.4.2. Dosage des éléments traces métalliques .....	74
II.2.4.3. Analyses statistiques .....	74
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION .....	75
III.1. Résultats .....	76
III.1.1. Enquêtes ethno-pharmacologiques .....	76
III.1.1.1. Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés .....	76
III.1.1.2. Répartition des personnes ressources en fonction des sites de collecte des plantes	76
III.1.1.3. Répartition des plantes en fonction des catégories de personnes interviewées ....	77
III.1.1.4. Modes d'acquisition des connaissances ethnobotaniques .....	77
III.1.1.5. Diversité et usages des plantes médicinales .....	78
III.1.1.6. Répartition morphologique des plantes médicinales recensées .....	78
III.1.1.7. Répartition des enquêtés en fonction des organes des plantes déclarés .....	79
III.1.1.8. Répartition des enquêtés en fonction des modes d'administration déclarés .....	79
III.1.1.9. Répartition des enquêtés en fonction des modes de préparation déclarés .....	80
III.1.1.10. Fréquences de citation et classement de préférence des plantes médicinales ....	81
III.1.1.11. Regroupement des maladies traitées par catégorie .....	85
III.1.1.12. Maladies traitées dans la zone d'étude .....	86
III.1.1.13. Fréquence d'utilisation pour chaque catégorie de maladies .....	88
III.1.1.14. Facteur de Consensus Informateur .....	88
III.1.1.15. Indice de fidélité des plantes médicinales préférées .....	90
III.1.2. Diversité floristique dans les différents habitats des plantes médicinales de Douala ....	91
III.1.2.1. Courbe de recrutement des espèces .....	91
III.1.2.2. Composition floristique .....	91
III.1.2.3. Richesse et diversité floristiques .....	92
III.1.2.4. Structure de la flore étudiée .....	94
III.1.2.5. Types morphologiques et stratification verticale de la flore .....	98
III.1.2.6. Spectres écologique et chorologique, groupes fonctionnels des plantes .....	98
III.1.2.7. Statut de conservation des espèces selon les catégories de l'UICN .....	101
III.1.2.8. Usages des espèces végétales .....	102
III.1.2.9. Description des différents habitats et analyse des similarités floristiques .....	103

III.1.3. Concentrations des éléments traces métalliques dans les organes des plantes médicinales et leurs substrats d'origine. ....	108
III.1.3.1. Détermination des concentrations des éléments traces métalliques dans les sols des plantes médicinales dans les villes de Douala et Yabassi.....	108
III.1.3.2. Quantification des éléments traces métalliques dans les organes des plantes de la ville de Douala .....	112
III.1.3.3. Quantification des éléments traces métalliques dans les organes des plantes de la ville de Yabassi .....	119
III.1.3.4. Variabilité de la distribution des éléments traces métalliques en fonction des différents paramètres et des différents sites d'étude .....	124
III.1.3.5. Accumulation et translocation des éléments traces métalliques du sol vers les différents organes des plantes .....	133
III.1.4. Concentrations des éléments traces métalliques dans les extraits des feuilles des plantes médicinales sélectionnées .....	136
III.1.4.1. Détermination des éléments traces métalliques dans les décoctions des feuilles	136
III.1.4.2. Détermination des éléments traces métalliques dans les infusions des feuilles ..	138
III.1.4.3. Comparaison générale entre les différents extraits des feuilles des plantes .....	140
III.2. Discussion .....	142
III.2.1. Enquêtes ethno-pharmacologiques .....	142
III.2.1.1. Caractéristiques démographiques des participants à l'étude .....	142
III.2.1.2. Diversité des plantes médicinales .....	142
III.2.1.3. Organes de plantes utilisés .....	144
III.2.1.4. Types morphologiques des plantes médicinales .....	145
III.2.1.5. Sites de collecte des plantes médicinales .....	146
III.2.1.6. Préparation et administration des plantes médicinales .....	146
III.2.1.7. Facteur de Consensus Informateur.....	146
III.2.1.8. Indices de fidélité .....	148
III.2.2. Diversité floristique dans les différents habitats des plantes médicinales de Douala ...	150
III.2.2.1. Richesse et diversité floristiques.....	150
III.2.2.2. Indices de diversité dans les différents habitats .....	153
III.2.2.3. Caractéristiques synthétiques de la flore.....	154
III.2.3. Concentrations des éléments traces métalliques dans les organes des plantes médicinales et leurs substrats d'origine à Douala et Yabassi .....	155
III.2.3.1. Caractéristiques des sols à Douala et Yabassi .....	155
III.2.3.2. Distribution des éléments traces métalliques dans les sols de la ville de Douala	156
III.2.3.3. Distribution des éléments traces métalliques dans les plantes en fonction du type d'habitat .....	156
III.2.3.4. Concentration des éléments traces métalliques dans les organes des plantes.....	157
III.2.3.5. Accumulation et translocation des éléments traces métalliques du sol vers les organes des plantes.....	158
III.2.3.6. Implications pour la santé humaine .....	161
III.2.4. Concentrations des éléments traces métalliques dans les extraits des feuilles des plantes médicinales sélectionnées .....	161
CHAPITRE IV. CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES .....	163
IV.1. Conclusion .....	164
IV.2. Recommandations .....	168
IV.3. Perspectives.....	169
BIBLIOGRAPHIE .....	170
ANNEXES .....	I



# LISTE DES FIGURES

Fig. 1. Synthèse des origines des ETM dans les sols (Djofang, 2007). .....	25
Fig. 2. Principaux flux des éléments traces métalliques dans le sol (Lopareva-Pohu, 2011). .....	27
Fig. 3. Phytodisponibilité des éléments traces métalliques dans les sols (Morel, 1996). .....	31
Fig. 4. Représentation d'une coupe transversale de racine, avec la diffusion radiale des ions selon les voies symplasmiques et apoplasmiques (Tremel-Schaub & Feix, 2005). .....	32
Fig. 5. Présentation de la ville de Douala. ....	40
Fig. 6. Dispositif d'échantillonnage de l'inventaire floristique. ....	53
Fig. 7. Plantes médicinales utilisées pour le dosage des éléments traces métalliques. ....	64
Fig. 8. Localisation des sites de collecte des échantillons des sols et plantes destinés au dosage des éléments traces métalliques dans les villes de Douala et Yabassi. ....	65
Fig. 9. Collecte des échantillons de plantes et de sol dans un quadrat. ....	66
Fig. 10. Préparation des extraits des feuilles des plantes médicinales sélectionnées en décoction et infusion. ....	74
Fig. 11. Répartition des types morphologiques recensés. ....	79
Fig. 12. Différents types d'organes des plantes médicinales utilisés. ....	79
Fig. 13. Modes d'administration des plantes médicinales. ....	80
Fig. 14. Modes de préparation des plantes médicinales. ....	80
Fig. 15. Courbe d'accumulation de la flore inventoriée en utilisant la méthode de raréfaction. ....	91
Fig. 16. Diversité spécifique des familles recensées à Douala. ....	92
Fig. 17. Répartition des familles ayant des FIV $\geq 5$ %. ....	95
Fig. 18. Répartition du nombre d'espèces en fonction des classes de présence. ....	96
Fig. 19. Répartition des espèces ayant des IVI $\geq 25$ %. ....	97
Fig. 20. Répartition des différents usages des plantes dans la flore étudiée. ....	102
Fig. 21. Courbe d'accumulation de la flore inventoriée en fonction des habitats. ....	103
Fig. 22. Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) des différents habitats. ....	107
Fig. 23. Analyse en Composantes Principales (ACP) montrant les affinités floristiques entre les différents habitats. ....	107
Fig. 24. Répartition des teneurs en ETM dans les sols de Douala en fonction des habitats. ....	110
Fig. 25. Répartition des teneurs des ETM dans les sols de Yabassi en fonction des habitats. ....	111
Fig. 26. Variation des teneurs des ETM dans les sols prélevés à Douala et Yabassi. ....	111
Fig. 27. Variabilité de la distribution des ETM des plantes médicinales récoltées à Douala en fonction de quelques paramètres. ....	126

Fig. 28. Variabilité de la distribution des ETM en fonction des différents d'habitats et des organes des plantes médicinales récoltées à Douala. ....	127
Fig. 29. Classification Hiérarchique Ascendante des ETM des plantes médicinales de Douala. ....	128
Fig. 30. Variabilité de la distribution des ETM des plantes médicinales récoltées à Yabassi en fonction de quelques paramètres. ....	129
Fig. 31. Variabilité de la distribution des ETM en fonction des différents d'habitats et des organes des plantes médicinales récoltées à Yabassi. ....	130
Fig. 32. Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) des ETM des plantes médicinales de Yabassi. ....	131
Fig. 33. Variabilité de la distribution des ETM dans les plantes médicinales en fonction des différentes localités. ....	132
Fig. 34. Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) des ETM des plantes médicinales des localités de Douala et Yabassi. ....	133

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. Données météorologiques de la ville de Douala (1973-2002) (Priso, 2016). .....	41
Tableau II. Coefficients de recouvrement moyen des espèces (Braun-Blanquet, 1964). .....	52
Tableau III. Répartition par classe de présence (Braun-Blanquet, 1964). .....	57
Tableau IV. Différents modes de dissémination des diaspores chez les végétaux (Dansereau & Lems, 1957 ; Guillaumet, 1967). .....	62
Tableau V. Caractéristiques socio-démographiques des personnes interviewées. ....	76
Tableau VI. Répartition des personnes ressources en fonction des sites de collecte des plantes médicinales déclarés. ....	77
Tableau VII. Répartition des personnes ressources en fonction du nombre de plantes médicinales déclaré. ....	77
Tableau VIII. Modes d'acquisition des connaissances ethnobotaniques. ....	78
Tableau IX. Familles les plus représentées en terme d'espèces et genres ( $n \geq 3$ espèces) .....	78
Tableau X. Classement de préférence des plantes médicinales ayant des fréquences de citations supérieures à 80% .....	82
Tableau XI. Maladies citées par les populations et classées par catégorie. ....	85
Tableau XII. Effectif et pourcentage des plantes utilisées pour traiter différentes affections. ....	87
Tableau XIII. Fréquence d'utilisation des plantes médicinales et Facteur de Consensus Informateur (FCI) des catégories de maladies. ....	89
Tableau XIV. Fréquences de citation et indices de fidélité des plantes médicinales préférées. ....	90
Tableau XV. Récapitulatif des taxons de la flore étudiée. ....	91
Tableau XVI. Genres les plus riches en espèces. ....	93
Tableau XVII. Diversités générique et spécifique des familles représentées dans la flore étudiée. ...	93
Tableau XVIII. Spectre des types morphologiques de la flore étudiée. ....	98
Tableau XIX. Spectre des types foliaires de la flore étudiée. ....	99
Tableau XX. Spectre des types biologiques de la flore étudiée. ....	99
Tableau XXI. Spectres brut et pondéré des modes de dissémination des diaspores. ....	100
Tableau XXII. Spectres brut et pondéré des types de diaspores .....	100
Tableau XXIII. Répartition des différents types phytogéographiques de la zone d'étude. ....	101
Tableau XXIV. Statut des espèces en référence à la liste rouge de l'UICN. ....	102
Tableau XXV. Richesse floristique des différents habitats. ....	103
Tableau XXVI. Richesse spécifique des familles les plus riches dans les différents habitats. ....	104
Tableau XXVII. Richesse générique dans les différents habitats. ....	105
Tableau XXVIII. Valeurs moyennes des indices de diversité au sein des différents habitats. ....	106

Tableau XXIX. Coefficients de similitude de Sorensen entre les 5 habitats. ....	106
Tableau XXX. Paramètres physico-chimiques des sols de Douala et Yabassi. ....	108
Tableau XXXI. Concentration des ETM dans les feuilles des plantes médicinales récoltées à Douala. .....	114
Tableau XXXII. Concentrations des ETM dans les tiges des plantes médicinales récoltées à Douala. .....	116
Tableau XXXIII. Concentrations des ETM dans les racines des plantes médicinales récoltées à Douala. ....	118
Tableau XXXIV. Concentrations des ETM dans les feuilles des plantes médicinales récoltées à Yabassi. ....	120
Tableau XXXV. Concentrations des ETM dans les tiges des plantes médicinales récoltées à Yabassi. .....	122
Tableau XXXVI. Concentrations des ETM dans les racines des plantes médicinales récoltées à Yabassi. ....	124
Tableau XXXVII. Facteurs de bio-concentration des ETM des plantes médicinales étudiées. ....	134
Tableau XXXVIII. Facteurs de transfert des ETM entre les organes des plantes médicinales étudiées. .....	136
Tableau XXXIX. Tableau récapitulatif des ETM dans les extraits des feuilles des plantes médicinales .....	140

## **LISTE DES ANNEXES**

Annexe I. Fiche d'enquête ethno-pharmacologique.....	I
Annexe II. Synthèse des informations sur les plantes médicinales utilisées dans la ville de Douala et environs.....	III
Annexe III. Tableau synthétique des plantes médicinales récoltées dans la ville de Douala.....	XIII

# LISTE DES ABREVIATIONS

ACP : Analyse en Composantes Principales  
AM : alentours des maisons  
ANOVA : Analyse de Variance  
ANSMPS : Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de Santé du Togo  
APG III: Angiosperm Phylogeny Group III  
ASNAFOT : Association Nationale pour la Formation des Tradithérapeutes  
FBA : Facteur de Bio-accumulation  
BR : bordures des routes  
CE : conductivité électrique  
CEC : Capacité d'Echange Cationique  
CEN : Cameroon Ethnobotany Network  
CHA : Classification Hiérarchique Ascendante  
CITES: Convention on International Trade of Endangered Species,  
COSMETRAC : Conseil Supérieur de la Médecine Traditionnelle du Cameroun  
D' : indice de diversité de Simpson  
EQ : indice d'équitabilité de Piélou  
ETM : Eléments Traces Métalliques  
FAO : Food and Agriculture Organization  
FC : Fréquence de citations  
FeOCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : chromite  
FCI : Facteur de Consensus Informateur ou "Informant consensus factor"  
FIV : Family Importance Value  
FL : Indice de fidélité  
GPS: Global Positioning System  
GRS : Groupe de Reflexion sur la Sorcellerie  
H' : indice de diversité de Shannon-Weaver  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> : peroxyde d'hydrogène  
ha : hectare  
HClO<sub>4</sub> : acide perchlorique  
HNO<sub>3</sub> : acide nitrique  
IITA : International Institute of Tropical Agriculture  
IMPM : Institut de Recherches Médicales et d'Etude des Plantes Médicinales  
IRAD : Institut de la Recherche Agronomique pour le Développement  
IVI : Importance Value Index  
MINADER : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural  
MINEP : Ministère de l'Environnement et la Protection de la Nature  
MINEPAT : Ministère de l'Economie, de la Planification et de l'Aménagement du Territoire  
MINFI : Ministère des Finances  
MINFOF : Ministère des Forêts et de la Faune  
MINMIDT : Ministère de l'Industrie, des Mines et du Développement Technologique  
MINSANTE : Ministère de la Santé Publique  
MINESUP : Ministère de l'Enseignement Supérieur

MOT : Matière Organique Totale  
MTA : Médicament Traditionnel Amélioré  
OMS : Organisation Mondiale de la Santé  
ONG : Organisme Non Gouvernemental  
PFNL : Produit Forestier Non Ligneux  
pH : Potentiel d'Hydrogène  
PNDP : Programme National de Développement Participatif  
PROMETRA : Organisation pour la Promotion de la Médecine Traditionnelle  
PSRF : Programme de Sécurisation des Recettes Forestières  
QS : quotient spécifique  
RDC : République Démocratique du Congo  
RM<sub>i</sub> : recouvrement moyen d'une espèce  
RPATSC : Regroupement des Présidents des Associations des Tradithérapeutes du Cameroun  
Rr : recouvrement relatif d'une espèce  
S' : coefficient de similitude de Sorensen  
STRC/OUA : Commission de Recherche Scientifique et Technique de l'Organisation de l'Unité Africaine  
TB : type biologique  
TD : type de diaspore  
TF : facteur de transfert  
TV : terrain vague  
UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

# RESUME

Au Cameroun, près de 820 espèces de plantes sont exploitées à des fins médicinales et proviennent de plusieurs régions. Les activités humaines pratiquées dans la région du Littoral ont un impact sur la diversité, la distribution et la qualité de ces plantes. Ce travail a pour objectif d'estimer la diversité floristique dans différents habitats des plantes médicinales et déterminer les concentrations en éléments traces métalliques de quelques espèces fréquemment utilisées dans la ville de Douala.

La valorisation des savoirs et savoir-faires des plantes médicinales a été faite à travers les entretiens semi-structurés auprès des tradithérapeutes et personnes ressources. La diversité floristique dans les différents sites de récoltes des plantes médicinales a été effectuée par la méthode des quadrats dans cinq habitats différents. Les teneurs en Pb, Cd, Cr, Zn et Cu ont été estimées, après une digestion acide, par spectrophotométrie d'absorption moléculaire dans les organes (feuilles, tiges, racines) de six plantes médicinales couramment utilisées dans la ville de Douala, leurs substrats d'origine et les extraits issus des décoctions et infusions des feuilles de ces plantes.

Les enquêtes ethno-pharmacologiques ont permis de recenser 192 espèces de plantes médicinales appartenant à 139 genres et 55 familles. Ces plantes entrent dans la préparation de 403 recettes de traitements de 175 maladies humaines. Les maladies signalées ont été regroupées en 23 catégories. Les scores des Facteur de Consensus Informateur (FCI) les plus élevés ont été retrouvés dans les catégories des maladies infectieuses (0,86), des maladies endocrino-métaboliques (0,86), des troubles digestifs (0,83), des troubles respiratoires (0,81) et des maladies gynécologiques (0,80) pour les traitements respectifs du paludisme, du diabète, de la diarrhée, de la bronchite et des IST. Les espèces *Eremomastax speciosa*, *Justicia secunda*, *Annona muricata*, *Zingiber officinale*, *Kalanchoe coccinea*, *Vernonia amygdalina* et *Ageratum conyzoides* ont eu des indices de fidélité de 100 % dans le traitement de l'érythème fessier, l'anémie, le mal des nerfs, la toux, l'otite, le paludisme et les helminthiases, les maux de tête, respectivement. Les feuilles constituent la partie de la plante la plus utilisée (86,98 %) pour la préparation des remèdes. La décoction (82,81 %) est le principal mode de préparation tandis que la voie orale (97,40 %) représente le principal mode d'administration des traitements. Les principaux sites de collecte des plantes médicinales sont les alentours des maisons, les bordures des routes et les immondices.

Les inventaires floristiques ont permis de recenser 404 espèces appartenant à 207 genres et 66 familles. Parmi ces espèces, 75,25 % sont utilisées à des fins médicinales ; 61,14 % sont des espèces à large distribution ; 22,28 % sont des espèces de liaison et 15,59 % sont des espèces des zones de transition régionale. Les herbacées sont les plus abondantes avec 332 espèces (soit 82,18 % de la flore étudiée). Les Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Fabaceae-Papilionoideae, Amaranthaceae, Rubiaceae et Malvaceae sont les familles dominantes ; le genre *Cyperus* est le plus riche espèce et les espèces *Eleusine indica*, *Cleome ciliata*, *Phyllanthus amarus*, *Ageratum conyzoides* sont les plus abondantes. L'analyse de la flore inventoriée dans chacun des habitats a révélé que les immondices sont les milieux les plus riches en espèces (346) et les bordures des routes ont le moins d'espèces (305). Le calcul des indices de Shannon (5,32 bits), Pielou (0,89), Simpson (0,008 bits) et du coefficient de similitude de Sorensen (supérieur à 80 %) permettent de conclure que la végétation de la ville de Douala est riche, diversifiée, homogène et relativement stable.

L'évaluation des concentrations en Pb, Cd, Cr, Zn, et Cu dans les sols, les organes des plantes et les extraits issus des infusions et décoctions de leurs feuilles a révélé que tous ces métaux sont présents dans tous ces échantillons avec des valeurs très élevées dans la ville de Douala et faibles dans le site témoin (Yabassi). Les données ont été soumises à un test de comparaison par paires avec le test



de Turkey à 95 % étant donné que les résultats obtenus ne suivaient pas la loi normale. Les concentrations des éléments traces métalliques ont été mesurées en mg/kg. Au niveau des feuilles, les teneurs moyennes maximales obtenues sont de :  $22,70 \pm 0,06$  (*Cleome ciliata*) pour le Pb ;  $8,61 \pm 0,60$  (*Justicia secunda*) pour le Cd ;  $11,70 \pm 0,04$  (*Ageratum conyzoides*) pour le Cr ;  $9,10 \pm 0,05$  (*Eremomastax speciosa*) pour le Zn et  $66,46 \pm 0,035$  (*Cymbopogon citratus*) pour le Cu. Au niveau des tiges, ces teneurs sont de  $15,07 \pm 0,06$  (*Cleome ciliata*) pour le Pb ;  $7,10 \pm 0,04$  (*Justicia secunda*) pour le Cd ;  $6,08 \pm 0,04$  (*Ageratum conyzoides*) pour le Cr ;  $9,28 \pm 0,04$  (*Ageratum conyzoides*) pour le Zn et  $41,33 \pm 0,04$  (*Justicia secunda*) pour le Cu. Au niveau des racines, les teneurs moyennes maximales obtenues sont de  $40,00 \pm 0,05$  (*Cleome ciliata*) pour le Pb ;  $10,32 \pm 0,03$  (*Justicia secunda*) pour le Cd ;  $16,90 \pm 0,03$  (*Ageratum conyzoides*) pour le Cr ;  $14,97 \pm 0,04$  (*Ageratum conyzoides*) pour le Zn et  $71,19 \pm 0,02$  (*Justicia secunda*) pour le Cu. Dans l'ensemble, ces teneurs sont inégalement réparties dans les organes des plantes suivant cet ordre décroissant : racines > feuilles > tiges. L'Analyse en Composantes Principales de la distribution des teneurs en éléments traces métalliques dans les différents organes des plantes médicinales sélectionnées en fonction des habitats a révélé que les concentrations dans les sols et les organes des plantes récoltées près des bordures des routes et des immondices ont des teneurs très élevées comparées à celles collectées aux alentours des maisons. Ces teneurs obtenues dans les plantes de Douala sont plus ou moins supérieures aux différentes valeurs limites admissibles pour l'homme et prescrites par l'OMS dans le matériel brut des plantes médicinales. Seules les plantes récoltées aux alentours des maisons n'ont pas dépassées ces différentes valeurs limites.

Les valeurs des moyennes des éléments traces métalliques (ETM) contenues dans les extraits des feuilles brutes et les extraits des feuilles issus des infusions et décoctions des plantes étudiées sont respectivement de :  $12,46 \pm 5,36$ ,  $8,72 \pm 4,85$  et  $4,83 \pm 3,76$  pour le Pb ;  $6,83 \pm 0,94$ ,  $3,74 \pm 0,78$  et  $1,61 \pm 0,51$  pour le Cd ;  $4,46 \pm 4,36$ ,  $2,44 \pm 2,39$  et  $1,08 \pm 1,27$  pour le Cr ;  $6,02 \pm 2,06$ ,  $3,62 \pm 1,51$  et  $1,34 \pm 0,85$  pour le Zn ;  $38,29 \pm 16,57$ ,  $29,67 \pm 14,70$  et  $22,15 \pm 12,32$  pour le Cu. Ces valeurs classées ainsi qu'il suit : feuilles brutes > infusion > décoction, permettent d'affirmer que les procédés d'infusion et de décoction diminuent les différents ETM contenus dans les extraits des plantes. Cependant la décoction réduit encore plus une grande quantité.

En conclusion la majorité des plantes médicinales récoltées dans la ville de Douala sont impropres à toute consommation même après transformation (infusion, décoction). On exhorterait donc le public cible d'utiliser plus les tiges qui sont moins accumulatrices d'ETM ; de préférer le procédé de décoction qui élimine encore plus les ETM par rapport aux autres méthodes de préparations ; de se ravitailler en plantes médicinales dans les périphéries éloignées de Douala ou encore dans les zones rurales.

**Mots clés.** Diversité floristique, Douala, éléments trace métalliques, enquête ethno-pharmacologique, habitats, plantes médicinales.

# ABSTRACT

In Cameroon, over 820 plant species from different regions are exploited for medicinal purposes. Human activities in the Littoral region have an impact on the diversity, distribution and quality of these plants. The purpose of this study is to estimate the floristic diversity in different harvest sites of medicinal plants and determine the concentrations of trace metal elements of some plants frequently used in Douala.

Valorization of knowledge and knowhow about medicinal plants was done through semi-structured interviews of traditional healers and other resource persons. The floristic diversity in the different harvest sites of medicinal plants was assessed in Douala using the quadrat method in five different habitats. Leaf, stem and root samples of six most used medicinal plants in Douala were analyzed for Pb, Cd, Cr, Zn and Cu contents. Original substrates and the extracts obtained by decoction and infusion of their leaves were also estimated, following acid digestion, by molecular absorption spectrophotometry.

Ethnopharmacological survey led to the census of 192 medicinal plant species belonging to 139 genera and 55 families. These plants are used in the preparation of 403 treatment recipes to treat 403 human illnesses. The signaled illnesses were grouped into 23 categories. The highest consensus factor's score of informants was noted with the treatment of the infectious and endocrino-metabolic group of illnesses. The highest informant consensus factors scores were found in the infectious diseases (0.86), endocrino-metabolic diseases (0.86), digestive disorders (0.83), respiratory disorders (0.81) and gynecological diseases (0.80) for the respective treatments of malaria, diabetes, diarrhea, bronchitis and Sexually Transmitted Infections. The *Eremomastax speciosa*, *Justicia secunda*, *Annona muricata*, *Zingiber officinale*, *Kalanchoe coccinea*, *Vernonia amygdalina* and *Ageratum conyzoides* species had 100% fidelity indices in the treatment of nappy rash, anemia, nerve problems, cough, otitis, malaria and intestinal worms, headache, respectively. Leaves are the most used plant parts (86.98 %) and decoction is their principal method of preparation (82.81 %). The most used mode of administering the medicines was oral (97.40 %). Leaves are the most used part of plants (86.98%) for the preparation of remedies. The main collection sites for medicinal plants are the surroundings of houses, roadsides and refuse dumps.

The floristic inventories permitted to identify 404 species belonging to 207 genera and 66 families. Of these species, 75.25 % are used for medicinal purposes, 61.14 % are wide distribution species, 22.28 % are link species and 15.59 % are regional transition zone species. Herbs are the most abundant with 332 species (82.18 % of the flora studied). Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Fabaceae-Papilionoideae, Amaranthaceae, Rubiaceae and Malvaceae are the dominant families while *Cyperus* is the richest in terms of species. *Eleusine indica*, *Cleome ciliata*, *Phyllanthus amarus* and *Ageratum conyzoides* are the most abundant species. Analysis of the flora sampled from each habitat revealed that refuse dumps were the richest sites in terms of plant species (346) and roadsides had the least species (305). Calculation of Shannon (5.32 bits), Pielou (0.89), Simpson (0.008 bits) indices and Sorensen similarity coefficient (> 80%) led to the conclusion that the vegetation of Douala city is rich, diversified, homogenous and relatively stable.

The evaluation of Pb, Cd, Cr, Zn, and Cu in soil samples, in plant organs and in extracts obtained by decoction and infusion of their leaves revealed that all these metals are present at very high and varying concentrations in all the samples in Douala city and low in the control site (Yabassi). The data were subjected to a pairwise comparison test with Turkey's AOV 95% test as the results did not follow the normal distribution. The concentrations of metallic trace elements were measured in mg/kg. At

the level of leaves, the average maximum levels obtained are  $22.70 \pm 0.06$  (*Cleome ciliata*) for Pb,  $8.61 \pm 0.60$  (*Justicia secunda*) for Cd,  $11.70 \pm 0.04$  (*Ageratum conyzoides*) for Cr,  $9.10 \pm 0.05$  (*Eremomastax speciosa*) for Zn and  $66.46 \pm 0.035$  (*Cymbopogon citratus*) for Cu. For the stems, these levels are  $15.07 \pm 0.06$  (*Cleome ciliata*) for Pb,  $7.10 \pm 0.04$  (*Justicia secunda*) for Cd,  $6.08 \pm 0.04$  (*Ageratum conyzoides*) for Cr,  $9.28 \pm 0.04$  (*Ageratum conyzoides*) for Zn and  $41.33 \pm 0.04$  (*Justicia secunda*) for Cu. At the level of roots, the maximum average levels obtained are  $40.00 \pm 0.05$  (*Cleome ciliata*) for Pb,  $10.32 \pm 0.03$  (*Justicia secunda*) for Cd,  $16.90 \pm 0.03$  (*Ageratum conyzoides*) for Cr,  $14.97 \pm 0.04$  (*Ageratum conyzoides*) for Zn and  $71.19 \pm 0.02$  (*Justicia secunda*) for Cu. On the whole, these contents are unequally distributed in plant organs in the following decreasing order: roots > leaves > stems. PCA of the distribution of the concentrations of metallic trace elements in the different organs of the medicinal plants selected with respect to habitats showed that the concentrations in soils and plant organs harvested near roadsides and refuse dumps have very high levels compared to those collected around houses. Those contents obtained from plants in Douala are more or less higher than the admissible limits in raw materials of medicinal plants for humans prescribed by WHO. Only plants harvested from home surroundings did not surpass these limits.

The mean values of trace elements contained in the raw leaf extracts and leaf extracts from the infusions and decoctions of the plants studied are  $12.46 \pm 5.36$ ,  $8.72 \pm 4.85$  and  $4.83 \pm 3.76$  for Pb;  $6.83 \pm 0.94$ ,  $3.74 \pm 0.78$  and  $1.61 \pm 0.51$  for Cd;  $4.46 \pm 4.36$ ,  $2.44 \pm 2.39$  and  $1.08 \pm 1.27$  for Cr;  $6.02 \pm 2.06$ ,  $3.62 \pm 1.51$  and  $1.34 \pm 0.85$  for Zn;  $38.29 \pm 16.57$ ,  $29.67 \pm 14.70$  and  $22.15 \pm 12.32$  for Cu. These values classified as follows: raw leaves > infusion > decoction, allow to affirm that infusion and decoction procedures reduce the different metallic trace elements in these plant extracts. However, decoction reduces even greater quantities.

In conclusion, a majority of plants harvested in Douala are improper for consumption in any form, even after transformation (infusion, decoction). The public is therefore advised to henceforth use more stems that are less accumulators of heavy metals; to prefer the decoction process which eliminates even more ETM compared to other methods of preparations; collect medicinal plant samples from the peripheries far from Douala or from rural areas.

Key words: Floristic diversity, Douala, metallic trace elements, ethno-pharmacological investigation, habitats, medicinal plants.

# **CHAPITRE I. GENERALITES**

## I.1. Introduction

Depuis les temps anciens, les plantes sont utilisées comme source de médicaments et représentent l'usage le plus commun de la biodiversité par l'humanité (Hamilton, 2004). D'après les rapports de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), plus de 80 % de la population des pays en développement ont recours presque exclusivement à la médecine traditionnelle, dans la plupart du temps basée sur les plantes, pour leurs soins de santé primaire plutôt qu'à la médecine conventionnelle (Anonyme 1, 2010). Au Cameroun près de 820 espèces de plantes sont exploitées à des fins médicinales et proviennent pour la plupart de plusieurs régions (Nkongmeneck, 2007). Cela s'explique non seulement par le manque de moyens financiers de s'acheter des médicaments non traditionnels, mais aussi par le fait que dans certains cas, ce sont des populations qui ne disposent d'aucune infrastructure de santé (dispensaires ou pharmacies) à distance raisonnable (Anonyme 1, op cit). Un autre facteur s'ajoute, celui de la tradition, dont certains traitements s'entourent d'un aspect « magique » d'importance non négligeable (Anonyme 2, 2002).

Par ailleurs les plantes médicinales ont fourni à la pharmacie des médicaments très efficaces depuis 150 ans. Selon une estimation de l'OMS, elles représentent environ 70 % des matériaux de base des produits pharmaceutiques modernes. En effet, 50 % des petites molécules mises sur le marché pour le traitement des cancers, et les médicaments les plus efficaces pour soigner la grippe ou le paludisme, sont encore des extraits ou des dérivés des plantes (Kasperek & al-Janabi, 2008 ; Agyare et al., 2018). Environ 5 000 espèces de plantes médicinales sont commercialisées au marché international et près de 15 000 espèces sont inscrites sur la Liste Rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) (Anonyme 1, op cit).

Dans ce contexte d'expansion des marchés locaux, régionaux et mondiaux, la consommation accrue des plantes médicinales exerce une pression croissante sur cette ressource essentiellement prélevée dans les milieux naturels déjà décimées et vivant dans des habitats en régression (Anonyme 1, 2010). En effet, l'exploitation de presque toutes ces espèces se fait exclusivement à partir des populations naturelles qui sont ainsi soumises à une forte pression environnementale.

En général, ces plantes, sensibles aux conditions environnementales, accumulent les éléments polluants dans leurs différentes parties aériennes (*via* l'absorption racinaire, l'adsorption foliaire et le dépôt d'éléments spécifiques sur les feuilles) et l'intensité du processus d'absorption change en fonction de la composition de la plante (Olajire et al., 2003). L'absorption, l'accumulation et la concentration des éléments traces métalliques (ETM) dans la plante sont influencées par divers paramètres atmosphériques : la concentration et la biodisponibilité des ETM du sol ; la nature du sol (pH, matière organique, capacité d'échange cationique, conductivité électrique, etc.) ; les performances individuelles de la plante (degré de maturité, période de récolte) ; les conditions de la

préparation des plantes (décoctions, infusions, macérations) ; etc. (Nwoko & Mgbeahuruike, 2011). Les plantes médicinales sont facilement contaminées pendant la croissance, le développement et la transformation (préparation). En effet, après collecte, transformation et consommation des plantes médicinales, les ETM qui y sont confinés s'accumulent dans le corps humain par le biais de l'inhalation, l'ingestion et l'absorption par contact cutané et peuvent perturber les fonctions normales du système nerveux, le foie, les poumons, le cœur, les reins, le cerveau, et entraîner l'apparition des maladies telles que l'hypertension, les douleurs abdominales, les troubles neurologiques, les troubles rénaux, les éruptions cutanées, l'ostéoporose, les hépatites, les ulcères intestinal et/ou gastrique, les différents types de cancers, etc. (Ahmed & Ishiga, 2007).

Par conséquent l'étude de la distribution des ETM dans les plantes médicinales prend de plus en plus une grande ampleur, parce que cette accumulation d'ETM dans les organes du corps humain constitue un risque de santé pour les populations. Ce qui justifie la recommandation de l'OMS de vérifier la présence des ETM dans les plantes médicinales qui constituent les matières premières pour les produits finis. Cet Organisme a déjà réglementé les limites maximales admissibles des substances toxiques des ETM comme l'arsenic, le cadmium et le plomb respectivement à 1,0 ; 0,3 et 10 ppm (Anonyme 3, 2005).

Au Cameroun, la région du Littoral et plus particulièrement la ville de Douala, ville cosmopolite et capitale économique, est confrontée à quatre principaux problèmes :

- la pression démographique qui est sans cesse croissante avec en 2012, un taux d'accroissement de 7,38 % bien supérieur à la moyenne nationale de l'ordre de 3 %, et les estimations porteraient de nos jours la population de la ville à environ 3 309 558 habitants en 2015 (Anonyme 4, 2015). En corollaire à ce premier problème, la forte urbanisation accrue est parfois sans un plan d'occupation des espaces ;
- la forte densité d'industries. En effet, 85,6 % des industries du Cameroun sont localisées à Douala et 87 % des entreprises du secteur secondaire sont implantées dans la ville et relèvent des industries manufacturières (Anonyme 4, op cit.) ;
- le trafic routier dense (source principale de plomb), l'anthropisation et la pollution avancées de cette ville (Priso et *al.*, 2000) ;
- les activités agricoles associées à la poussée industrielle conduisent à la pollution de la nappe phréatique et à la réduction ou disparition de la biodiversité (Remon, 2006).

A ces problèmes s'y ajoute le faible pouvoir d'achat des populations en proie à la pauvreté et à la précarité, limitant ainsi leur accès aux soins de santé adéquats. Par conséquent, ces populations récoltent les plantes dans la nature, pour se soigner sans se préoccuper de leurs qualité et gestion durable. En effet, les tradithérapeutes et les populations récoltent parfois les plantes à usage

médicinale dans les milieux pollués (immondiçes, alentours des maisons d'habitations, abords des usines industrielles et routes, abords des cours d'eaux pollués et marécages, etc.). Par ailleurs ceux-ci, qui affirment entre autres que laver et bouillir les plantes avant consommation détruirait absolument tous les microbes contenus dans les plantes, en croyant apporter un soulagement à leurs maladies, créent plutôt d'autres maladies dans leurs organismes.

Les plantes médicinales constituent des ressources précieuses pour les populations africaines et la demande en médicaments traditionnels et autres produits de santé à base de plantes augmente, en particulier dans les sociétés urbaines en croissance rapide. Ces plantes constituent également des ressources inestimables pour l'industrie pharmaceutique (Anonyme 1, 2010). Malgré ces énormes potentialités et perspectives, l'approvisionnement en plantes médicinales accuse un grave déclin dû à la rupture de transmission des savoirs au sein des familles, à la déforestation, à la dégradation des écosystèmes, à l'extension de la pollution causée par de nombreuses activités anthropiques, etc.

Aujourd'hui, on note qu'il y a une nette régression de transmission des savoirs et savoir-faires associés aux plantes médicinales au sein des familles. Ceci est dû à l'exode rural, à la perte rapide d'habitats naturels, etc. En effet, la filière est confrontée depuis plusieurs années à une érosion de ces savoirs ancestraux alors que l'on constate une forte demande sociale pour une utilisation accrue de soins par les plantes (Wyk et al., 2002). Par ailleurs beaucoup de praticiens en médecine traditionnelle sont des hommes âgés et, comme dans de nombreux cas l'information n'a pas été enregistrée ou transmise. On risque de perdre à jamais cet héritage culturel et cette base pour la recherche future. Or il y a un retour vers le naturel qui peut présenter certains dangers compte tenu de l'absence de diffusion des savoirs.

Il y a une trentaine d'année déjà, De Rosny et al. (1987 ; 1994) ont initié un travail de recherche sur les plantes médicinales de la région du Littoral-Cameroun. Cette étude a permis de recenser près de 2500 formules médicales basées sur un peu plus de 400 plantes parmi lesquelles seules 180 ont déjà été formellement identifiées et confirmées par des botanistes. Il s'avère donc nécessaire de poursuivre le travail considérable déjà fait sur l'utilisation des plantes médicinales dans cette région, car un travail d'une telle ampleur et une telle importance ne saurait être abandonné.

Depuis des décennies, la végétation de la ville de Douala est soumise à de sévères attaques : déforestation, urbanisation accrue et anarchique, expansion de l'agriculture, ouvertures des routes, etc. (Letouzey, 1985). L'une des principales conséquences est la perturbation des écosystèmes avec notamment la destruction de la diversité végétale en ville et la dégradation des forêts aux environs (Anonyme 5, 2008). Il peut s'en suivre une raréfaction ou disparition des espèces utiles, mais aussi une prolifération des plantes issues de l'anthropisation (plantes rudérales) et d'espèces invasives (Priso, 2016). En effet la raréfaction ou disparition de certaines espèces contraint les utilisateurs des

organes des plantes médicinales soit à voyager hors de la ville pour récolter les plantes dont ils ont besoin, soit à chercher les plantes de substitution surplace. Cela amène aussi à craindre quant à l'avenir de la majorité de ces plantes qui subissent la pression de ces phénomènes dans leurs milieux naturels.

Cette ville souffre aussi d'une extension de la pollution due à une forte industrialisation (85,6 %), au trafic routier dense, à une anthropisation avancée, etc. (Anonyme 6, 2017). Par conséquent, la prévalence sans cesse croissante de cette pollution environnementale est source de nombreux éléments polluants (parmi lesquels on a les ETM) de diverses origines qui se déversent le long des routes, des fleuves, des marécages et arrosent toute sa végétation à travers le sol et les poussières (Remon, 2006). Il s'en suit la contamination de toute la nappe phréatique, la pollution étant diffuse. A priori, ces éléments polluants sont alors absorbés dans les chaînes alimentaires par le biais des plantes, *via* les sols, et sont susceptibles d'engendrer diverses pathologies (Kulhari et al., 2013). Davantage, l'étude de la distribution des ETM dans les plantes médicinales prend une grande envergure, pas parce que les plantes médicinales constituent une alternative, mais parce que l'accumulation des ETM dans celles-ci constitue un risque de santé pour les populations. En effet, ils sont à l'origine des maladies telles que les différents cancers, l'hypertension, les éruptions cutanées, l'ostéoporose, les atteintes du foie, des reins, des nerfs, etc. (Anonyme 7, 1996 ; Tripathy et al., 2015).

Douala, ville cosmopolite, est l'une des plus peuplée du Cameroun (environ 3 000 000 d'habitants) et se caractérise par un taux de chômage de sa population de 37,3 % (Anonyme 6, 2017). Près 37,5 % de la population y vit au-dessous du seuil de pauvreté (28 310 FCFA par équivalent adulte et par mois, soit 931 FCFA par jour) (Anonyme 4, 2015). Etant donné ce contexte de pauvreté accentuée et de précarité dans lequel vivent la plupart des Camerounais, les structures de santé se caractérisent par une insuffisance des ressources humaines et des équipements qui par ailleurs sont vétustes, des coûts de traitement et de médicaments de plus en plus élevés. Par conséquent, les populations ne peuvent accéder facilement aux soins de santé et ont plus souvent recours à la médecine traditionnelle ou à l'automédication qui ne sont pas sans conséquences sanitaires. Par ailleurs la prolifération des tradithérapeutes en quête de patients dans les centres urbains est un élément qui témoigne de cette situation. Les thérapeutes traditionnels se livrent souvent à des pratiques mercantilistes, voire frauduleuses, en promettant à leurs malades des services au-delà de leurs compétences. Ainsi, les matières premières qui entrent dans la fabrication de leurs recettes sont le plus souvent peu fiables à cause d'un environnement pollué de la ville et de ses périphéries.

Non maîtrisé, ce phénomène peut poser un problème de santé publique dans les villes africaines où la majorité des populations reste liée à la médecine traditionnelle à cause de son accès facile et de leurs cultures. Si de nombreux travaux ont été effectués partout dans le monde sur l'évaluation des teneurs en ETM dans les plantes médicinales importantes de leurs pays (Naithani &



Kakkar (2006) en Inde ; Khan *et al.* (2008) en Chine ; Uddin *et al.* (2014) au Bangladesh ; Ziarati (2013) en Iran ; Annan *et al.* (2013) au Ghana ; Deepalakshmi *et al.* (2014) en Inde ; Lion *et al.* (2016) en Afrique du Sud ; Nedelescu *et al.* (2017) en Roumanie ; Begaa & Messaoudi. (2018) en Algérie ; Ekere *et al.* (2018) au Nigeria ; etc.), les données sur l'évaluation des teneurs des ETM dans les plantes médicinales sont quasi inexistantes au Cameroun, et encore moins dans la ville de Douala. En général, les études portant sur les plantes médicinales sont réalisées partout au Cameroun et sont axées principalement sur les inventaires ethno-pharmacologiques et screenings phyto-chimiques (Oben *et al.*, 2006 ; Zapfack, 2006 ; Jiofack *et al.*, 2010 ; Dibong *et al.*, 2015 ; Tchuenguem *et al.*, 2017, etc.), or ces plantes sont le plus souvent récoltées sans distinction d'habitats. Or aujourd'hui, on assiste partout dans le monde à un regain d'intérêt des populations, des décideurs et des Organisations Internationales envers la médecine traditionnelle.

L'interrogation fondamentale de ce travail portant sur l'étude des plantes médicinales de la région de Douala est posée conformément à l'orientation suivante : le contexte socio-économique actuel de la ville de Douala (anthropisation et pollution avancée, faible pouvoir d'achat des populations, etc.) favorise-t-il la disponibilité des plantes de qualité au regard de l'engouement actuel pour la médecine traditionnelle?

Les hypothèses à vérifier au cours de cette étude sont les suivantes :

1. les activités humaines pratiquées dans la région du Littoral ont un impact sur la distribution et la diversité des plantes médicinales dans les différents sites de collecte déclarés par les tradithérapeutes et les populations ;
2. le potentiel de la diversité végétale de la région de Douala sont sous la menace constante de la croissance démographique grandissante, l'urbanisation anarchique, la pollution, la crise économique, et les activités anthropiques avec pour conséquence la rareté et la disparition de plusieurs espèces entrant dans les recettes de traitement à base de plantes ;
3. étant donné que Douala est une ville fortement polluée et anthropisée, les teneurs des ETM accumulés dans les différents organes des plantes sont très élevées et dépassent les seuils acceptables prescrits par l'OMS ;
4. les plantes à usage médicinal récoltées anarchiquement dans les milieux pollués (alentours des maisons d'habitations, abords routes, des tas immondiés, etc.) de la ville de Douala sont impropres à toute consommation même après transformation (infusion, décoction).

Ce travail a été initié dans le but d'estimer la diversité floristique dans différents habitats des plantes médicinales ; les concentrations en éléments traces métalliques de quelques espèces fréquemment utilisées dans la ville de Douala.

Pour atteindre cet objectif général, les objectifs spécifiques suivants ont été définis :

- réaliser une enquête ethno-pharmacologique auprès des tradithérapeutes et autres personnes ressources de la ville de Douala ;
- inventorier la flore des différents sites de récoltes des plantes médicinales déclarés par les tradithérapeutes et autres personnes ressources de la ville de Douala ;
- estimer les concentrations en Pb, Cd, Cr, Zn et Cu dans les organes (feuilles, tiges, racines) de quelques plantes fréquemment utilisées comme médicaments à Douala ainsi que dans leurs substrats d'origine ;
- évaluer les quantités des ETM transférées des extraits bruts des feuilles des plantes sélectionnées vers leurs extraits obtenus à partir des infusions et décoctions.

## **I.2. Revue de la littérature**

### **I.2.1. Plantes médicinales**

#### **I.2.1.1. Définition des concepts**

- Phytothérapie : c'est la « thérapie par le végétal », aujourd'hui on considère davantage la phytothérapie comme la « thérapie par les plantes » ou plus exactement la méthode thérapeutique utilisant les plantes médicinales dans le traitement des maladies (Sofowora, 1996).

- Ethno-pharmacologie : c'est la science qui étudie les relations entre l'homme et les plantes médicinales (Sanago, 2006). Fleurentin (2008) la définit comme étant l'étude scientifique interdisciplinaire de l'ensemble des matières d'origine végétale, animale ou minérale, et des savoirs ou des pratiques s'y rattachant, que les cultures vernaculaires mettent en œuvre pour modifier les états des organismes vivants, à des fins thérapeutiques, curatives, préventives, ou diagnostiques. Elle crée un lien direct entre les connaissances thérapeutiques recueillies sur le terrain et l'évaluation pharmacologique en laboratoire.

- Médecine traditionnelle : l'OMS définit la médecine traditionnelle comme étant « la somme totale de toutes les connaissances, compétences et pratiques reposant sur les théories, croyances et expériences propres à différentes cultures, qu'elles soient explicables ou non, et qui sont utilisées dans la préservation de la santé, ainsi que dans la prévention, le diagnostic, l'amélioration ou le traitement de maladies physiques ou mentales » (Anonyme 8, 2013). Elles varient largement en accord avec l'héritage social et culturel des différents pays et sont transmis de génération en génération, oralement ou par écrit. Dans certains pays, les appellations médecine parallèle/alternative/douce sont synonymes de médecine traditionnelle (Anonyme 8, op cit.).

- Pharmacopée traditionnelle : elle se définit comme le répertoire de l'ensemble des substances végétales, animales et minérales employées dans une communauté humaine pour diagnostiquer,

prévenir ou éliminer un déséquilibre du bien être psychologique, mental, social et spirituel (Béal, 2014). C'est l'ensemble des remèdes fondés exclusivement sur le long usage ancestral, autochtone et sur l'observation transmise de génération en génération, oralement ou par écrit. C'est aussi l'art de préparer des substances thérapeutiques par une approche empirique, c'est à dire sans démarche expérimentale (Sanago, op cit.).

- Tradithérapeute : encore appelé « tradipraticien de santé, thérapeute traditionnel ou guérisseur », c'est une personne qui en plus des plantes utilisent les parties des roches, d'animaux, et qui font des incantations et des rites dans les processus de guérison. Selon Sofowora (1996), c'est une personne reconnue par la communauté dans laquelle elle vit comme compétente pour procurer des soins de santé en utilisant des substances d'origine végétale, animale ou minérale ainsi que certaines autres méthodes.

- Herboriste : selon Sofowora (op cit.), c'est un guérisseur traditionnel spécialisé dans l'utilisation des plantes ou extraits de celles-ci, d'extraits d'animaux pour soigner diverses maladies, sans toutefois faire intervenir un rite ou sacrifice. On attend donc de lui une grande connaissance de l'efficacité, de la toxicité, du dosage et de la préparation des plantes médicinales. Pour Sanago (2006), l'herboriste est une personne ayant une connaissance approfondie des propriétés curatives des plantes et qui vit de la vente de celle-ci.

- Sage-femme : c'est une personne qui s'occupe des problèmes de la femme en médecine traditionnelle avec un accent sur la fécondité, les accouchements et maladies infantiles.

- Populations indigènes : ce sont les personnes qui habitent la zone d'étude et utilisent les plantes à des fins médicinales.

- Plantes médicinales : ce sont les plantes qui contiennent au niveau de leurs organes une ou plusieurs substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse des drogues utiles (Sofowora, op cit.). Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (Sanago, op cit.).

- Médicament : c'est toute substance ou composition possédant des propriétés préventives ou curatives à l'égard des maladies humaines ou animales (Béal, 2014). C'est une substance ou préparation administrée en vue de traiter ou prévenir une maladie ou de restaurer, corriger, modifier des fonctions organiques (Sanago, 2006).

- Médicament traditionnel : c'est un médicament issu d'un milieu naturel, à l'instar des plantes, des animaux ou de minéraux. Comme tout médicament, il est doté d'un but thérapeutique ou préventif reposant sur des preuves historiques ou ethnologiques, étayées par des ouvrages de référence traitant des médecines autres que celles reposant sur des normes scientifiques conventionnelles (Pousset, 2001).

- Médicament Traditionnel Amélioré (MTA) : un médicament issu de la pharmacopée traditionnelle locale, à limite de toxicité déterminée, à activité pharmacologique confirmée par la recherche scientifique, à dosage quantifié et à qualité contrôlée sur le marché (Pousset, op cit.).

- Médicaments à base de plante : ce sont des produits thérapeutiques finis, conditionnés à l'état brut ou sous forme de préparations, et étiquetés. Ils contiennent exclusivement le principe actif d'une seule plante (parties aériennes et/ou souterraines) ou d'une association de plantes et d'autres produits végétaux (sucs, gommés, huiles grasses, huiles essentielles, etc.) (Anonyme 9, 1978).

### **I.2.1.2. Aperçu historique**

Le monde végétal a depuis toujours occupé une place importante, voire primordiale dans la vie des Hommes. En effet dès son origine, l'Homme a cherché à réduire ses souffrances, à calmer ses maux, à panser ses plaies, etc., par les produits immédiatement à sa portée, les produits fournis par la nature (Kong et al., 2003). L'Homme utilise donc les plantes pour satisfaire ses besoins alimentaires et ses soins de santé.

En occident le développement de la médecine a été certainement influencé par les écrits des philosophes grecs en particulier Hippocrate et Aristote, et les travaux de Dioscorides qui a compilé les informations de plus de 600 espèces de plantes médicinales dans son livre intitulé « *De Materia Medica* ». Ce livre qui a été rédigé au premier siècle de notre ère est resté la référence standard pour plusieurs européens pendant plus de 1500 ans (Kong et al., op cit.). Les monastères ont joué aussi un grand rôle dans la préservation des informations sur les remèdes à base des plantes dans les pays tels que l'Angleterre, l'Irlande et l'Allemagne (Kinghorn & Balandrin, 1993).

Aux Etats-Unis d'Amérique, la tradition des plantes apportée par les colons européens est fusionnée à celles des natifs d'Amérique jusqu'au début des années 1900 où l'expansion de l'industrie pharmaceutique couplée à la croissance des connaissances en chimie analytique ont avancé au détriment des pratiques de la médecine traditionnelle dans les pays développés (Kinghorn & Balandrin, op cit.).

En Afrique, on ne connaît pas d'origine propre à la médecine traditionnelle, mais au Nigéria, selon la légende Yoruba, le premier homme à pratiquer la médecine traditionnelle est Orunmila qui reçut sa connaissance de Dieu (Sofowora, 1996). Réservoir de connaissances, de philosophie et de cosmogonie, la médecine traditionnelle est encore substantiellement inexploitée en Afrique. Elle offre non seulement des possibilités de traitement efficace et accessible pour les pathologies qui prévalent dans les communautés, mais constitue aussi un héritage culturel national. De ce fait, les connaissances étaient transmises de génération en génération de façon orale (Sofowora, 1993). Le système de médecine traditionnelle en Afrique a été mal orienté par la religion étrangère surtout durant la période

coloniale et subséquemment, par le système de médecine conventionnelle (Okigbo & Mmeka, 2006). Malgré la répression de la colonisation et l'attitude négative des praticiens orthodoxes, les tradipraticiens et les herboristes africains ont continué à administrer les médicaments traditionnels (Sofowora, 1993 ; Elujoba et *al.*, 2005). Les vertus thérapeutiques de nombreuses plantes médicinales africaines telles que : *Acacia senegal*, *Aloe ferax*, *Aloe vera*, *Aspalthus linearis*, *Catha edulis*, *Commiphora myrrha*, *Harpagophytum procumbens*, *Hypaxis hamerocallidea* et *Catharanthus roseus* ont été confirmées par des études ethnobotaniques collaboratives et les évaluations expérimentales subséquentes (Elujoba et *al.*, op cit. ; Wyk et *al.*, 1997). Avant le XIX<sup>e</sup> siècle, les plantes médicinales étaient administrées sous leurs formes brutes (décoctions, infusions, teintures, pommades, sirops et bains). A partir de la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, les scientifiques ont commencé à isoler, purifier et identifier les principes bioactifs des plantes médicinales. Ces efforts ont aidé à la découverte des plantes médicinales très importantes qui sont encore très largement utilisées dans la médecine moderne aujourd'hui (Kong et *al.*, 2003 ; Gupta et *al.*, 2005).

Dans la région du Littoral du Cameroun, l'un des repères de la naissance de la médecine traditionnelle réside au sein du groupe dénommé « Male ma makom » qui signifie littéralement « Alliance des amis ». Il s'agit d'une association depuis longtemps défunte (1928-1939) ayant regroupé des pasteurs, évangélistes de diverses origines : Douala, Bakoko, Abo, Malimba et Bassa. Tous parlaient et écrivaient en langue *duala*. Ces pasteurs, désireux de partager les connaissances acquises de la pharmacopée traditionnelle, décidèrent de se regrouper en association et écrire les livres intitulés « les cahiers du Male Ma Makom : pharmacopée traditionnelle Douala ». Ces livres sortis en tome 1 en 1987 et tome 2 en 1994 rassemblent les formules médicales que contiennent les cahiers d'origine différentes. Ces deux livres ont permis de recenser près de 2500 formules médicales basées sur un peu plus de 400 plantes (De Rosny et *al.*, 1987 ; 1994).

### **I.2.1.3. Raisons de l'émergence de la médecine traditionnelle**

Le recours fréquent à la médecine traditionnelle peut être lié à l'enclavement des zones rurales, à l'inexistence ou l'état rudimentaire des infrastructures sanitaires, le faible revenu financier des populations, mais aussi à une demande véritable aussi bien dans les pays en développement que dans les pays industrialisés où plus de la moitié environ de la population utilise également d'autres formes de médecines que la médecine moderne (Chikezie & Ojiako, 2015). Les raisons de cette demande sont multiples :

- l'accessibilité et la proximité : dans de nombreux pays en développement, les tradithérapeutes sont plus nombreux que les médecins. Dans certaines zones, on compte un tradipraticien pour 200 habitants contre un seul médecin pour 50 000 habitants. Dans d'autres parties du monde, cet écart peut être

moins important mais demeure néanmoins significatif. La facilité d'accès aux préparations à base de plantes dans les régions rurales joue aussi un rôle dans le choix de ce type de traitement pour de nombreuses maladies (Anonyme 10, 2000) ;

- le caractère abordable : dans beaucoup de pays en développement, la médecine traditionnelle est la seule forme de soins abordable pour les populations les plus pauvres, en raison de la difficulté d'accès à la médecine moderne, qui est surtout d'ordre économique et géographique. L'OMS, dans son rapport sur la santé dans le monde souligne qu'au Ghana et au Kenya, le coût d'un traitement antipaludique moderne est aussi élevé que le total moyen des dépenses de santé d'un individu pour une année entière (Anonyme 10, op cit.) ;

- la familiarité et la reconnaissance culturelle : les praticiens de la médecine traditionnelle vivent dans le même contexte culturel que leurs patients et partagent avec eux la même conception générale de l'organisme humain dans ses rapports avec l'environnement élargi et la même conception de la santé et de la maladie. Ils parlent donc « le même langage » que les populations et font appel aux mêmes référentiels sur la santé (Chikezie & Ojiako, op cit.). En particulier dans les pays africains, ils remplissent aussi d'autres fonctions en tant que soignants, conseillers familiaux, thérapeutes locaux, et même des fonctions communautaires plus larges comme celles de prêtres, spécialistes des rituels, devins, et même dirigeants de la communauté. Ce savoir partagé explique le désir des populations locales de consulter des praticiens traditionnels et joue aussi un rôle dans l'acceptation du diagnostic et du traitement par les patients, et dans la confiance qu'ils accordent au praticien traitant (Anonyme 10, op cit.) ;

- l'efficacité dans le traitement de troubles particuliers : dans de nombreux pays, la médecine traditionnelle est le traitement préféré pour les maladies d'origine mystique, les troubles mentaux liés aux problèmes psycho-sociaux. Il semble aussi que les médecines traditionnelles chinoise et indienne obtiennent des résultats positifs durables dans le traitement de certains états chroniques comme les rhumatismes, les troubles du métabolisme, les anomalies neurologiques et les troubles du comportement (Chikezie & Ojiako, op cit.). Certains exemples encourageants d'Inde, d'Afrique ou d'Amérique latine, montrent aussi que la médecine traditionnelle est parfois utilisée avec succès pour prévenir les maladies tels que les douleurs abdominales, la diarrhée, l'ictère et le paludisme par l'absorption de médicaments préventifs à base de plantes (Anonyme 10, op cit.) ;

Ainsi les intérêts portés à cette discipline ont plusieurs origines (Dos Santos & Fleurentin, 1991) :

- la pertinence des indications thérapeutiques des remèdes traditionnels révélées par les guérisseurs qui encourage des recherches dans ce domaine. Il en ressort un intérêt

technologique axé sur l'élaboration de nouveaux médicaments pour l'industrie pharmaceutique ;

- la contribution des tradithérapeutes à la découverte de nouvelles substances naturelles ayant un intérêt thérapeutique dans un milieu naturel, sachant qu'il existe des milliers d'espèces, dont chacune peut produire plusieurs dizaines, voire centaines de molécules différentes. Connaissant combien de telles recherches sont coûteuses, il en découle un intérêt économique ;
- l'accessibilité des populations des pays en voie de développement aux soins de santé « modernes » étant difficile, il est question de rendre accessible des médicaments à base de plantes, peu coûteux et issus des ressources locales fiables (intérêt thérapeutique) ;
- enfin, le contexte culturel qui dénote un retour aux sources avec une médecine plus naturelle, ayant moins d'effets indésirables.

#### **I.2.1.4. Quelques opérations de la médecine traditionnelle**

La médecine traditionnelle en Afrique a tout sur place. Ce qui lui fait défaut, ce sont les laboratoires de recherches bien outillés et des spécialistes animés d'un solide esprit de découverte. Le patrimoine naturel est encore assez dense et les plantes médicinales, on ne les cherche pas, il y en a partout, il suffit de tendre la main pour les cueillir (Traoré, 1983). Les différents usages des plantes et formes sur lesquels se présentent les divers médicaments imposent une variabilité dans les modes de préparation et même d'administration.

##### **I.2.1.4.1. Usages des plantes**

Les usages des plantes sont groupés en six catégories qui sont :

- la catégorie « sans usage ou indéterminé » qui comprend toutes les plantes qui ne sont pas utilisées par les populations locales ;
- la catégorie « aliments » qui comprend toutes les plantes qui peuvent être consommées par l'homme, qu'ils s'agissent des épices, légumes, tubercules, fruits, etc. ;
- la catégorie « médicaments ou plantes médicinales » qui inclut toutes les plantes qui permettent de soigner les maux divers ;
- la catégorie « bois d'œuvre » qui englobe les plantes dont l'intégralité ou une partie intervient dans la mise sur pied des constructions temporaires ou permanentes ;
- la catégorie « ornementales » qui regroupe les plantes utilisées à des fins ornementales aux alentours des maisons et des routes ;
- la catégorie « magico-religieux » qui comprend les plantes dont tout ou une partie est utilisée comme accessoires lors des rituels.

#### **I.2.1.4.2. Principales méthodes de préparation des remèdes traditionnels**

La préparation des remèdes traditionnels peut se présenter sous forme de solution, de poudre, de pommade, etc.

##### **I.2.1.4.2.1. Solutions**

Les différents modes de préparation des remèdes traditionnels sous forme de solution sont les suivantes : la décoction, l'infusion, la macération, la trituration, la teinture.

La décoction consiste à placer la matière végétale dans de l'eau froide, l'amener à l'ébullition, la maintenir à ébullition à feu doux pendant environ 10 mn ou plus (jusqu'à une heure), puis la mettre en repos pendant 15 mn encore. D'habitude l'extrait aqueux est décanté ou filtré et le produit obtenu est appelé « décocté » (Sofowora, 1996). La décoction permet une extraction complète des principes actifs. Cependant elle ne s'applique pas à toutes les plantes, car la chaleur peut modifier les principes actifs pour certaines d'entre elles. Il est donc préférable d'utiliser la décoction pour les racines, écorces ou même les graines qui sont des drogues très compactes qui cèdent difficilement leurs principes actifs (Benkhniq et *al.*, 2014).

L'infusion est une technique qui consiste à verser de l'eau bouillante sur une quantité spécifique de matière végétale (feuilles surtout), à laisser reposer la mixture pendant quelques temps (05 à 20 mn), puis filtrer et boire à chaud cette infusion obtenue selon la dose prescrite (Aiache et *al.*, 2001). Cette méthode permet d'extraire les principes actifs des plantes ainsi que leurs arômes (Bensalah, 2014). Le produit obtenu est appelé « infusé ».

La macération est un procédé qui consiste à laisser reposer la matière végétale dans un liquide d'extraction (eau froide, vin, alcool, huile, vinaigre ou miel) durant le temps nécessaire qu'il puisse dégager les agents actifs présents dans la plante. Le temps de macération est fonction de chaque plante. Le liquide recueilli et filtré peut être réchauffé, puis consommé après une baisse considérable de la température. Ce mode de préparation est surtout indiqué pour les plantes qui ne supportent pas d'être chauffées. Le produit obtenu est appelé « macéra » (Bensalah, op cit.).

La trituration est une opération qui consiste à broyer l'ingrédient médicamenteux à l'aide soit d'un pilon et un mortier, soit à la pierre à écraser ou alors entre les paumes de mains. Le produit obtenu est appelé « trituré » (Sofowora, 1996).

La teinture s'obtient par macération d'une plante ou partie de la plante considérée entièrement immergée dans un mélange d'eau et d'alcool. Celui-ci va extraire les principes actifs de la plante et les conserver. Elle peut se garder jusqu'à deux ans et se réalise toujours avec une seule plante.



#### **I.2.1.4.2.2. Poudres**

La pulvérisation est le mode principal de préparation des poudres. Les organes végétaux sont préalablement séchés au soleil ou à l'ombre, calcinés ou torréfiés. Le pilât est ensuite raclé ou écrasé dans un mortier ou la pierre à écraser, puis tamisé. La poudre obtenue est alors utilisée sous forme de pommade et dans les scarifications.

#### **I.2.1.4.2.3. Pommade**

Le mélange entre la poudre et un corps gras constitue une pommade. En général on utilise l'huile de palme ou l'huile de palmiste comme corps gras. Ce sont des préparations semi-solides destinées à être appliquées sur la peau ou sur certaines muqueuses afin d'exercer une action locale ou transdermique, émolliente ou protectrice (Ngono et *al.*, 2011).

#### **I.2.1.4.2.4. Cataplasme**

Le cataplasme est le procédé qui consiste à mélanger la partie de la plante préalablement écrasée dans un liquide jusqu'à obtention d'une consistance molle qu'on applique sur la partie malade (peau surtout) (Pousset, 2001).

#### **I.2.1.4.3. Modes d'administration des remèdes traditionnels**

En médecine traditionnelle, la posologie d'administration des remèdes dépend de la maladie, de sa durée et de l'âge du malade. Généralement la durée du traitement est indéterminée et certains médicaments sont administrés jusqu'à la guérison. Les préparations obtenues sont ingurgitées avec différentes voies suivant l'espèce végétale utilisée, la maladie mise en cause ainsi que le type d'usage.

##### **I.2.1.4.3.1. Usages internes**

Les différents usages internes comprennent :

- la voie nasale qui consiste à administrer un médicament liquide dans les narines ;
- la voie orale qui est l'administration du médicament par la bouche ;
- la voie rectale qui est l'introduction du médicament par le rectum. Ce dernier usage se fait à travers la purge (solution médicamenteuse) ou alors le suppositoire (pâte médicamenteuse) ;
- la voie vaginale qui est l'administration d'un médicament par le vagin ;
- le gargarisme qui consiste à se rincer la bouche et la gorge avec le médicament (Adjanohoun et *al.*, 1996).

#### **I.2.1.4.3.2. Usages internes**

Les différents usages externes comprennent :

- le bain de vapeur qui consiste à se placer au-dessus des vapeurs produites par une préparation médicamenteuse ;
- le bain de siège qui consiste à s'asseoir dans un récipient contenant une préparation médicamenteuse ;
- l'instillation nasale, auriculaire, ou oculaire qui consiste à verser en gouttes le médicament prescrit respectivement dans le nez, l'oreille ou dans l'œil ;
- le cataplasme qui consiste généralement à étaler en couche épaisse la pâte médicamenteuse sur la peau affectée ;
- le massage qui consiste à appliquer le médicament sur les parties du corps affectées.

La posologie en médecine traditionnelle est l'une des limites de ce domaine car elle demeure imprécise. Dans la plupart des cas, il est conseillé de prendre les médicaments dans un verre dont la capacité est rarement précisée car plusieurs verres peuvent avoir des capacités différentes. Pour résoudre ce problème, la collaboration entre les tradithérapeutes et les experts est nécessaire, voire primordiale pour le développement de ce concept (Adjanooun et *al.*, 1988).

#### **I.2.1.5. Quelques notions de principes actifs et métabolites contenus dans les plantes**

L'analyse qualitative des constituants chimiques de la plante (phytochimie) distingue deux types de métabolites présents dans les plantes : les métabolites primaires et secondaires. Ces molécules constituent la base des principes actifs que l'on trouve chez les plantes.

##### **I.2.1.5.1. Définitions**

Le terme de principe actif désigne toute substance possédant des propriétés thérapeutiques, curatives ou préventives pour l'Homme ou l'Animal. Il provient généralement des plantes fraîches ou séchées et comme parties utilisées on peut citer : les racines, les écorces, les feuilles, les fleurs, les fruits et les graines (Benghanou, 2012). Selon Pelt (1980), le principe actif est une molécule contenue dans une drogue végétale ou dans une préparation à base de drogue végétale et utilisée pour la fabrication des médicaments. Ces substances chimiques se trouvant dans la plante médicinale agissent de façon isolée ou en association pour une action thérapeutique. Une plante médicinale peut contenir des centaines, voire des milliers de principes actifs différents. La concentration en principes actifs d'une plante varie en fonction de son âge, de la saison, du climat et de l'environnement en général (sécheresse, pollution, etc.). C'est pourquoi il est important de bien connaître le meilleur moment de l'année, et même du jour (matin, journée, soir, nuit) pour récolter la plante (Kasolo et *al.*, 2010).

Les métabolites secondaires sont considérés comme des substances indirectement essentielles à la vie des plantes. Leur finalité serait la formation des molécules (par les végétaux caractéristiques de certains taxons) dont le rôle sur les fonctions de base régissant la croissance et le développement de la plante est insignifiant. Le métabolisme secondaire s'oppose ainsi au métabolisme primaire qui désigne un métabolisme à la fois universel et participant aux fonctions cellulaires (photosynthèse, respiration, croissance et développement) de la plante. Des molécules formées à l'issue du métabolisme primaire, dérivent diverses réactions biochimiques aboutissant à la formation des métabolites secondaires (Sarni-Manchado & Cheyner, 2006).

L'étude et la connaissance de ces métabolites secondaires trouvent des applications évidemment dans les domaines de l'agroalimentaire (arômes, parfums, toxines, composés anti-nutritionnels) ; de l'horticulture (pigments floraux) ; de la foresterie (problèmes de qualité du bois) ; de l'écologie (résistances aux bio-agresseurs) et médical (production des médicaments chimiques, la molécule étant utilisée par un chimiste avec ou sans modification) (Wichtl & Anton, 2009).

#### **I.2.1.5.2. Grands groupes de métabolites secondaires**

Les classifications des métabolites secondaires sont généralement basées sur la nature biochimique des molécules ou leurs origines biosynthétiques. On distingue ainsi trois grandes catégories de métabolites secondaires chez les végétaux : les composés azotés parmi lesquels les alcaloïdes, les composés phénoliques, les composés terpéniques et stéroïdes.

##### **I.2.1.5.2.1. Alcaloïdes**

Les alcaloïdes sont des substances azotées, d'origine végétale pour la plupart, de caractère alcalin, de structure complexe (noyau hétérocyclique) (Wichtl & Anton, op cit.). La plupart des alcaloïdes sont solubles dans l'eau et l'alcool et ont un goût amer et certains sont fortement toxiques. D'autres sont utilisés comme des drogues (cocaïne), des anti-cancéreux (vincristine et taxol), des stimulants (caféine), des poisons (strychnine), des antipaludéens (quinine), des anti-typhoïdes et comme moyen de défense contre les infections microbiennes (nicotine, caféine, morphine, lupinine) (Hopkins, 2003).

##### **I.2.1.5.2.2. Composés phénoliques**

Les polyphénols, encore appelés composés aromatiques ou composés phénoliques, regroupent les composés non azotés comprenant au moins un noyau aromatique à six carbone, le plus souvent solubles dans l'eau et présents sous forme de glyco-conjugués. Ils forment une grande classe de produits chimiques qu'on trouve dans les plantes au niveau des tissus superficiels. Ils comprennent de

petits composés biologiquement actifs comme l'acide salicylique et certaines isoflavones, les composés présents dans certaines huiles essentielles, les composés anti-nutritionnels comme les tanins et la lignine. Ces molécules ont un rôle principal à la vie de la plante, à savoir la défense contre les pathogènes : les moisissures et les bactéries phyto-pathogènes et la protection contre les rayonnements ultra-violets. Ces substances sont connues pour leurs propriétés antiseptiques et anti-inflammatoires. Les polyphénols sont subdivisés en quatre sous-classes principales : les acides phénoliques, les flavonoïdes, les lignines et les tanins (Sarni-Manchado & Cheynier, 2006).

#### **I.2.1.5.2.2.1. Acides phénoliques**

Les phénols ou les acides phénoliques sont des petites molécules constituées d'un noyau benzénique et au moins d'un groupe hydroxyle. Ces molécules sont solubles dans les solvants polaires, leur biosynthèse dérive de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique et elles peuvent être estérifiées, étherifiées et liées à des sucres sous forme d'hétérosides (Wichtl & Anton, 2009). Ce groupe de composés est souvent utilisé dans des domaines alimentaires et cosmétiques. On retrouve notamment l'éthyl-cinnamate dans le parfum de la cannelle, l'eugénoï du clou de girofle. Les phénols possèdent des activités anti-inflammatoires, antiseptiques et analgésiques (médicament d'aspirine dérivée de l'acide salicylique) (Iserin et *al.*, 2001).

#### **I.2.1.5.2.2.2. Flavonoïdes**

Les flavonoïdes qui sont des dérivés phényl-propanoïdes solubles dans l'eau, souvent incolores ou jaunes, constituent en eux mêmes une famille de composés extrêmement vaste, jouant des rôles physiologiques importants (interactions légumineuses/*Rhizobium*, filtres ultra-violets, etc.). Ils sont classés parmi les agents responsables des couleurs des plantes, à côté des chlorophylles et des caroténoïdes. Ils ont des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, protectrices du foie et antivirales. Ils sont aussi exploités de plusieurs manières dans l'industrie cosmétique et alimentaire (jus de citron), dans l'industrie pharmaceutique (les fleurs de trèfle rouge traitent les rhumes et la grippe en réduisant les sécrétions nasales) (Wichtl & Anton, *op cit.*). Dans ce groupe on retrouve, suivant leurs structures biochimiques, les isoflavones et les anthocyanes (très utilisés comme colorants alimentaires et présentant des propriétés antioxydantes) (Hopkins, 2003).

#### **I.2.1.5.2.2.3. Tanins**

Les tanins sont des substances présentes à faible ou à forte proportion dans les végétaux, en particulier dans l'écorce de certains arbres. Ils sont responsables du goût amer de certaines plantes. Leurs principaux bienfaits pour l'organisme sont la réparation des tissus endommagés par un eczéma

ou une brûlure, le renouvellement des cellules cutanées et le drainage des sécrétions excessives dans l'organisme, la facilitation du transit intestinal (Iserin et *al.*, op cit.). On leur reconnaît aussi des propriétés antiseptiques ainsi qu'un effet positif dans la prévention des maladies cardiovasculaires (Bruneton, 1999). On distingue suivant leurs structures biochimiques deux grands groupes de tanins : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (Hopkins, op cit.).

#### **I.2.1.5.2.2.4. Lignines**

Les lignines sont des composés qui s'accumulent au niveau des parois cellulaires (tissus du sclérenchyme ou le noyau des fruits) et de la sève brute. Ils sont le résultat d'association de trois unités phénoliques de base dénommées monolignols de caractère hydrophobe (Sarni-Manchado & Cheyrier, 2006). En général ils sont riches en fibres et par conséquent facilitent le transit digestif.

#### **I.2.1.5.2.3. Terpénoïdes et stéroïdes**

Les composés terpéniques comprennent les molécules plus complexes qui correspondent à des condensations de molécules provenant des alcaloïdes, des flavonoïdes et des phénols. Leur grande diversité est due au nombre de bases qui constituent la chaîne principale de la formule  $(C_5H_8)_n$ . Selon la variation du nombre  $n$ , on distingue les composés monoterpènes ( $C_{10}$ ), sesquiterpènes ( $C_{15}$ ), diterpènes ( $C_{20}$ ), triterpènes ( $C_{30}$ ), tétraterpènes ( $C_{40}$ ), etc. (Wicht & Anton, op cit.). En général ces composés, assez largement représentés chez les végétaux, sont souvent volatils, aromatiques (sens olfactif) et biologiquement actifs (bactéricides, antibiotiques, anti-inflammatoires). Ces molécules se présentent sous forme d'huiles essentielles, de pigments (carotène), d'hormones (acide abscissique), de stérols (cholestérol), etc. (Hopkins, 2003).

Les tetraterpénoïdes sont une famille de terpènes à 40 carbone qui compte en particulier les caroténoïdes dont un pigment photosynthétique majeur (le bêta-carotène), mais également des pigments aux propriétés antioxydantes comme le lycopène de la tomate.

Les stéroïdes sont des triterpènes tétracycliques, possédant moins de 30 atomes de carbone, synthétisés à partir d'un triterpène acyclique (Hopkins, op cit.).

On retrouve aussi les saponosides et les huiles essentielles dans ce groupe de terpénoïdes. (Hopkins, op cit.).

### **I.2.1.6. Médecine traditionnelle au Cameroun**

#### **I.2.1.6.1. Cadre politique**

Le cadre politique des plantes médicinales au Cameroun regroupe les composantes suivantes : les acteurs de la filière, les politiques, les lois et les conventions.

### **I.2.1.6.1.1. Acteurs de la filière**

Les acteurs sont nombreux et diversifiés. On dénombre les acteurs étatiques, les acteurs non étatiques, les exploitants et les commerçants, les initiatives spécifiques et la coopération internationale.

#### **I.2.1.6.1.1.1. Acteurs étatiques**

Il s'agit des institutions suivantes :

- l'Assemblée Nationale ;
- le Ministère de la Justice, pour les aspects liés à la répression ;
- le Ministère de la Santé Publique (MINSANTE) qui élabore et met en œuvre la politique nationale de la médecine traditionnelle, actuellement définie par le Plan Stratégique National de Développement et d'Intégration de la Médecine Traditionnelle qui a été validée en 2005 (Direction de la Médecine Traditionnelle) ;
- le Ministère des Forêts et de la Faune (MINFOF) qui définit et met en œuvre la politique nationale de gestion et d'utilisation des ressources (Sous-direction de la Promotion et de la Transformation des Produits Forestiers Non Ligneux) ;
- l'Institut de Recherches Médicales et d'Etude des Plantes Médicinales (IMPM) créé en 1979 qui définit et met en œuvre les priorités en matière de recherche scientifique et technologique sur les plantes médicinales ;
- le Ministère de l'Industrie, des Mines et du Développement Technologique (MINMIDT) qui définit et met en œuvre la politique de promotion et de protection des inventions ;
- le Ministère de l'Enseignement Supérieur (MINESUP) dans sa triple mission d'enseignement, de recherche et d'appui au développement avec des formations orientées vers les plantes médicinales (création des laboratoires de Biologie, de Biochimie, des Départements de Pharmacopée et de Médecine Traditionnelle dans les Facultés de Médecine) ;
- le Ministère des Finances (MINFI), principalement à travers la Direction des Impôts avec la création du Programme de Sécurisation des Recettes Forestières (PSRF) et la Direction des Douanes.

#### **I.2.1.6.1.1.2. Autres institutions importantes impliquées dans la gestion de la filière des Produits Forestiers Non Ligneux**

Diverses Organisations Non Gouvernementales (ONG) interviennent dans le domaine de la recherche sur les plantes médicinales, leur gestion durable et dans l'encadrement des tradithérapeutes (CEN, etc.). On distingue deux grands regroupements des tradithérapeutes au Cameroun :

- l'Organisation pour la Promotion de la Médecine Traditionnelle (PROMETRA) en zone anglophone ;
- le Regroupement des Présidents des Associations des Tradithérapeutes du Cameroun (RPATSC) dans la partie francophone.

Il existe aussi une Association pour la Formation des Tradithérapeutes (ASNAFOT). Au niveau des cliniques traditionnelles, on retrouve des promoteurs nationaux et des promoteurs étrangers avec l'avènement de la médecine chinoise.

#### **I.2.1.6.1.1.3. Initiatives spécifiques et coopération internationale**

Les initiatives spécifiques et la coopération internationale regroupent :

- le Ministère de l'Economie, de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (MINEPAT) à travers le Programme National de Développement Participatif (PNDP) qui appuie le renforcement de la prise de conscience et des capacités des communautés en vue d'une gestion durable et participative des ressources forestières, notamment les plantes médicinales. Ce programme a bénéficié de l'appui de ses partenaires bilatéraux ;
- des Organismes de coopération internationale tels que l'OMS, l'UICN, la FAO, etc.

#### **I.2.1.6.1.2. Politiques, lois et conventions**

Sur le plan international, la Déclaration de Rio, l'Agenda 21, la CITES, la Convention sur la Diversité Biologique insistent sur l'importance pour les gouvernements de respecter, préserver et maintenir les ressources, les connaissances, les innovations et les pratiques autochtones et locales. Ces textes ont pour rôle d'encourager le droit des collectivités traditionnelles de bénéficier des avantages économiques et sociaux découlant de l'utilisation de ces ressources.

Sur le plan national, des textes, lois et arrêtés définissent et réglementent la filière plantes médicinales :

- la loi 94/01 du 20 janvier 1994 portant régime des forêts ;
- le décret N° 95/531/PM du 23 août 1995 fixant les modalités d'applications du régime des forêts ;
- la loi N° 2003/003 du 19 avril 2002 portant code général des impôts ;
- la loi 2005/008 du 29 décembre 2005 portant Loi des Finances de la République du Cameroun pour l'Exercice 2006 ;
- le décret N° 2006/0129/PM du 27 janvier 2006 modifiant et complétant certaines dispositions du décret N° 95/531/PM de 23 août 1995 fixant les modalités d'application du régime des forêts ;
- le Plan Stratégique de Développement de la Médecine Traditionnelle ;
- le Plan d'Action Forestier National ;

- le Plan National de Gestion de l'environnement ;
- Le projet portant Code de Déontologie des Tradithérapeutes ainsi que la création d'un comité consultatif national pour la médecine traditionnelle au Cameroun.

#### **I.2.1.6.2. Etat actuel de la filière plantes médicinales au Cameroun**

Au Cameroun l'utilisation de la pharmacopée traditionnelle est une très vieille pratique avant l'introduction des médicaments plus ou moins améliorés dans la société moderne. Comme beaucoup d'autres pays africains, ce pays fait face aux insuffisances de la médecine moderne, à l'insuffisance d'accès aux médicaments essentiels et au faible pouvoir d'achat des populations qui seraient également à l'origine de l'engouement actuel pour la médecine traditionnelle (Anonyme 8, 2013). Cette médecine traditionnelle au Cameroun continue à s'appuyer essentiellement sur l'observation et sur des expériences personnelles. Le mode de transmission demeure oral et l'acquisition des connaissances continue à se faire par l'apprentissage et l'initiation dans le secret des règles métaphysiques : le tradi-thérapeute choisit les recettes et établit ses formules de traitement en faisant appel à son intuition et à son expérience personnelle (Abondo et *al.*, 2015).

De l'analyse situationnelle de la médecine traditionnelle en vue de l'élaboration du plan stratégique national de développement et d'intégration de cette médecine dans le système de santé, il est ressorti entre autres que (Guedje et *al.*, 2012) :

- la médecine traditionnelle est fortement ancrée dans la culture nationale surtout chez les populations des zones rurales, mais aussi des zones urbaines ;
- l'accès aux soins conventionnels n'est pas effectif pour la majorité de la population, y compris en ville ;
- les tradithérapeutes sont bien intégrés et reconnus dans leurs communautés, par conséquent ils peuvent jouer un rôle important dans l'information sanitaire, les soins de santé primaires et en tant que premier recours ;
- de nombreux tradithérapeutes mettent régulièrement au point, à l'aide de techniques traditionnelles, de nouvelles recettes originales de par leur composition et leurs méthodes de préparation ;
- la pharmacopée traditionnelle offre des voies pour une recherche enrichissante et exaltante, dont les résultats peuvent conduire à la mise au point de médicaments utilisables dans le traitement des pathologies majeures telles que le Vih/Sida, la tuberculose, le paludisme et la drépanocytose.

En revanche, il existe aussi au Cameroun beaucoup d'avancées dans le cadre de l'institutionnalisation de ce domaine :



- le recensement et le perfectionnement des pratiques des thérapeutes traditionnels et herboristes initié par l'IMPM ;
- la création des instituts ou centre de recherche en pharmacopée traditionnelle (Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales) ;
- l'élaboration des textes réglementant l'exercice de la profession par les tradipraticiens et les stratégies d'intégration de la médecine traditionnelle dans les systèmes de soin de santé en 2006 ;
- l'élaboration des répertoires des plantes médicinales et des tradithérapeutes et l'intégration progressive de ces derniers dans le réseau sanitaire du pays comme membre entier de l'équipe de santé ;
- la délivrance des attestations aux tradipraticiens regroupés en associations par les administrations préfectorales ;
- des campagnes de sensibilisation, de recensement et de classification des tradithérapeutes ont été mises en œuvre depuis 2012 en collaboration avec le Conseil Supérieur de la Médecine Traditionnelle du Cameroun (COSMETRAC).

## **II.2.2. Eléments traces métalliques**

La plupart des scientifiques préfère à l'appellation « métaux lourds », celle de « éléments traces métalliques » ou simplement « éléments traces ». Dans cette étude, le terme « éléments traces métalliques » (ETM) sera plus utilisé.

### **II.2.2.1. Définitions**

- Phyto-remédiation : terme utilisé pour décrire des techniques dans lesquelles les plantes sont utilisées pour le traitement *in-situ* des sols pollués par des produits chimiques ou la radioactivité. L'utilisation des plantes pour la récupération des sols a commencé à être considérée comme une alternative aux processus physiques ou chimiques (Salt et *al.*, 1996 ; Archibald, 2014).

- Métalloïde : c'est un élément chimique dont les propriétés sont intermédiaires entre celles des ETM et des non-ETM ou sont une combinaison de ces propriétés. Dans la littérature scientifique, faute de définition standard des métalloïdes, la liste des éléments classés dans cette famille varie selon les auteurs (Archibald, *op cit.*).

- Eléments traces métalliques : depuis plusieurs décennies, le terme « éléments traces métalliques » est abondamment utilisé pour définir un groupe de métaux et métalloïdes lié à la pollution, à la contamination des sols et à la toxicité. Il inclut aussi ceux qui apparaissent dans les systèmes naturels dans les concentrations minimales mais essentielles à la nutrition des organismes (Adriano, 2001).

Certains auteurs définissent les ETM comme étant des éléments dont la densité est comprise entre 3,5 g/cm<sup>3</sup> et 6 g/cm<sup>3</sup> et qui ont un nombre atomique supérieur à 20 (Hodson, 2004). Ces ETM sont capables de s'accumuler dans les matrices biologiques et d'être toxiques pour les êtres vivants à des concentrations assez faibles (0,01 % de la matière sèche) (Singh et al., 2010).

Les ETM regroupent classiquement l'aluminium (Al), l'argent (Ag), le bore (Bo), le baryum (Ba), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cobalt (Co), le cuivre (Cu), l'étain (Sn), le fer (Fe), le fluor (F), le manganèse (Mn), le mercure (Hg), le molybdène (Mo), le nickel (Ni), le plomb (Pb), le vanadium (V), le zinc (Zn). L'arsenic (As) qui est un métalloïde, et le sélénium (Se) bien que non métallique, sont souvent classés comme ETM à cause de leur toxicité (Park et al., 2011).

### **II.2.2.2. Importance des éléments traces métalliques dans la plante**

Parmi l'ensemble des ETM, une vingtaine d'entre eux sont indispensables et sont considérés comme ETM essentiels aux processus physiologiques majeurs, en particulier la respiration, la photosynthèse ou l'assimilation des macronutriments (azote, soufre, etc.) dans les plantes. Nombreux de ces métaux (Cu, Zn, Ni, Fe, Co, Ba, Mn, Mo, Se, etc.) sont aussi impliqués au niveau de processus moléculaires tels que le contrôle de l'expression des gènes ; la biosynthèse des protéines, des acides nucléiques, des substances de croissance, de la chlorophylle et des métabolites secondaires ; etc. Seulement, quand ils sont présents en grandes quantités, ceux-ci peuvent causer les anomalies métaboliques (Kabata-Pendias & Pendias, 2001).

Cependant certains ETM sont considérés comme des poisons cellulaires pour lesquels les doses admissibles sont très faibles. On retrouve parmi les plus toxiques le Hg, Cr, Ni, Pb, As et Cd. Aucun rôle biologique n'est connu d'eux dans les organismes vivants (Alloway, 2013).

Les éléments traces sélectionnés pour ce travail sont classés parmi les polluants métalliques les plus fréquemment rencontrés dans les sols :

- le Zn et le Cu qui sont des oligo-éléments essentiels au développement des végétaux mais s'avèrent toxiques à forte dose ;
- le Cd et le Cr pour leurs phytodisponibilité et toxicité ;
- le Pb qui est considéré comme élément peu mobilisable mais également très toxique, lorsqu'il est assimilé par les végétaux (Alloway & Ayres, 1997 ; Adriano, 2001).

### **II.2.2.3. Sources des éléments traces métalliques dans l'environnement**

Le problème principal avec les ETM comme le Pb, le Cd, le Cu et le Cr est qu'ils ne peuvent pas être biodégradés, et donc persistent pendant de longues périodes dans les sols. On les retrouve

dans l'environnement à partir d'une multitude de sources anthropogéniques ainsi que des processus géochimiques naturels.

#### **II.2.2.3.1. Sources naturelles**

Les ETM se retrouvent dans tous les compartiments de l'environnement. Ils peuvent provenir des processus géochimiques naturels. C'est le cas de l'érosion de la roche mère et des activités volcaniques qui comptent pour 80 % des émissions par voie naturelle des ETM dans l'environnement, les feux de brousse et les sources biologiques ne comptant que pour 20 % (Nriagu, 1990). L'érosion au sens large est le processus par lequel les ETM présents dans les roches, sont diffusés avec l'eau dans les sols, les sédiments, les eaux de surface ou la nappe phréatique. D'autres sont piégés dans les argiles. Les éruptions volcaniques terrestres ou sous-marines quant à elles peuvent en effet libérer de grosses quantités de gaz carbonique et de soufre, mais aussi des ETM sous forme de fines particules de poussières. Les forages peuvent déboucher sur une zone contaminée par une roche très chargée en ETM. Cette source de mobilisation des ETM est la moins connue, mais aujourd'hui l'une des plus fréquentes. Les ETM, une fois en circulation se distribuent dans tous les compartiments de la biosphère : air, sol, océan, mer, rivière (Rickson, 2014).

Les réserves d'ETM les plus importantes se trouvent dans les roches (roches ignées, roches sédimentaires et roches métamorphiques) et/ou les sédiments océaniques (Albarède, 2001). En effet, chaque sol renferme une certaine teneur en ETM selon la composition de sa roche mère et selon ses transformations chimiques. Les taux d'émission des ETM par voie naturelle sont de 12 000, 43 000, 28 000 et 45 000 tonnes par an pour le Pb, le Cr, le Cu, et le Zn respectivement (Nriagu, 1990).

#### **II.2.2.3.2. Sources anthropogéniques**

Ces deux derniers siècles, les activités humaines ont largement contribué à l'enrichissement des sols en ETM. Les sources anthropogéniques d'émission des ETM dans l'environnement sont multiples (figure 1) :

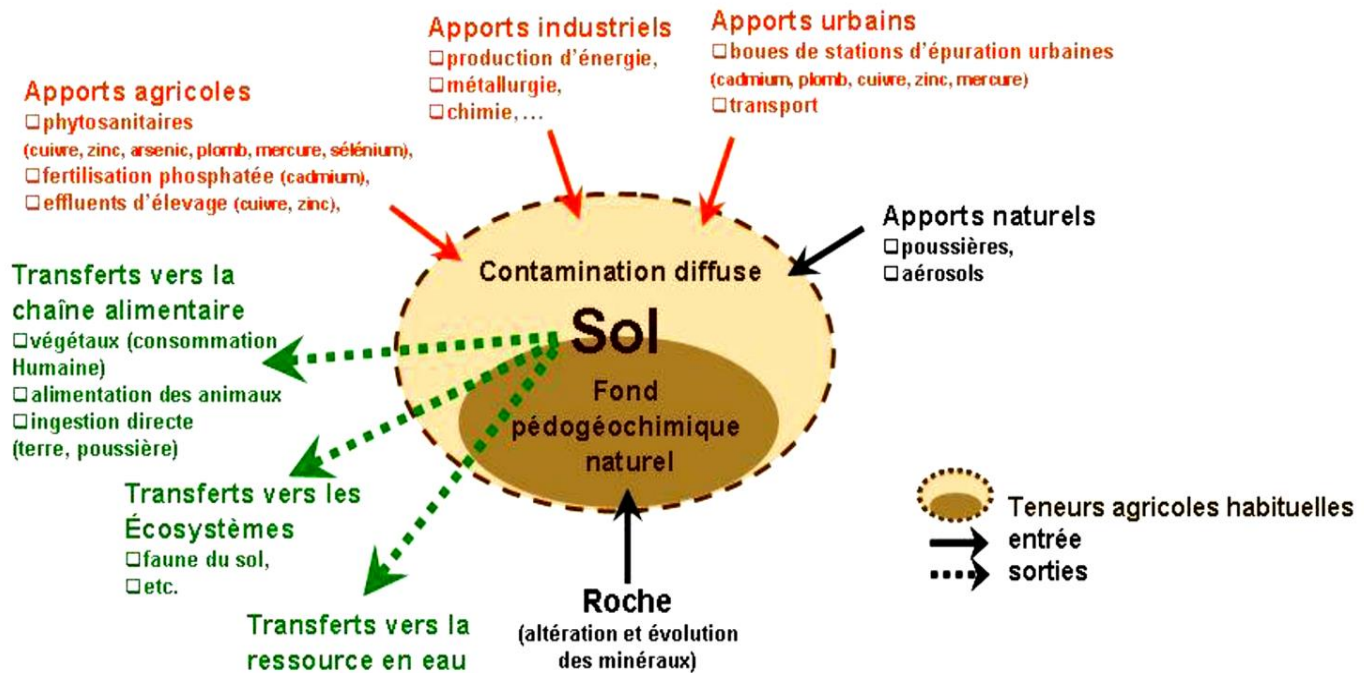


Fig. 1. Synthèse des origines des ETM dans les sols (Djofang, 2007).

#### II.2.2.3.2.1. Sources agricoles

Les sources agricoles correspondent aux impuretés présentes dans les produits phytosanitaires ou produits chimiques agricoles. On y retrouve :

- les pesticides (insecticides, fongicides, rodenticides, herbicides, etc.) largement utilisés en agriculture de production pour le traitement des graines, le contrôle des insectes et des maladies des plantes. Beaucoup sont faits à partir du Pb, Hg, Cu, Mn, Zn et As ;
- les amendements calcaires, les fumiers (apport de Cu, Zn, Cd), les engrais phosphatés ;
- les lisiers, les épandages, les composts urbains, les produits de traitement phytosanitaires (sel de Cu, arséniate de plomb) ;
- les déchets d'entreprises agroalimentaires et les composts d'ordures ménagères (Rauret et *al.*, 2000 ; Adriano, 1986 ; Ata et *al.*, 2013).

La contamination provient d'apports directs gérés au niveau de la parcelle ou de son environnement proche par les eaux de ruissellement (Shah et *al.*, 2010 ; Sekomo et *al.*, 2011).

#### II.2.2.3.2.2. Sources urbaines

Les sources urbaines regroupent :

- les eaux usées ;
- l'épandage des boues de station d'épuration (apport de Cr, Cu et Pb) ;
- les pratiques liées à l'incinération des déchets domestiques, des plastiques, des batteries et piles stockées dans les décharges (apport de Cd) ;

- le trafic routier (apport de Zn, de Cd lors de la combustion des carburants ou de Pb utilisé comme antidétonant) (Li et *al.*, 2009 ; Yang et *al.*, 2011).

#### **II.2.2.3.2.3. Sources industrielles**

Les industries émettent dans l'environnement tous les éléments métalliques par :

- les activités métallurgiques telles que le traitement des minerais, l'exploitation minière, le raffinage, l'élaboration d'alliages ou d'acier ;
- les déchets issus des opérations minières et l'altération chimique des minerais dans les sites miniers abandonnés ;
- les processus industriels plus élaborés comme le recyclage du Pb des batteries ou l'élaboration de peintures ;
- le stockage des déchets urbains ou industriels provenant des activités des mines et des fonderies de métaux (Costa et *al.*, 1994 ; Rauret , op cit.).

L'essentiel des émissions retombe sous forme de poussières dans un rayon proche du site industriel émetteur (3 à 5 km) (Min et *al.*, 2013). D'une manière plus globale, les sources urbaines et industrielles entraînent une contamination en éléments traces à la fois diffuse, avec des retombées atmosphériques lointaines, et locale par les retombées atmosphériques proches. (Viard et *al.*, 2004).

#### **II.2.2.4. Transferts des éléments traces métalliques dans le sol**

Le devenir des ETM dépend de différents facteurs, tels que les paramètres physico-chimiques et biologiques des sols, qui contrôlent les processus d'adsorption sur les surfaces des particules solides (argiles, hydroxydes, matières organiques, micro-organismes), de complexation avec des ligands organiques, d'échanges ioniques ou de précipitation sous forme de sels ou co-précipitation (El Bishlawi et *al.*, 2013). Les flux de sortie des ETM du sol sont variés et assez difficiles à évaluer. Les ETM peuvent atteindre les eaux de surface ou souterraines via le transfert latéral ou vertical dans les sols (figure 2). Ils peuvent être absorbés par les plantes ou les organismes du sol ainsi que par l'homme (Pagnanelli et *al.*, 2009). Les transferts latéraux et verticaux des ETM peuvent être sous forme de particules solides ou solubles. La méso et macrofaune contribuent aussi au transfert des éléments traces métalliques (Rickson, 2014). Zhang et *al.* (2009) ont récemment démontré le rôle du mucus et des acides aminés sécrétés par les lombrics sur la phytodisponibilité et l'accumulation du Cd chez la tomate. Les mycorhizes, formés par des champignons qui vivent en symbiose avec les racines, permettent d'augmenter la surface d'échange entre le sol et la racine et peuvent favoriser l'absorption des ETM, comme le Cu et le Zn (Li et *al.*, 2009).

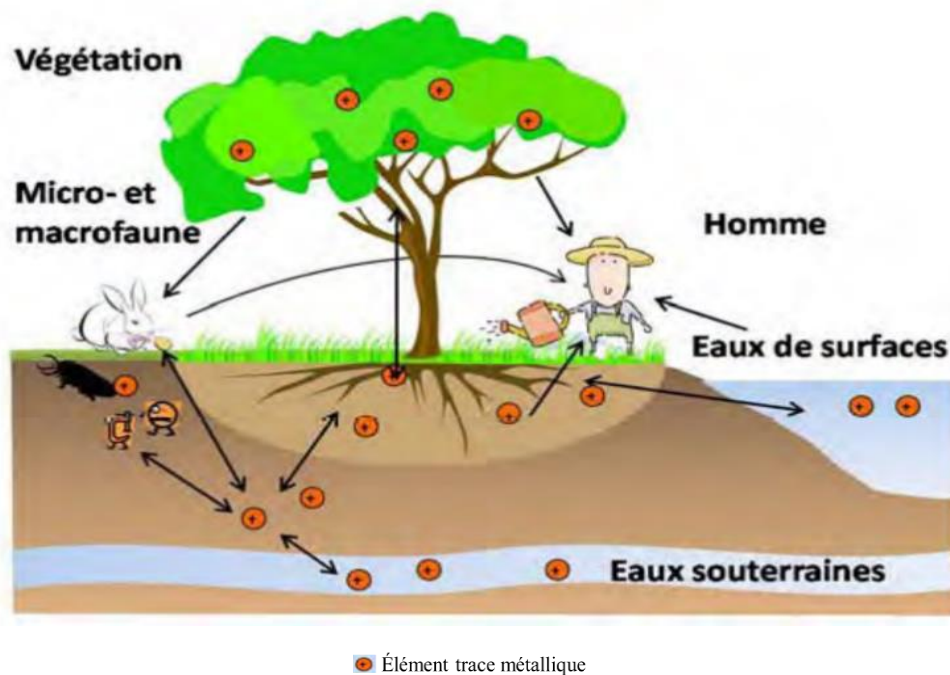


Fig. 2. Principaux flux des éléments traces métalliques dans le sol (Lopareva-Pohu, 2011).

Rickson (2014) note l'existence de circulations préférentielles des eaux et des colloïdes dans les sols en lien avec la porosité du sol, les galeries (passages) racinaires et les vers de terre.

#### II.2.2.5. Spéciation, mobilité et biodisponibilité des éléments traces métalliques dans le sol

La teneur en ETM dans un sol ne peut être une indication suffisante pour évaluer sa mobilité, sa biodisponibilité et sa toxicité pour les organismes vivants (micro-organismes, plantes, animaux, hommes) (He et *al.*, 2009). C'est la forme chimique sous laquelle se trouve l'élément (la spéciation), qui est déterminante : en solution, sous forme ionique libre ou complexée, sous forme solide, lié à des phases minérales et/ou organiques (Singh & Kalamdhad, 2012).

La forme chimique des métaux affecte leur biodisponibilité et leur capacité de transfert vers les écosystèmes, par exemple les métaux dissous sont plus disponibles pour les plantes et les organismes que les métaux fortement liés à des structures cristallines hormis dans le cas d'une altération du minéral (Monterroso et *al.*, 2014). Différents facteurs contrôlent la spéciation : le pH, la teneur en matière organique et sa nature, les teneurs en argile, en anions et cations, en oxydes de Fe, d'Al et de Mn, le potentiel rédox, la présence d'agents complexants (Zeng et *al.*, 2011).

Les éléments métalliques dans la phase liquide du sol, sont considérés comme les plus mobiles, biodisponibles et toxiques. La mobilité d'un élément est caractérisée par son aptitude à passer dans les compartiments du sol où il est de moins en moins énergiquement retenu, la phase liquide du sol représentant le compartiment ultime (Juste, 1988 ; Liu et *al.*, 2013).

La biodisponibilité est l'aptitude d'un élément à être transféré d'un compartiment quelconque du sol vers un organisme vivant (bactérie, végétal, mésofaune, etc.) (Juste, op cit.). Elle peut être aussi définie comme la quantité d'un métal donné susceptible d'être transférée dans la plante durant son développement. Trois processus successifs caractérisent la phytodisponibilité : le premier est le passage des éléments de la phase solide vers la solution du sol ; le second concerne le transport de l'élément par diffusion et/ou advection vers les surfaces racinaires ; le dernier processus consiste en l'absorption du métal par les cellules racinaires puis, en son transport et sa distribution à l'intérieur du végétal (Clemens, 2006). Le prélèvement des ETM par les racines est donc sous l'influence de facteurs liés au sol, à la faune du sol, à la plante, et aux interactions entre les éléments eux-mêmes.

#### **II.2.2.6. Paramètres influençant la mobilité des éléments traces métalliques**

Les formes chimiques des éléments traces (spéciation), leurs interactions et associations avec les différents constituants du sol (pH, argiles, oxy-hydroxydes, carbonates, capacité d'échange cationique et matière organique) conditionnent leur biodisponibilité pour les végétaux ainsi que leur mobilité par le transfert dans la solution du sol (Antoniadis et *al.*, 2008).

Parmi les facteurs liés au sol, le pH, la capacité d'échange cationique (CEC) et le taux de matière organique sont les plus importants (Greger, 2004).

##### **II.2.2.6.1. pH**

De nombreuses études ont mis en évidence l'influence du pH sur la solubilité et la mobilité des ETM dans un sol (Zhao et *al.*, 2010). La majorité des éléments métalliques est plus mobile en conditions acides qu'en conditions alcalines : un pH faible favorise la mobilité des éléments métalliques notamment par la mise en solution des sels métalliques. A contrario, l'augmentation du pH provoque l'immobilisation des éléments métalliques par la formation de composés insolubles (Du Laing et *al.*, 2007). Ainsi, dans les sols acides en conditions oxydantes, les métaux sont plus mobiles et biodisponibles que dans les sols peu aérés, neutres ou alcalins (Kabata-Pendias, 2004). Peakall & Berger (2011) ont montré que, pour un pH compris entre 4 et 7,7, la capacité d'absorption du Cd d'un sol est multipliée par 2 ou 3 pour chaque augmentation d'une unité de pH.

##### **II.2.2.6.2. Matière Organique Totale**

La Matière Organique Totale (MOT) joue un rôle dans la partition des éléments métalliques, entre la phase solide et la phase liquide du sol, par complexation des éléments métalliques à la MOT (Park et *al.*, 2011). Selon Almas et *al.* (2000), un taux élevé de MOT dans le sol contribue à augmenter la mobilité de Cd et Zn exogènes via la formation de complexes dissous. Cependant la diminution des

teneurs en MOT dans le sol peut conduire à une augmentation des concentrations en ETM solubles (Zhou & Wong, 2003).

#### **II.2.2.6.3. Capacité d'Echange Cationique**

La concentration maximale qu'un sol peut contenir devrait être fonction de sa Capacité d'Echange Cationique (CEC), c'est-à-dire de sa capacité de retenir les ions des ETM. La CEC du sol constitue donc à son tour un paramètre de contrôle de la mobilité des éléments métalliques. Dans ce contexte, plusieurs auteurs ont montré que l'accumulation des ETM dans les plantes est élevée au niveau des sols à capacités d'échanges cationiques faibles (Webber & Singh, 1999). Dans les sols, certains ETM sont plus mobiles que d'autres (par exemple Zn ou Cd), tandis que d'autres sont très peu mobiles (par exemple le Pb) et forment facilement des complexes avec les constituants de la matière organique (Greger, 2004).

#### **II.2.2.7. Transfert des éléments traces métalliques du sol vers la plante**

Les plantes prélèvent les ETM dans leur milieu de croissance pour les répartir ensuite entre les racines et le feuillage. Les plantes absorbent préférentiellement les ETM de la solution du sol, sous forme ionique libre ou complexée. Plusieurs risques environnementaux sont liés à cette entrée d'ETM dans les plantes : l'introduction des contaminants dans la chaîne alimentaire, la possibilité d'une perte de la couverture végétale par phytotoxicité ou la modification du cycle des ETM à la surface du sol par les plantes tolérantes (Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007). Le transfert des éléments métalliques du sol vers les plantes dépend des paramètres physico-chimiques du sol, des concentrations en métaux dans les sols (totales ou disponibles), de leur mobilité et de leurs interactions, ainsi que de l'espèce végétale considérée (Lopes et *al.*, 2012).

##### **II.2.2.7.1. Mécanismes de transfert des éléments traces métalliques dans les plantes**

La composition chimique des plantes reflète généralement la composition élémentaire des sols. Le matériel des plantes vivantes est constitué en grande partie de l'eau, des constituants organiques et constituants minéraux qui représentent la part la plus faible (30 mg/g de matière fraîche) (Mengel & Kirby, 2001). Les mécanismes de prélèvement et d'accumulation des ETM dans les plantes peuvent intervenir à différents niveaux depuis l'absorption par les racines jusqu'à l'accumulation dans les feuilles. En effet, les ETM peuvent rentrer dans la plante par les parties aériennes et par les racines. Ces deux voies facilitent le transfert des ETM aux niveaux trophiques les plus élevés de la chaîne alimentaire (l'Homme).



#### **II.2.2.7.1.1. Absorption foliaire**

L'absorption foliaire peut représenter une voie importante dans la contamination de la plante (Schreck et *al.*, 2012). C'est le cas dans les zones à forte contamination atmosphérique en milieu urbain et industriel ou à proximité d'axes routiers (Pacheco et *al.*, 2008). Les éléments essentiels ou non essentiels se déposent sur les surfaces des organes aériens de la plante, avec des retombés atmosphériques par voie humide ou sèche (Callender & Rice, 2000). Dans une zone industrielle, Bi et *al.* (2009) ont également montré que la voie atmosphérique était la voie majeure d'entrée de Pb dans les feuilles et les grains de maïs. Les ETM sous forme insoluble peuvent être prélevés par le système foliaire et pénétrer dans la plante à travers les stomates (de diamètre inférieur à 10 nm) ou la cuticule des feuilles. Dans ce cas, la majeure partie des cations métalliques reste stockée dans la cuticule ou dans les parois cellulaires sous forme insoluble et ne migre que très peu dans les autres parties de la plante (Bargagli, 1998 ; Greger, 2004). La perméabilité de la cuticule dépend de la taille du cation. La capacité des plantes à absorber les ETM via les feuilles dépend de nombreux facteurs, tels que l'âge et la morphologie des feuilles, la densité stomatique, l'intensité de respiration ou la forme et la densité du feuillage (Cocozza et *al.*, 2012).

#### **II.2.2.7.1.2. Absorption racinaire**

Le transfert racinaire des ETM est lié à leur biodisponibilité dans les sols qui dépend des formes chimiques sous lesquelles ils sont présents dans le sol et de l'aptitude de l'organisme à les absorber. Il est nécessaire que l'élément passe en solution pour être absorbé par la racine (figure 3). Actuellement, on estime que pour la majorité des métaux et métalloïdes, le prélèvement se fait sous des formes ioniques : cationiques ( $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ) ou anioniques (anion hydrogéoarséniate :  $HAsO_4^{2-}$ ) (Lyubenova & Schröder, 2010). Les ETM pourraient pénétrer dans la racine par diffusion passive (sans implication d'énergie et de processus métaboliques) ou par voie active (nécessitant une dépense d'énergie et l'implication de transporteurs) (Kabata-Pendias & Pendias, 2001).

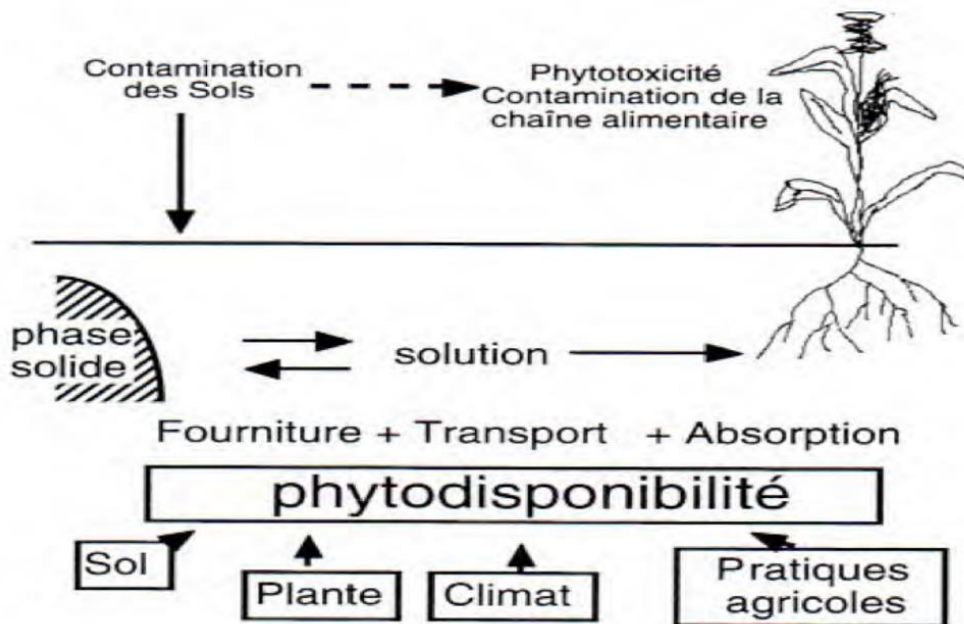


Fig. 3. Phytodisponibilité des éléments traces métalliques dans les sols (Morel, 1996).

### II.2.2.7.1.3. Translocation des éléments traces métalliques des racines vers les parties aériennes des plantes

Après l'absorption par les racines, la translocation correspond au transfert des éléments traces métalliques vers les parties aériennes. Elle peut varier considérablement en fonction du métal, mais également de l'espèce végétale. Chez certaines espèces la translocation d'éléments toxiques est plus importante que chez d'autres, pouvant conduire à une accumulation des métaux dans les feuilles et les autres parties aériennes, sans que l'on sache avec rigueur si elle est due à un transport plus actif ou une absence d'immobilisation dans les racines (Foy et *al.*, 1978). Avant d'être prélevés par les racines, certaines plantes sont capables de modifier la composition physico-chimique et microbienne de la rhizosphère en absorbant des nutriments ou en excréant certains produits. Les racines peuvent ainsi libérer des acides organiques ou aminés, des mucilages, des cellules mortes, de l'O<sub>2</sub> et du CO<sub>2</sub> dans leur entourage, ce qui a pour effet de changer les propriétés du sol comme une diminution de son pH, par exemple, qui permet alors d'accroître la biodisponibilité des ETM du sol et donc leur prélèvement par la plante (Bargagli, 1998).

Au niveau des racines, les ETM peuvent être transportés aux organes de la plante par deux voies : la voie symplasmique (à l'intérieur de la cellule) et la voie apoplasmique (à l'extérieur de la cellule et limitée au niveau de l'endoderme par la « bande de Caspary »). La paroi de cette bande est subérifiée, c'est-à-dire recouverte d'une substance lipidique imperméable. L'efficacité de chacune de ces voies dépend de l'espèce (Marschner, 1995). Ainsi les cations métalliques prélevés dans le sol par la plante sont d'abord véhiculés dans l'apoplasme des cellules racinaires, puis une partie peut être transférée à l'intérieur des cellules, une autre peut être transportée plus loin dans l'apoplasme (voie

apoplasmique) ou se fixer à certains composants des parois cellulaires (Barber, 1974) (figure 4). A ce niveau, le transfert des ETM vers les autres organes de la plante nécessite leur transport actif à l'intérieur des cellules racinaires pour qu'ils soient ensuite dirigés vers les vaisseaux conducteurs de sève brute (xylème) puis distribués dans les différentes parties aériennes de la plante. Cette voie n'est cependant pas à négliger puisqu'elle peut être prépondérante pour certains cations métalliques qui entrent difficilement à l'intérieur des cellules ou qui se lient fortement à des composés de la paroi (exemple du plomb) (Sharma & Dubey, 2005). Les concentrations en ETM sont généralement plus élevées dans les racines que dans les parties aériennes (Lakhdar *et al.*, 2010). Ainsi, les racines constituent une première barrière qui protège les organes aériens de la plante. L'efficacité de cette barrière dépend fortement de l'espèce végétale ainsi que de l'élément. (Carvalho Bertoli *et al.*, 2012).

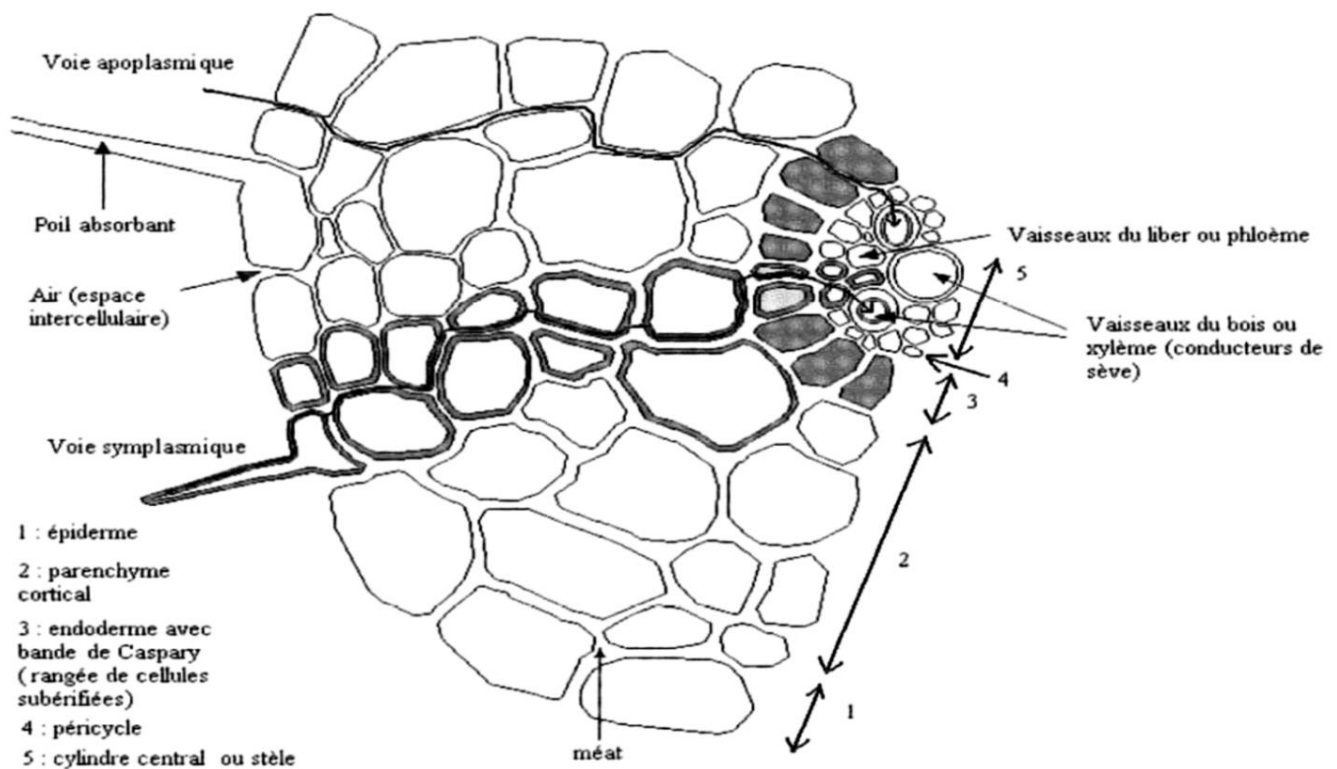


Fig. 4. Représentation d'une coupe transversale de racine, avec la diffusion radiale des ions selon les voies symplasmiques et apoplasmiques (Tremel-Schaub & Feix, 2005).

### II.2.2.7.1.3.1. Transport xylémien

Bien que les ETM soient généralement prélevés et transportés par voie apoplasmique dans les tissus périphériques racinaires, la translocation des ETM vers le xylème par la même voie, suggérée par certains auteurs (Ranathunge *et al.*, 2005) paraît peu fréquente et il est plus communément admis que leur transport vers le xylème s'effectue par la voie symplasmique. La sève brute est le principal moyen de transport des ETM des racines vers les parties aériennes ; leur ascension dans les vaisseaux de xylème s'effectue par poussée racinaire et par appel foliaire lors de la transpiration (Tremel-Schaub

& Feix, 2005). A ce niveau, le transfert des ETM vers les autres organes de la plante nécessite leur transport actif à l'intérieur des cellules racinaires pour qu'ils soient ensuite dirigés vers les vaisseaux conducteurs de sève brute (xylème) puis distribués dans les différentes parties aériennes de la plante. (Sharma & Dubey, 2005). En effet, afin d'atteindre les vaisseaux xylémiens des racines, les ETM doivent d'abord traverser les parois subérisées du cadre de Caspary puis entrer dans le cytoplasme des cellules endodermiques avant de pouvoir rejoindre le xylème (Tester & Leigh, 2001).

Pour la plupart des espèces, la majorité du plomb absorbé par les plantes réside dans les racines, et seulement une faible proportion est transloquée vers les parties aériennes. Ce transport limité des racines vers les feuilles peut être expliqué par la barrière formée par l'endoderme des racines (Tanhan *et al.*, 2007).

#### **II.2.2.7.1.3.2. Transport phloémien**

Le transport des ETM par la sève élaborée dans le phloème semble moins aisé du fait que les cellules qui constituent ce tissu sont vivantes et forment un piège supplémentaire (Greger, 1999). Le transport du phloème peut se faire des feuilles vers les graines, comme pour le Zn au cours de la maturation du blé (Herren & Feller, 1997). Certains auteurs suggèrent que chez certaines plantes, la nicotianamine (NA) (dérivée de la méthionine) qui possède des propriétés de complexation vis-à-vis des ETM, pourrait être responsable du transport des métaux essentiels au métabolisme (Fe, Cu, Zn et Mn) et ainsi prévenir leur précipitation dans la sève alcaline du phloème (Mari *et al.*, 2006 ; Briat & Lebrun, 1999).

#### **II.2.2.8. Accumulation dans les différents organes des plantes**

Généralement, les racines ont tendance à accumuler les ETM, les parties reproductrices (fleurs, fruits, graines) à les exclure et les parties végétatives (tiges et feuilles) sont considérées comme étant intermédiaires ; les teneurs en ETM dans les plantes sont réparties selon le gradient d'accumulation : racines > tiges > feuilles > graines et fruits (Tang *et al.*, 2009). Lors de leur prélèvement par la plante, les métaux se fixent largement sur les parois cellulaires, ce qui explique pourquoi une grande partie des métaux prélevés peuvent se retrouver dans les racines comme cela a été décrit pour le Pb, le Cd ou le zinc (Morel, 1997). En effet, chez certaines espèces la translocation d'éléments traces est plus importante que chez d'autres, pouvant conduire à une véritable accumulation des éléments métalliques dans les parties aériennes. Certaines plantes accumulent des quantités inhabituelles d'éléments métalliques (100 mg/kg de matière sèche pour le Cd, 1000 mg/kg pour le Ni, le Cu, le Co ainsi que 10 000 mg/kg pour le Zn et le Mn). Ces espèces sont alors qualifiées de plantes « hyperaccumulatrices » et présentent de grandes quantités d'ETM dans leurs tissus (Brooks, 1998). Ainsi, plus de 450

espèces hyperaccumulatrices ont déjà été recensées à ce jour. Ces plantes présentent généralement une production de biomasse faible car elles utilisent leur énergie dans des mécanismes de défense face aux grandes concentrations en ETM dans leurs tissus (Cobbett, 2003).

### **II.2.2.9. Effets néfastes des éléments traces métalliques sur la santé humaine**

La pollution de grands centres urbains par les ETM fait actuellement l'objet de nombreuses études à cause des sérieux risques qu'ils représentent pour l'environnement et la santé humaine (Giaccio et *al.*, 2012). Parmi les éléments métalliques, certains sont des oligo-éléments comme le Zn et le Cu, mais deviennent toxiques à fortes concentrations (Kelly et *al.*, 1996). D'autres comme le Pb, Hg ou Cd sont toxiques à l'état de trace. Leur bioaccumulation dans la chaîne alimentaire, leur présence dans l'eau et dans l'air constituent donc un risque pour la santé humaine mais aussi pour le milieu naturel dans son ensemble. La gravité de l'effet toxique du polluant, dépend de sa nature, de sa concentration, de la résistance de l'organisme, ainsi que de la synergie avec d'autres polluants (Hogervorst et *al.*, 2007). L'exposition continue aux ETM a des effets défavorables sur la santé (cancers, dysfonctionnement d'organes, réduction de la croissance et du développement) (Hsu et *al.*, 2006).

#### **II.2.2.9.1. Cadmium**

Le cadmium (Cd) tire son nom du latin « cadmia » qui signifie calamine, ancien nom donné au carbonate de zinc dont il est extrait. Le cadmium est souple, élastique et résiste à la corrosion atmosphérique, ce qui en fait un revêtement de protection de choix pour les métaux ferreux (Renault, 2011). Annuellement, 4000 à 13000 tonnes de Cd sont rejetées dans l'environnement. Ce sont les déchets industriels et les ordures ménagères qui constituent les principales sources de pollution par le Cd. Les fortes concentrations de Cd dans l'air sont le fort des villes très industrialisées (usines d'affinage, fonderies). La fumée de cigarette constitue la source principale de contamination de la population générale. En effet le Cd semble quantitativement absorbé d'abord par inhalation (fumée, poussières) et de façon moindre par voie gastro-intestinale (Queirolo et *al.*, 2000).

Très toxique sous toutes ses formes (métal, vapeur, sels, composés organiques), le Cd est l'un des rares éléments n'ayant aucune fonction connue dans le corps humain ou chez l'animal. Il faut éviter son contact avec des aliments. Chez l'Homme il s'accumule provisoirement dans le foie avant d'évoluer dans les reins, où au-delà de 200 mg/kg chez l'adulte, il provoque des lésions irréversibles. Les autres conséquences de l'exposition chronique au cadmium sont l'anémie, la coloration jaunâtre des dents, la rhinite, les problèmes rénaux, l'hypertension, les troubles gastro-intestinaux (nausées,

vomissements, diarrhée), le cancer du poumon, les dommages au nerf olfactif et la perte de l'odorat (Tang *et al.*, 2009 ; Béal, 2014).

L'OMS recommande une concentration maximale de 0,3 mg/kg pour le Cd dans le matériel végétal brut et de 10 mg/kg dans le sol (Anonyme 3, 2005 ; Nedelescu *et al.*, 2015).

#### **II.2.2.9.2. Chrome**

Le chrome (Cr) provient d'un minerai, la chromite ( $\text{FeOCr}_2\text{O}_3$ ), qui est à la base de la métallurgie et de la fabrication des briques réfractaires. Le chrome existe sous plusieurs valences (2 à 6), mais c'est surtout sous l'état trivalent ou hexavalent qu'on le trouve dans la nature. Les principales sources de contamination par le Chrome sont : les tanneries, les eaux usées, les fonderies et les énergies fossiles (Amin *et al.*, 2013).

Le Chrome est un élément essentiel pour l'organisme, il est important pour l'activité de l'insuline et la transcription de l'ADN, mais peut devenir toxique à des doses élevées. Les effets toxiques connus du chrome chez l'Homme sont attribuables surtout au Cr hexavalent. Une seule dose orale de 10 mg de chrome hexavalent par kg de poids corporel entraîne, chez l'Homme, une nécrose du foie, une néphrite et la mort. Une dose plus faible produit une irritation et une ulcération de la muqueuse gastro-intestinale et, occasionnellement, une encéphalite ainsi qu'un grossissement du foie. Une exposition chronique au Cr peut causer l'irritation de la peau, l'ulcère d'estomac, les problèmes respiratoires, le cancer de l'appareil digestif, des dommages au foie, aux reins et aux poumons (Tokalioglu, 2012).

Les normes de l'OMS du Cr pour les plantes médicinales n'ont pas encore été établies. Cependant le Canada a fixé les seuils limites admissibles pour le Cr à 2 mg/kg dans la matière première des plantes médicinales (Anonyme 3, 2005).

#### **II.2.2.9.3. Cuivre**

Le cuivre (Cu) est un métal de transition, dont le nom vient du latin *aes cyprium*, littéralement « métal de Chypre ». Naturellement présent dans la croûte terrestre, les océans, les lacs et les rivières à des concentrations variables, c'est un des rares métaux existant à l'état natif. Cependant il est majoritairement présent sous forme de minerais, sulfurés notamment. Les apports naturels sont principalement les éruptions volcaniques, la décomposition végétale, les feux de forêts et les aérosols marins (Anonyme 11, 2014).

Les activités anthropiques responsables des plus importants rejets de Cu dans l'environnement sont : les activités industrielles et urbaines, le transport routier, les activités agricoles (les épandages

des fumiers et lisiers de bovins, porcins et de volailles, les traitements phytosanitaires des cultures, l'utilisation d'engrais minéraux, etc.) (Alloway, 2013 ; Béal, 2014).

Le cuivre est un élément enzymatique essentiel pour la croissance et le développement normal des plantes. Chez l'Homme il assure le bon fonctionnement des systèmes nerveux, cardio-vasculaires et immunitaires, l'absorption du fer, la croissance osseuse, la régulation du cholestérol, la lutte contre le stress oxydant, etc. (Underwood & Suttle, 1999). Mais à des concentrations très élevées, il peut provoquer des effets indésirables aussi bien chez l'Homme que chez la plante.

Les symptômes de toxicité aiguë se manifestent chez l'Homme, par des diarrhées, nausées, vomissements, irritations intestinales. La toxicité chronique du cuivre n'a pas été démontrée chez l'homme, mais une partie de la population y est sensible avec la maladie de Wilson (Mazess & Barden, 1991).

Les normes de l'OMS pour le Cu dans les plantes médicinales n'ont pas encore été établies. Cependant la Chine a fixé les seuils limites admissibles pour le Cu à 20 mg/kg dans le matériel végétal brut des plantes médicinales (Anonyme 12, 1998).

#### **II.2.2.9.4. Plomb**

Le plomb (Pb) est un élément chimique faisant partie de la famille des cristallogènes, ou métaux pauvres. Ce métal est l'un des métaux les plus anciennement connu et utilisé (Renault, 2011). L'intoxication chronique par le plomb, ou saturnisme est la première maladie reconnue d'origine professionnelle en Europe (Queirolo et *al.*, 2000). Le plomb, substance toxique cumulative, entraîne notamment des troubles digestifs, neurologiques, cardiovasculaires (hypertension artérielle), hématologiques (anémie) et rénaux (insuffisance rénale chronique) lors du saturnisme (Mazess & Barden, 1991).

L'exposition à long terme à des niveaux de Pb même relativement bas ou l'exposition à court terme à des niveaux élevés peuvent affecter gravement la santé humaine. Les intoxications sévères ou aiguës accidentelles se manifestent pour des plombémies supérieures à 700 µg/l et se produisent par inhalation ou par absorption du Pb. Dans cette situation, elles provoquent les troubles digestifs, les atteintes hépatiques, les atteintes cardio-vasculaires et les lésions au niveau du système nerveux central se manifestant cliniquement par une encéphalopathie convulsive et un coma pouvant conduire à la mort (Queirolo et *al.*, 2000 ; Nedelescu et *al.*, 2017).

L'exposition chronique au Pb peut entraîner chez l'enfant une déficience de son développement intellectuel, des problèmes de comportement, une altération de la fonction auditive et une perturbation de la croissance (Mazess & Barden, 1991). Les symptômes précoces peuvent comporter une fatigue persistante, une perte d'appétit, l'anémie, les maux d'estomac, l'insomnie, la constipation et les maux

de tête. Chez les adultes elle engendre les crises de goutte, l'anémie, la mortalité chez les fœtus et avortements spontanés, les problèmes rénaux, l'infertilité chez l'homme par oligospermie, des atteintes neurologiques, cardiovasculaires et cancérigènes (Pugh et *al.*, 2002).

L'OMS recommande une concentration maximale de 10 mg/kg de poids sec de Pb dans le matériel végétal brut dans les plantes médicinales et de 52 mg/kg dans le sol (Anonyme 13, 2007).

#### **II.2.2.9.5. Zinc**

Le zinc (Zn) est un élément chimique métallique découvert par la civilisation grecque au VII<sup>ème</sup> siècle avant Jésus Christ. Le zinc et ses composés sont présents naturellement dans la croûte terrestre à des concentrations de l'ordre de 40 à 120 mg.kg<sup>-1</sup> dans les roches magmatiques, les sédiments argileux et les schistes (Béal, 2014).

Les apports naturels de zinc dans l'environnement se font principalement par transport éolien de particules du sol, émissions liées aux éruptions volcaniques, génération d'aérosols marins et par émissions suite aux feux de forêts (Marschner, 1995). Les apports anthropiques de Zn résultent de trois groupes d'activités majeures : les activités minières et industrielles (traitement du minerai, raffinage, galvanisation du fer, construction de toitures et de gouttières, piles électriques, corrosion des équipements industriels, des centrales thermiques et nucléaires etc.) ; les épandages agricoles (engrais phosphatés, lisiers de porcs) ; le trafic routier ; de nombreuses activités urbaines (incinération des déchets ménagers, stations d'épuration des eaux) (Béal, 2041).

Le zinc est un métal enzymatique essentiel, c'est à dire nécessaire en quantité généralement faible, à la croissance et le développement normal des plantes. Néanmoins il peut exercer une certaine toxicité à des doses plus élevées. Outre son importance pour la croissance et la survie du corps humain, il est nécessaire pour de nombreux processus métaboliques structuraux et catalytiques. Par contre des fortes concentrations en Zinc sont responsables des maladies hématologiques, respiratoires, cardiovasculaires, cancérigènes chez l'Homme (Caussy et *al.*, 2003). Il provoque aussi la dégradation du pancréas et cause des effets indésirables chez les enfants et les femmes enceintes (Johnson et *al.*, 2011). A une dose comprise entre 150 et 650 mg, le zinc est toxique pour l'homme. Les troubles physiologiques humains causés par ce type d'intoxication dans un cas primaire, vont comprendre les nausées et les troubles du système gastro-intestinal et seront suivis de complications dans le système respiratoire ainsi que par des affections cutanées (Zheng et *al.*, 2010).

Les normes de l'OMS pour Zn dans le matériel brut dans les plantes médicinales, ne sont pas encore été établies. Mais la limite autorisée et fixée par la FAO/OMS dans les plantes comestibles est de 27,4 mg/kg (Anonyme 13, 2007 ; Li, 2009).



## **CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES**

## **II. 1. Matériel**

### **II.1.1. Présentation des sites d'études**

Les enquêtes ethno-pharmacologiques et les inventaires floristiques dans les différents sites de récoltes des plantes médicinales déclarés par les enquêtés ont été réalisées dans la région du Littoral, plus précisément dans les cinq arrondissements du Département du Wouri (Douala I, Douala II, Douala III, Douala IV, Douala V) (figure 3). Le choix de cette zone d'étude est motivé par diverses raisons :

- le nombre élevé de tradithérapeutes de la localité, la grande diversité floristique de cette région (Dibong et *al.*, 2011a ; Dibong et *al.*, 2011b ; Mpondo et *al.*, 2012a ; Mpondo et *al.*, 2012b ; Dibong, 2015 ; Ladoh et *al.*, 2016 ; Priso, 2016 ; etc.) à laquelle s'ajoute une tradition ancienne d'utilisation des plantes à des fins médicinales ;
- la nécessité de poursuivre le travail considérable déjà fait par De Rosny et *al.* (1987 ; 1994) dans l'utilisation des plantes médicinales de la région de Douala et ses environs ;
- Douala est une ville particulièrement soumise aux phénomènes accrus d'urbanisation, pollution et agriculture grandissantes ;

Les plantes médicinales sélectionnées et leurs substrats d'origine, destinés au dosage des éléments traces métalliques, ont été collectés dans les villes de Douala et Yabassi (site témoin).

#### **II.1.1.1. Cas de la ville de Douala**

##### **II.1.1.1.1. Situation administrative et géographique**

La région du Littoral compte quatre Départements (Moungo, Nkam, Sanaga-Maritime, Wouri). Elle occupe une superficie de 20 248 km<sup>2</sup> et représente 4,3 % de la superficie totale du pays. La ville de Douala est le chef-lieu de cette région et du Département du Wouri. Elle est située à une trentaine de kilomètres de l'Océan Atlantique entre 04°01' - 04°57' de latitude Nord et 09°42' - 09°47' de longitude Est et 13 m d'altitude moyenne (figure 5) (Anonyme 14, 2010).

Douala et ses environs font parties de la forêt dense humide à pluviométrie uni-modale. Cette zone est l'une des plus urbanisée du Cameroun. Elle a connu depuis la colonisation la mise en place de nombreuses exploitations agricoles et industrielles réparties entre Douala, Nkongsamba, Loum, Penja, Njombé, Yabassi, Mbanga, Edéa, Mouanko et Dibombari.

Les activités commerciales à Douala sont concentrées surtout au centre de la ville (Akwa, Bonanjo, New-bell).



Fig. 5. Présentation de la ville de Douala.

Par ailleurs l'extension de la ville ces dernières années à la suite d'une industrialisation poussée et d'une forte démographie s'est fortement accentuée, créant ainsi des nouveaux quartiers comme Bonamoussadi, Logpom, Logbessou, Mabanda, Nyalla dont certains conservent encore des traces de mangroves et de forêts. Cette occupation de l'espace est à l'origine d'une extension de la ville vers les principaux points cardinaux, engendrant des banlieues caractérisées par des désordres écologiques avec des habitats spontanés et parfois précaires à l'intérieur de la mangrove et ce au mépris des risques (Priso et al., 2012).

### II.1.1.1.2. Présentation du cadre physique

#### II.1.1.1.2.1. Climat

Le climat de la région de Douala est équatorial, domaine camerounien, type camerounais maritime. Il est caractérisé par une humidité relative annuelle élevée dépassant 80 %. Selon Din et al. (2008) elle y est voisine du taux de saturation toute l'année, avec une valeur moyenne égale à 84,42 %. Sur la base des relevés de température, de pluviosité entre 1973 et 2002, il en ressort que les précipitations atteignent 3500 mm, la température est presque constante tout au long de l'année, avec une moyenne annuelle de 27,5 °C et une amplitude thermique annuelle de l'ordre de 3,2 °C. La saison sèche s'étend de décembre à février. Elle est entrecoupée de pluies. La saison des pluies dure neuf mois et va de mars à novembre avec des maxima au mois d'août (680 mm de précipitations) (Priso, 2016) (tableau I).

Tableau I. Données météorologiques de la ville de Douala (1973-2002) (Priso, 2016).  
(P : Précipitations (mm) ; T : Température (°C) ; H : humidité relative ; Moy : Moyenne)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
P (mm)	31,7	58,2	157,3	248	282,1	377,7	674,1	680,4	556,2	394,8	128,4	26,2	361,5
T (°C)	28,6	28,8	28,8	28,3	28,1	27,0	25,9	25,7	26,4	26,9	27,5	28,2	27,5
H (%)	78	77,4	78,9	80,3	81,4	83,5	83,5	87,5	85,3	80,5	82,1	80,2	81,55

#### II.1.1.1.2.2. Hydrographie

Le réseau hydrographique est très dense et une importante nappe phréatique affleure dans plusieurs quartiers. Ce sont les bassins versants de Besseke, Bessoussoukou, Longmayagui, Mbanya, Mboppi, Ngoua, Nsape, Papas, Tongo-Bassa. Ces différents bassins sont traversés par plusieurs cours d'eaux constitués de drains primaires constamment envahis par les ordures ménagères et des déchets industriels. Parmi ces drains on peut citer le Tongo-Bassa, le Kondi, le Ngoua, le Nganguè, le Mbanya, le Besseke, le Mboppi, le Manoka et le Bipeli. Ces dernières années, un rétrécissement de nombreux cours d'eau et leur envahissement par les macrophytes est remarqué suite à une forte

évapotranspiration, laquelle est inhérente aux variations de températures et aux activités anthropiques (Priso, 2016). Ce réseau est constitué par endroits de marécages.

#### **II.1.1.1.2.3. Sols**

Les sols de Douala sont constitués en majorité des formations argilo-sableuses ou sablo-argileuses contenant de l'eau en permanence. Ces sols montrent en général quatre faciès : les sols ferrallitiques, les sols hydromorphes, les sols peu évolués et les sols minéraux bruts. Les sols ferrallitiques occupent 75 % des surfaces du Littoral et sont de couleur ocre-jaune (Olivry, 1986). La teneur en bases échangeables est très faible avec un pH toujours acide (5,5). Le relief de la ville et ses environs immédiats est celui des basses terres côtières avec des formations sédimentaires (argiles, marnes, sables et grès) (Din et *al.*, 2008).

#### **II.1.1.1.3. Population et développement**

Aujourd'hui, Douala est l'une des villes la plus peuplée du Cameroun et se caractérise par des taux d'urbanisation et de chômage les plus élevés du pays (Anonyme 6, 2017). Elle doit cette position au fait qu'elle s'est imposée comme capitale économique du pays par son port qui a permis le développement d'une importante activité industrielle du Cameroun, le Wouri étant la principale porte d'entrée et de sortie du pays sur le plan maritime.

L'accroissement démographique, l'urbanisation anarchique associée à une paupérisation accentuée par la crise économique ont soumis la ville de Douala à de nombreuses dégradations. De nouveaux quartiers tels que Bonamoussadi, Makepe, Logpom, Logbessou, Mabanda, Ndobu, Nyalla, Madagascar et Ndogpassy se sont développés avec des infrastructures urbaines y afférentes le plus souvent insuffisantes. En effet, la rareté des stations d'épuration entraîne une accentuation de la pollution des ruisseaux, des cours d'eau, des rivières, des marécages, voire de la nappe phréatique. L'air et le sol subissent également diverses atteintes qui modifient leur qualité. En outre, une pression accrue s'est exercée sur les écosystèmes forestiers riverains avec des conséquences notables sur l'état de la végétation et la disponibilité en produits forestiers non ligneux. Aussi, la mangrove et les forêts riveraines sont dégradées par les populations qui recherchent l'espace pour les cultures, l'habitat et la création des industries (Din et *al.*, 2002).

#### **II.1.1.1.4. Etat de la végétation dans la ville de Douala et ses environs**

De manière générale, la végétation de la zone Littoral du Cameroun appartient au domaine de la forêt dense humide toujours verte Guinéo-congolaise, secteur forestier toujours vert Nigéro-Camerouno-Gabonais ou Atlantique, district atlantique littoral (Letouzey, 1985 ; Gartlan, 1989). Ce

district est circonscrit par le district atlantique biafréen et représenté dans la région de Ndian-Mudemba jusqu'à Ekondo-Titi et Bamusso, puis s'étend entre l'océan et le périmètre défini par Tiko, Muyuka, Mbanga et kribi. Il englobe les estuaires de la rivière Cross, du Wouri, de la Sanaga et du Nyong ainsi que l'extrémité du Ntem frontalier vers Campo. Cette végétation est composée de la « forêt littorale à *Lophira alata* et *Saccoglottis gabonensis* », la mangrove, les marécages, la végétation rupicole et les agro-écosystèmes (Letouzey, op cit.). Tous ces écosystèmes terrestres et hydromorphes subissent d'énormes pressions anthropiques (pollution surtout en milieu urbain et déforestation en milieu périurbain) (Priso et al., 2011).

Depuis les indépendances, ces forêts sont soumises à de sévères attaques : urbanisation accrue, ouverture des voies de communication, création des plantations agricoles vivrières et industrielles (Letouzey, 1985). Cet auteur signale des faciès de dégradation de ces forêts, lesquels renferment : *Desmodium adscendens*, *Harungana madagascariensis*, *Haumania danckelmaniana*, *Megaphrynium macrostachyum*, *Nephrolepis biserrata*, *Selaginella myosorus*. De même il note l'apparition des espèces anthropophiles telles que *Albizia adianthifolia*, *Anthocleista schweinfurthii*, *Pycnanthus angolensis*, *Tetrapleura tetraptera*, *Xylopi aethiopica*.

Par ailleurs il apparaît que la prolifération incontrôlée des espèces exotiques peut supprimer les processus naturels de succession. Ainsi, l'espèce *Cecropia peltata*, introduite accidentellement d'Amérique Centrale près de la ville côtière de Limbe a remplacé l'espèce indigène *Musanga cecropioides* le long de plusieurs dizaines de km de route. *Chromoleana odorata* a envahi la forêt défrichée dans laquelle le couvert n'est pas continu, inhibant ainsi le processus naturel de régénération.

#### **II.1.1.1.4.1. Composition floristique actuelle de la végétation**

Aujourd'hui, la ceinture verte intra et périurbaine montre par endroits des tâches de bosquets, des jachères plus ou moins âgées dans la ville de Douala ; des massifs de forêts étalés sur plusieurs km aux environs. Malgré la présence des espèces à grands diamètres comme *Coula edulis*, *Lophira alata*, *Terminalia ivorensis*, *Pachypodianthus* sp., la flore est souvent caractérisée par la présence :

- de plusieurs individus de faible diamètre en phase de rajeunissement ;
- des espèces fruitières comme *Annona muricata*, *Citrus sinensis*, *C. limon*, *Cocos nucifera*, *Carica papaya*, *Dacryodes edulis*, *Musa paradisiaca*, *Persea americana*, *Zea mays*, etc. ;
- des plantes ornementales (*Abrus precatorius*, *Acalypha wilkesiana*, *Senna alata*, *Lantana camara*, *Terminalia mantaly*, etc.) ;
- des plantes rudérales (*Ageratum conyzoides*, *Chromoleana odorata*, *Cleome ciliata*, *Commelina benghalensis*, *Cyatula prostrata*, *Cyperus difformis*, *Eleusine indica*, *Synedrella nodiflora*, *Urena lobata*, etc.) ;

- des espèces de mangrove comme *Avicennia germinans*, *Rhizophora racemosa*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*, *Pandanus candelabrum*, *Phoenix reclinata*, etc.) ;
- d'autres espèces arborescentes comme *Alchornea cordifolia*, *Bridelia micrantha*, *Cecropia peltata*, *Cola acuminata*, *C. nitida*, *Guibourtia demeusei*, *Harungana madagascariensis*, *Musanga cecropioides*, *Raphia hookeri*, *Symphonia globulifera*, etc.

Selon Priso (2016), la végétation des périphéries de la ville de Douala montre également des grandes unités écophysionomiques dans lesquelles on peut rencontrer :

- une végétation rudérale, culturale et des jachères, lesquelles regroupent des formations anthropiques, nitrophiles (décombres et bords des chemins) ;
- une végétation herbacée des sols inondés ;
- des recrus pré-forestiers, végétation frutescente ou arbustive qui amorce la recolonisation forestière dans les trouées de la forêt à la fin d'un cycle cultural ;
- des forêts secondaires jeunes, essentiellement à *Alchornea cordifolia*, *Harungana madagascariensis*, *Musanga cecropioides* caractérisées par une croissance rapide, une nitrophilie marquée, un pouvoir de concurrence très accusé, un pouvoir de dissémination actif et efficace, un taux d'épiphytisme très faible ;
- des forêts liées aux sols hydromorphes ;
- des forêts périodiquement inondées ;
- des formations végétales purement herbeuses possédant en plus une strate arbustive ou arborescente assez faible et dont les constituants n'ont aucune action notable sur la composition des strates inférieures.

En plus de ces unités, les pelouses aménagées en milieu purement urbain et les réserves forestières ont une place prépondérante.

De manière générale, une végétation plus ou moins anthropisée, des agro-écosystèmes, la mangrove et la forêt toujours verte sont prédominants dans la région du Littoral. Tous ces écosystèmes sont caractérisés par leur qualité biologique, leurs vulnérabilité et degré de maturité variables (Priso, op cit.).

#### **II.1.1.1.4 2. Dégradation des forêts**

De Wasseige et *al.* signalent en 2009 une perte d'environ 22 523 732 ha de la surface forestière, soit 48 % de la superficie du Cameroun. Une occupation anarchique des forêts côtières réduit la superficie de ces écosystèmes. A titre d'exemple, l'extension du port de Douala a entraîné la perte d'environ 100 ha de mangrove alors que les créations des brasseries internationales et des

fermenteries du Cameroun a entraîné la dégradation de plusieurs hectares de forêts dans la zone de Boadibo (Din *et al.*, 2001 ; 2002 ; 2008).

De même, l'observation des cartes de la végétation ainsi que les prospections sur le terrain montrent une extension des agglomérations. Celle-ci s'est accompagnée d'une dégradation et d'un recul de la végétation inhérents à un accroissement des populations. En effet l'intensification des coupes, l'urbanisation et la création des agro-industries ont fortement contribué à l'altération des écosystèmes (De Fries *et al.*, 2010). L'urbanisation anarchique, conséquence d'une démographie galopante et surtout l'incivisme prédisposent certaines populations à une occupation incontrôlée de l'espace malgré les plans d'aménagement qui permettent un usage judicieux dans l'espace et dans le temps des interventions susceptibles d'être exercées dans divers milieux. Il peut s'en suivre la destruction de plusieurs hectares de forêt au profit de l'agriculture, de l'habitat, de la création des voies de communication ou la recherche du bois d'œuvre.

## **II.1.1.2. Cas de la ville de Yabassi**

### **II.1.1.2.1. Situation administrative et géographique**

L'Arrondissement de Yabassi est située dans la région du Littoral et dans le Département du Nkam (figure 6). Il couvre une superficie de 3080 km<sup>2</sup> et est situé entre 4°20'10''- 4°40'48'' de Latitude Nord et 9°50' 11''-10°10'55'' de Longitude Est, avec une altitude moyenne de 17,5 m. La Commune de Yabassi est limitée au Sud par les Arrondissements de Dibamba et Douala III, à l'Est par les Arrondissements de Nkondjock et Yingui, au Nord par les arrondissements de Njombé/Penja, Loum et Nlonako, à l'Ouest par les Arrondissements de Dibombari et Douala V (Anonyme 15, 2011).

### **II.1.1.2.2. Présentation du cadre physique de Yabassi**

#### **II.1.1.2.1.1. Climat**

Le climat de Yabassi, caractérisé par une forte humidité, est de type sub-équatorial à tendance tropicale avec deux saisons une saison sèche allant de novembre à avril et une saison de pluie allant de mai à octobre. Les températures moyennes oscillent entre 23 et 29°C. Les pics de précipitations se situent entre 2900 et 3000 mm et le maximum des précipitations se situe entre juillet et août, tandis que décembre et janvier sont les mois les plus chauds (Anonyme 15, op cit.).

#### **II.1.1.2.1.2. Hydrographie**

L'arrondissement de Yabassi est fortement arrosée par de nombreux cours d'eaux dont les principaux sont : le Nkam (principal cours d'eau) encore appelé Wouri dans sa partie inférieure, la Dibamba, la Makombé, le Mahé, le Nsaké et le Njanga. Le fleuve Nkam résulte de la rencontre au



niveau de la frontière Santchou (Département de la Menoua) et Kekem (Département du Haut-Nkam) de deux cours d'eau : le « Petit Nkam » et le « Ngoung ». Il part de Nkongsoung (Département du Moungo), passant par Yabassi (Ndogbelé, Ancien marché, Bodiman, Ewodi), pour devenir le Wouri au niveau d'Akwa-nord (Département du Wouri) (Anonyme 16, 2011).

#### **II.1.1.2.1.3. Sols**

Les sols de Yabassi sont de types ferralitiques à texture sableuse dominante et ayant une faible capacité de rétention d'eau. Le sous-sol est argileux latéritique marqué par une prédominance des termitières et des cailloux et se transforment par endroits en sable et massifs rocheux (Anonyme 15, 2011). Le relief est en palier étagé de 20 à 1000 m d'altitude de l'estuaire du Wouri jusqu'au rebord des hautes terres. C'est un relief faiblement ondulé mais très accidenté avec une succession de petites vallées étroites, des collines et des bas-fonds. Ce relief favorise l'enclavement de cette zone rendant ainsi l'accessibilité très difficile (Anonyme 16, op cit.).

#### **II.1.1.2.1.3. Végétation**

L'Arrondissement de Yabassi est situé dans une zone forestière qui s'apparente à celle des forêts denses humides. La flore de la zone correspond à la forêt de type équatoriale humide. La forêt est étagée avec des lianes. La végétation protège le sol contre l'érosion et fournit de l'humus qui favorise la fertilisation du sol. *Lophira alata*, *Cynometra hankei*, *Saccoglottis gabonensis*, *Coula edulis*, *Milicia excelsa*, *khaya ivorensis*, *Entandrophragma cylindrica*, sont des espèces dominantes de la flore terrestre (Anonyme 16, op cit.). Ces essences forestières sont souvent sujettes à des exploitations dues aux activités anthropiques.

#### **II.1.1.2.1.4. Milieu humain et activités socio-économiques**

La population de Yabassi est estimée à près de 13 000 habitants avec un taux de croissance de -1,72 % par an. Cette population est vieillissante et la couche jeune entre 18 et 28 ans se place en second rang. Cette population, aujourd'hui plus représentative, est constituée à la fois d'autochtones et d'allogènes. Les principales activités socio-économiques dans l'Arrondissement sont l'agriculture, la pêche, la chasse et l'élevage. Ces activités occupent 40 % de la population de Yabassi. Les activités telles que le transport, le commerce, les emplois administratifs, l'artisanat et autres activités occupent respectivement 20 %, 20 %, 10 %, 5 % et 5 % (Anonyme 16, op cit.). Cette zone a certes subi l'influence anthropique par l'installation d'une université, mais le phénomène d'urbanisation n'y est pas très accru.

### **II.1.2. Matériel végétal**

Le matériel biologique est constitué :

- des spécimens d'échantillons présents à l'Herbier National du Cameroun ;
- des échantillons des différents organes (feuilles, tiges et racines) des plantes sélectionnées pour le dosage des ETM.

### **II.1.3. Matériel de terrain**

Le matériel suivant est utilisé pour la collecte des données :

- des fiches d'enquêtes servant à la collecte des données ethno-pharmacologiques ;
- un GPS (Global Positioning System) de marque Garmin 60 CSx utilisé, pour la prise des coordonnées géographiques des sites de collecte des données ;
- une boussole, pour s'orienter ;
- un appareil photographique numérique (SAMSUNG), pour la prise des vues ;
- une machette, pour tailler les piquets et frayer les axes d'accès ;
- des ficelles, pour délimiter les parcelles ;
- un marteau, pour fixer les piquets au sol ;
- un ruban-mètre, pour mesurer les dimensions des parcelles ;
- des sécateurs servant à la récolte des échantillons ;
- des carnets de note et crayons ordinaires utilisés, pour la prise des données ;
- des papiers journaux et une presse en bois, pour le séchage et la conservation des échantillons de plantes ;
- l'alcool éthylique dilué à 70 °C, pour la conservation des échantillons non identifiés sur le terrain ;
- des sachets plastiques, pour conserver les échantillons récoltés ;
- une glacière, pour la conservation des échantillons destinés aux analyses au laboratoire.

### **II.1.4. Matériel de laboratoire**

Les matériels de laboratoire utilisés sont :

- un pH mètre de marque HACH (HQ 11d), pour la détermination des pH des sols ;
- une étuve (SELECTA) utilisée, pour sécher les échantillons des différents organes des plantes sélectionnées pour le dosage des éléments traces métalliques ;
- une balance sensible (SARTORIUS), pour peser les échantillons des différents organes des plantes sélectionnées ;
- un distillateur d'eau (BÜCHI K350) utilisé, pour distiller l'eau ;

- un mixeur (MOULINEX), pour broyer les échantillons ;
- le digesteur des ETM « SH 230N », pour minéraliser les différents échantillons à analyser ;
- le papier filtre (WHATMANN) de 0,42 µm de diamètre, pour filtrer les échantillons minéralisés ;
- les réactifs chimiques de marque HACH tels que l'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) concentré à 65 %, le peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) concentré à 30 %, l'acide perchlorique (HClO<sub>4</sub>) concentré à 70 %, ont été utilisés, pour la minéralisation des échantillons ;
- les réactifs standards de plomb (Pb), chrome (Cr), zinc (Zn), cuivre (Cu) et cadmium (Cd) provenant de la compagnie HACH ;
- le spectrophotomètre (HACH DR/3900), pour évaluer les teneurs des ETM citées ci-dessus dans les échantillons des plantes sélectionnées et leurs substrats d'origine.

## **II.2. Méthodes**

Les travaux de terrain se sont déroulés durant la période de janvier 2013 à décembre 2016.

### **II.2.1. Enquêtes ethno-pharmacologiques**

Les enquêtes ethno-pharmacologiques ont été menées dans 16 quartiers répartis dans le Département du Wouri entre 2013 et 2014. Les informateurs ont été choisis sur la base d'un échantillonnage aléatoire. En effet dans chaque arrondissement, 08 à 13 personnes volontaires étaient choisies au hasard. Les enquêtes ont été élaborées avec les entrevues semi-structurées en langues locales et française, ceci à l'aide de la fiche standard d'enquête utilisée par la Commission de Recherche Scientifique et Technique de l'Organisation de l'Unité Africaine (STRC/OUA) (Anonyme 17, 1985). Ainsi les informations relatives aux plantes ont été obtenues à travers une conversation orale dans laquelle les questions ouvertes ont été privilégiées en vue d'éviter de compromettre la spontanéité des réponses (Bruni et *al.*, 1997). Cette méthode a déjà été utilisée par plusieurs chercheurs qui s'intéressent aux plantes médicinales, notamment Bouquet (1964), Adjanohoun et *al.* (1988 ; 1996). Elles étaient orientées vers des personnes susceptibles d'être impliquées dans l'utilisation des plantes pour la thérapie (les guérisseurs, les herboristes, les tradithérapeutes, les apprenti-tradipraticiens, les sage-femmes, les populations indigènes, les vieillards, vendeuses d'organes de plantes médicinales et autres) et portaient sur les enquêtes socio-démographiques à savoir : l'état civil, les différentes maladies soignées, les noms communs et locaux des plantes, les organes des plantes utilisés, les recettes, les modes de préparation, la posologie, la fréquence d'utilisation de la plante, les effets indésirables quand ils existent. Les personnes ressources étaient réparties en fonction du sexe, l'âge, le niveau d'étude, le nombre de plantes déclaré.

Les enquêtes ont été menées après l'obtention du consentement des autorités locales, chefferies traditionnelles et des informateurs dans les 16 quartiers. La démarche employée a consisté à se renseigner sur l'existence d'un ou des tradithérapeutes auprès des différentes chefferies traditionnelles et des vendeurs des organes des plantes médicinales dans les différents marchés de la ville de Douala (marché Dakar, marché double-balle à Bépanda, marché des chèvres et marché Nkoulouloun à New-Bell). Le choix de cette démarche a été motivé d'une part par le fait que la chefferie traditionnelle est considérée comme le siège de la tradition et par conséquent le siège par excellence de l'héritage culturel d'une communauté sur laquelle repose les connaissances en matière d'ethnobotanique (Konan, 2012), d'autre part que les marchés sont réputés desservir la ville en plantes médicinales (Tongo et *al.*, 2003 ; Dibong et *al.*, 2011c).

L'équipe était accompagnée par des autochtones maîtrisant la langue « *duala* » et ayant une bonne connaissance de la flore locale. Les données sur la fréquence de prélèvement des plantes médicinales ont été collectées. Les espèces de plantes médicinales recensées et non identifiées sur le terrain ont été récoltées selon les techniques botaniques, pressées, séchées, en vue d'une identification et/ou confirmation par comparaison avec les spécimens déposés à l'Herbier National du Cameroun.

### **II.2.1.1. Analyse statistique des données**

Les informations obtenues ont été codifiées dans une base de données et traitées. Les statistiques descriptives ont été utilisées pour résumer les données avec les logiciels Microsoft Excel 2013 et XIStat 2013. Les paramètres ci-dessous ont été estimés : la fréquence de citation, le classement de préférence des plantes médicinales, le Facteur de Consensus Informateur (FCI) et l'indice de fidélité.

#### **II.2.1.1.1. Fréquence de citation**

La fréquence de citation (FC) des espèces a été calculée afin d'évaluer les espèces les plus utilisées. Elle représente le pourcentage d'informateurs citant l'espèce (S), rapporté au nombre total d'informateurs enquêtés (N) (Singh et *al.*, 2011). 
$$FC = \frac{S}{N} \times 100$$

Une fréquence de citation élevée indique l'importance potentielle de l'espèce végétale signalée dans la zone d'étude. La connaissance de la fréquence de citation d'une plante précise peut être utile pour déterminer sa fiabilité et son efficacité pour le traitement d'une ou plusieurs maladies (Cakilcioglu et *al.*, 2011).

### II.2.1.1.2. Classement de préférence des plantes médicinales

Le classement de préférence représente le rangement des plantes médicinales les plus sollicitées dans une région donnée. Ce classement est fait auprès des informateurs-clés choisis au cours d'une enquête (Martin, 1995 ; Tugume *et al.*, 2016). Ainsi le classement des espèces de plantes médicinales les plus utilisées et disponibles a été établi à partir des renseignements fournis par les 15 informateurs-clés sélectionnés. Ces plantes ont été choisies en fonction de l'importance que ces informateurs attachent à ces espèces : (fréquence d'utilisation et efficacité de chacune d'elles, nombre de jours de guérison pour le traitement avec succès des maladies particulières). Puis les scores sont donnés en fonction de leur efficacité et de leur disponibilité. Ainsi la plus grande note (10) est donnée pour les plantes médicinales dont les informateurs pensent être les plus efficaces dans le traitement des maladies et facilement accessibles. Le score le plus bas (1) est donné aux plantes les moins efficaces et rares. Les valeurs attribuées à chaque espèce par tous les informateurs ont été additionnées afin d'obtenir une valeur de classement globale (Hoffman & Gallaher, 2007).

### II.2.1.1.3. Facteur de Consensus Informateur

Les maladies soignées par les plantes ont été regroupées en plusieurs catégories (Iwu, 1993). Le Facteur de Consensus Informateur (FCI) ou "Informant consensus factor" pour les différentes catégories de maladies a été conçu pour mettre en évidence les espèces qui ont un potentiel de guérison élevé. Il permet de tester l'homogénéité et la cohérence des connaissances obtenues auprès des informateurs sur un remède particulier dans une catégorie de maladie, d'indiquer quelles plantes sont largement utilisées et méritent ainsi d'autres études pharmacologiques et phyto-chimiques. Pour chaque catégorie il a été calculé suivant la formule défini par Heinrich *et al.* (1998) :

$$FCI = \frac{(N_{ur} - N_{tax})}{N_{ur} - 1} \quad \text{où } N_{ur} \text{ est le nombre total de citations des plantes enregistrées dans une}$$

catégorie de maladies,  $N_{tax}$  le nombre total de plantes utilisées dans cette même catégorie de maladies.

Ces valeurs de FCI se situent entre 0 et 1. Il est égale à 0 quand le nombre de plantes utilisées dans une catégorie de maladie est égal au nombre de citations enregistrées ; il est égal à 1 quand tous les participants s'accordent sur l'usage exclusif d'une seule ou un nombre réduit d'espèces pour une catégorie de maladie. Par ailleurs les valeurs proches de un (1) sont obtenue quand une seule ou un nombre réduit d'espèces est citée par une grande proportion d'informateurs pour les thérapies proposées pour une catégorie de maladies précise. Les valeurs proches de zéro (0) signifient qu'une grande diversité d'espèces est citée pour un même usage. Cela indique un faible degré d'accord ou désaccord entre les informateurs sur l'utilisation d'une espèce végétale pour le traitement d'une affection particulière ou catégorie de maladies (Trotter & Logan, 1986 ; Heinrich *et al.*, *op cit.*).

#### **II.2.1.1.3.1. Fréquence d'utilisation pour chaque catégorie de maladies**

Pour chaque catégorie de maladies, la fréquence de citation (FC) (nombre de fois où une espèce végétale est citée par les 192 personnes interrogées) est déterminée suivant la formule ci-dessous:

$$FC = \frac{\text{Nombre de citation d'une espèce pour une catégorie de maladie}}{\text{Nombre de citation d'une espèce pour toutes les catégories}} \times 100$$

#### **II.2.1.1.4. Indice de fidélité ou "Fidelity level"**

L'indice de fidélité ou "Fidelity level" (FL) correspond au pourcentage de citation d'une espèce par rapport au traitement d'une maladie particulière. Il permet de quantifier l'importance d'une espèce végétale pour traiter une affection particulière ou encore d'apprécier la popularité de certaines espèces utilisées dans une localité (Friedman *et al.*, 1986 ; Hoffman & Gallaher, 2007).

Il a été calculé pour les espèces les plus utilisées par le public cible ayant une fréquence de citation supérieure à 80 % par l'expression suivante :  $FL = \frac{N_p}{N} \times 100$ , avec FL correspondant à l'indice de fidélité ;  $N_p$  étant le nombre d'informateurs qui suggèrent l'utilisation de la plante pour le traitement d'une maladie particulière et  $N$  le nombre total d'informateurs ayant mentionné cette espèce végétale pour tout autre usage (Friedman *et al.*, 1986 ; Trotter & Logan, 1986).

### **II.2.2. Diversité floristique dans les différents habitats des plantes médicinales de Douala**

La diversité floristique de la zone d'étude a été évaluée afin de déterminer la disponibilité et la représentativité des plantes dans les habitats où on retrouve celles qui sont utilisées à des fins médicinales.

#### **II.2.2.1. Inventaire floristique**

Les inventaires floristiques ont été effectués au cours de plusieurs excursions entre 2013 et 2015, dans 16 quartiers (Bessengue, Bali, Deido, Ngangue, Oyack, Nylon, Logbaba, Yassa, Brazzaville, Nyalla, Beedi, Logpom, Ndogbo, Bépanda, kotto, Bonabéri) et cinq habitats différents déclarés comme sites de collecte des plantes médicinales lors des précédentes enquêtes : les alentours des maisons (AM), les bordures des routes (BR), les immondices, (IM), les jachères plus ou moins âgées (JA) et les terrains vagues (TV). La méthode des points quadrats de Levy & Madden (1933), reprise par de nombreux auteurs (Daget & Poissonnet, 1971 ; White, 1992) a été utilisée à cette fin. La recherche des meilleurs emplacements pour les relevés a nécessité plusieurs missions de prospections qui ont permis de réaliser plusieurs quadrats où on y a dénombré les espèces végétales.

### II.2.2.1.1. Méthode des quadrats

La méthode des points quadrats de Levy et Madden (1933) permet de déterminer dans la même opération de terrain et pour une même unité de milieu la composition floristique, la structure horizontale (recouvrement) et verticale (stratification) de la végétation et les états de surface du sol proprement dits. Les critères de choix de l'emplacement des quadrats sont d'ordre floristique et physiognomique. En effet, la comparaison des relevés floristiques entre eux sur un site nécessite que les surfaces sur lesquelles seront effectuées les relevés aient un même aspect physiognomique et sans destruction de la flore (Gounot, 1969 ; Guinochet, 1973).

### II.2.2.1.2. Méthodes d'échantillonnage

Après identification du site de collecte, le premier travail a consisté à délimiter la parcelle-échantillon. Etant donné que la végétation de la ville est constituée en majorité des plantes herbacées, de quelques arbustes et arbres épars, les quadrats de 25 m<sup>2</sup> (5 m x 5 m) épars ou juxtaposés (quand cela était possible) ont été mis en place. À l'intérieur de chaque quadrat, le relevé floristique a consisté à dresser la liste exhaustive de toutes les espèces végétales présentes avec notation des coefficients d'abondance-dominance de chaque espèce tels que définis par l'échelle de Braun-Blanquet (1964) et modifiés par Gillet et *al.* (1991). A partir de cette échelle, les classes de recouvrement, le recouvrement moyen et le type de recouvrement ont été établis pour chaque espèce (tableau II).

Tableau II. Coefficients de recouvrement moyen des espèces (Braun-Blanquet, 1964).

(i : espèce représentée par un seul individu ;

+ : espèce représentée par quelques individus épars, avec un très faible recouvrement < 1 % ;

1 : individus peu abondants et recouvrement < 1/20 (1-5 % de la surface du relevé) ;

2 : recouvrement entre 1/20 et 1/4 (5-25 % de la surface du relevé) ;

3 : recouvrement entre 1/4 et 1/2 (25-50 % de la surface du relevé) ;

4 : recouvrement entre 1/2 et 3/4 (50-75 % de la surface du relevé) ;

5 : recouvrement > 3/4 (> 75 % de la surface du relevé).

Echelle d'abondance-dominance	Classe de recouvrement (%)	Recouvrement moyen (%)	Type de recouvrement
+	< 1	0,5	Très faible
1	1-5	3	Assez faible
2	5-25	15	Faible
3	25-50	37,5	Moyen
4	50-75	62,5	Elevé
5	75-100	87,5	Très élevé

Au total 400 quadrats de 25 m<sup>2</sup> chacun, représentant une surface totale de 1 ha ont été réalisés dans les 16 quartiers et les cinq différents habitats. Dans chaque quartier investigué, 25 quadrats ont été explorés minutieusement, à raison de 5 quadrats par type d'habitat (figure 6). Ce qui a permis d'explorer 80 quadrats représentant une superficie totale de 2000 m<sup>2</sup> par type d'habitat et d'établir une

liste représentative de la flore des sites de collecte des plantes médicinales par les populations locales selon la classification APG III (Angiosperm Phylogeny Group) (Anonyme 18, 2009).

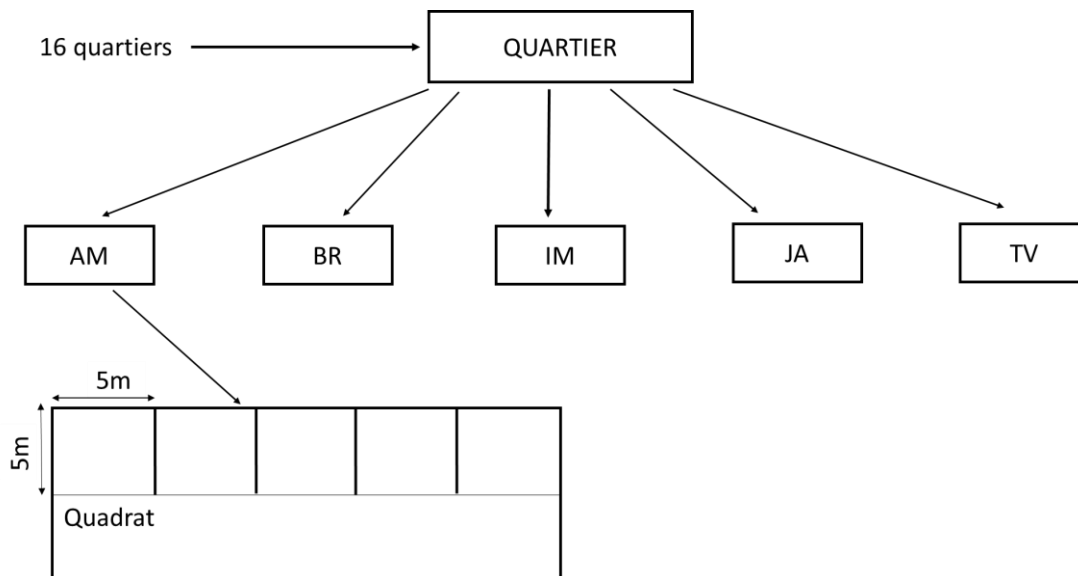


Fig. 6. Dispositif d'échantillonnage de l'inventaire floristique.

(AM : alentours des maisons ; BR : bordures des routes, IM : immondices, JA : jachères plus ou moins âgées, TV : terrains vagues).

### II.2.2.1.3. Récolte et identification des échantillons

Les espèces de plantes médicinales recensées et non identifiées sur le terrain ont été récoltées, pressées, séchées en vue d'une identification et/ou confirmation par comparaison avec les spécimens déposés à l'Herbier National du Cameroun ou à travers une consultation documentaire des flores telles que : « Flora of West Tropical Africa » (Hutchinson & Dalziel, 1968), « la forêt dense d'Afrique Centrale » (Tailfer, 1990), « Trees of Nigeria » (Keay, 1989), des différents volumes des « Flore du Cameroun » et des différents volumes des « Flore du Gabon ». Les noms vernaculaires ont été confirmés en utilisant les tomes 1 et 2 des livres intitulés « Les cahiers du Male ma makom : Pharmacopée traditionnelle Douala » de De Rosny et *al.* (1987, 1994).

Par ailleurs dans chaque relevé les informations étaient prises sur : les coordonnées géographiques; la physionomie générale de la végétation, la nature du milieu (terre ferme, alentours des maisons, bordures des routes, immondices, jachères, surfaces abandonnées, etc.), les indices d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (1964), les types biologiques et morphologiques, les statuts d'utilisations des plantes.

Les caractéristiques morphologiques, biologiques, phytogéographiques, écologiques et celles liées à la reproduction (types de diaspores et modes de dissémination) des espèces ont été rassemblées à partir des observations sur le terrain, de divers thèses (Kassi n'dja, 2006 ; Momo, 2009) et ouvrages. Il en est de même pour le statut de conservation des espèces basé ici sur les lignes d'application des catégories de la liste rouge de l'UICN (Anonyme 19, 2012). Ces informations fonctionnelles



permettent de mieux comprendre le rôle de chaque espèce dans l'écosystème et leurs proportions représentent une réponse de la végétation à un environnement changeant de plus en plus dominé par l'Homme.

### **II.2.2.2. Analyse des données floristiques**

Les espèces inventoriées dans les relevés ont permis de quantifier et décrire la flore de la ville de Douala à l'aide des calculs des différents indices. Les informations obtenues ont été codifiées dans une base de donnée puis traitées et analysées statistiquement avec les logiciels Excel 2013, XIStat et R. Les paramètres ci-dessous ont été calculés afin d'effectuer une analyse qualitative de la flore étudiée :

#### **II.2.2.2.1. Quotient spécifique**

Le quotient spécifique (QS) ou indice de diversité générique est un indice qui permet de caractériser une flore. Il permet de déterminer la stabilité d'un peuplement végétal (Evrard, 1968 ; Sonké, 1998). Sa formule est la suivante :  $QS = \frac{SP}{G}$  où QS est le quotient spécifique ; SP est le nombre d'espèces ; G est le nombre de genres.

Si la valeur de QS est supérieure à 1, la famille étudiée est riche en espèces et pauvre en genres. Si par contre elle est inférieure à 1, on a une pauvreté en espèces et une richesse en genres. Lorsque ce quotient est de 1 ou très proche, il indique une végétation stable et donc ancienne (Sonké, op cit.).

#### **II.2.2.2.2. Recouvrement relatif, indice de présence et pourcentage de présence**

Les indices d'abondance-dominance ont permis de calculer pour chaque espèce son recouvrement moyen, son indice de présence et recouvrement relatif.

Le recouvrement moyen (RM<sub>i</sub>) d'une espèce i est la proportion qu'occupe cette espèce dans un milieu donné. Il correspond à :  $RM_i = \frac{\text{recouvrement de l'espèce } i}{\text{Nombre total de relevés}}$

L'indice de présence P<sub>i</sub> qui est le rapport entre le recouvrement moyen de l'espèce (RM<sub>i</sub>) et le recouvrement moyen total ou la somme de tous les recouvrements moyens ( $\sum RM$ ).

$$P_i = RM_i / \sum RM$$

Le recouvrement relatif (Rr) ou pourcentage de présence correspond à l'indice de présence x 100.  
 $Rr = P_i \times 100$

### II.2.2.2.3. Indices de diversité spécifique

L'utilisation des indices d'un usage courant a permis de mettre en évidence la diversité spécifique des communautés végétales dans les différents types de quadrats. Les indices utilisés dans le présent travail sont les suivants : la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon-Weaver, l'équitabilité de Pielou, l'indice de diversité de Simpson.

La richesse spécifique (S) d'une communauté est le nombre d'espèces que compte une communauté ou le nombre total d'espèces dans un relevé (Sinsin, 2001).

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (Shannon & Weaver, 1949) est utilisé dans l'étude comparative des communautés car il est indépendant de la taille de la population étudiée. Par ailleurs il accorde plus d'importance aux espèces rares (Barbault, 1983 ; Ramade, 1994). Cet indice de diversité varie en fonction du nombre d'espèces présentes ou en fonction de la proportion relative du recouvrement de ces espèces. Il est noté  $H'$ , s'exprime en bits et se calcule par la formule :

$$H' = -\sum \left( \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \right) = -\sum p_i (\ln p_i)$$

où  $n_i$  = recouvrement moyen de l'espèce  $i$  dans la communauté (fréquence de l'espèce  $i$ ) ;

$N$  = recouvrement total de toutes les espèces dans la communauté (somme des fréquences de toutes les espèces) ;  $\ln$  = logarithme népérien ;  $P_i$  = proportion relative du recouvrement moyen de l'espèce  $i$  dans la communauté (fréquence relative).

Les valeurs élevées de l'indice de Shannon-Weaver montre que la flore étudiée est fortement diversifiée et toutes les espèces sont bien représentées, ou encore que le nombre d'espèces est élevé et que leurs proportions sont voisines. Les valeurs faibles suggèrent une prédominance d'un petit nombre d'espèces par rapport aux autres (Shannon & Weaver, op cit.).  $H'$  est maximal ( $H_{\max}$ ) lorsque toutes les espèces sont également représentées dans l'échantillonnage. Plus la dominance d'un petit nombre d'espèces est élevée, plus  $H'$  est faible et moins le milieu est diversifié (Legendre & Legendre, 1984). L'indice de Shannon varie en fonction du nombre d'espèce présent. Selon Frontier & Pichod-Viale (1993), il peut être maximal en prenant les valeurs comprises entre 8 et 9 pour des échantillons comprenant notamment 100 à 200 échantillons. Il est maximal quand tous les individus sont repartis d'une façon égale sur toutes les espèces. Il est cependant minimal si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce.  $H'_{\max} = \ln S$ ,  $S$  étant le nombre d'espèces.

L'équitabilité de Pielou (Pielou, 1969 ; Lebreton & Yaccoz, 1987 ; Frontier & Pichod-Viale, 1993) encore appelé indice d'équi-répartition représente le rapport maximal théorique dans un peuplement ( $H'_{\max}$ ). On la note EQ et elle se calcule par la formule :

$$EQ = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{\ln S} \quad \text{où } H' \text{ et } S \text{ sont les indices définis ci-dessus.}$$

Cet indice est une mesure du degré de diversité atteint par le peuplement. Il correspond au rapport entre la diversité effective ( $H'$ ) et la diversité maximale théorique ( $H'_{\max}$ ) et permet de comparer la

diversité de deux quadrats qui auraient des indices de diversités différents. L'équitabilité varie entre 0 et 1 : elle tend vers 1 quand chacune des communautés est représentée par le même nombre d'espèce ou le même recouvrement. Ceci permet d'affirmer qu'on a une bonne équi-répartition entre les relevés des groupements étudiés.

L'indice de diversité de Simpson (Simpson, 1949 ; Lebreton & Yaccoz, op cit.) mesure la probabilité pour que deux individus extraits au hasard d'une communauté appartiennent à la même espèce. Il est noté  $D'$  et se calcule par la formule :  $D' = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$  ou encore  $D = \sum (p_i)^2$ . C'est un indice de dominance car, d'une part, sa valeur maximale est atteinte lorsqu'il n'y a qu'une seule espèce présente (dominance complète) et, d'autre part, sa valeur tend vers 0 lorsqu'il y a un grand nombre d'espèces, chacune de ces espèces ne représentant qu'une très petite fraction du total (absence de dominance). Il favorise donc les espèces abondantes.

#### **II.2.2.2.4. Coefficient de similitude de Sorensen**

Il permet de comparer les différents types de communautés végétales. Les relevés effectués dans chaque communauté végétale sont comparés deux à deux, en fonction de leurs similitudes floristiques (Sorensen, 1948, cit Gounot (1969) ; Priso et *al.*, 2011). Ce coefficient a été calculé grâce à la formule suivante :  $S = \left( \frac{2C}{A+B} \right) \times 100$  avec A = nombre d'espèces ou richesse spécifique totale de la communauté 1 ; B = nombre d'espèces ou richesse spécifique totale de la communauté 2 ; C = nombre d'espèces commune aux deux communautés végétales.

Cet indice de similitude est compris entre 0 et 100 ; plus les communautés sont différentes entre elles, plus cet indice tend vers 0. Si cet indice est supérieur à 50 % ; les communautés en question sont considérées comme semblables avec une composition floristiquement homogène.

#### **II.2.2.3. Répartition verticale des végétaux ou types morphologiques**

Pour chaque espèce la hauteur optimale à maturité, qui renseigne sur la capacité de l'espèce à occuper l'espace vertical dans l'écosystème, a été indiquée. Ces espèces sont réparties en :

- arbres (A) : ligneux de plus de 10 m de haut ;
- arbustes (Ar) : ligneux de moins de 10 m de haut ;
- herbacées rampantes (Hr) : plantes rampantes ou grimpantes ;
- herbacées (Hh) : hautes herbacées de plus de 1 m ;
- herbacées basses (Hb) : herbacées d'au plus 1 m.

#### II.2.2.4. Répartition horizontale des végétaux

Certains indices comme l'abondance, la fréquence, la dominance et la densité des espèces ont permis de mieux l'analyser. Les analyses fonctionnelles concernaient les phytochories et les traits de vie des espèces (types de diaspores, modes de dispersion).

##### II.2.2.4.1. Indices d'abondance

On distingue ici l'abondance absolue et l'abondance ou densité relative.

- Abondance absolue : c'est le nombre total d'individus ( $N_i$ ) (ou famille) d'une espèce donnée par unité de surface.
- Abondance ou densité relative ( $Dr$ ) : c'est le rapport du nombre d'individus d'une espèce donnée (ou famille) sur le nombre total d'individus de toutes les espèces (ou familles) de la communauté multiplié par 100.

$$Dr = \frac{\text{Nombre d'individus de l'espèce (ou famille)}}{\text{Nombre total d'individus d'espèces (ou familles) dans l'échantillon}} \times 100$$

##### II.2.2.4.2. Fréquence relative ou degré de présence

La fréquence d'apparition d'une espèce est donnée par le rapport entre le nombre de relevés où l'espèce  $i$  (ou famille) est présente et le nombre total de relevés de la communauté  $\times 100$ . On la désigne ( $Fr$ ) et elle se calcule selon la formule :  $Fr = \left(\frac{p_i}{P}\right) \times 100$  où  $Fr$  est la fréquence relative,  $P_i$  : le nombre de relevés où l'espèce  $i$  est présente,  $P$  : le nombre total de relevés.

Elle permet d'apprécier l'homogénéité floristique des communautés végétales (Gounot, 1969 ; Daget, 1976). Les pourcentages correspondants sont repartis en classes de présence selon l'échelle de Braun-Blanquet (1964) et modifiée par Gillet *et al.* en 1991 (tableau III) :

Tableau III. Répartition par classe de présence (Braun-Blanquet, 1964).

Classe de présence	Présence
R	Espèces présentes dans moins de 5 % des relevés
+	Espèces présentes dans 5 à 10 % des relevés
I	Espèces présentes dans 11 à 20 % des relevés
II	Espèces présentes dans 21 à 40 % des relevés
III	Espèces présentes dans 41 à 60 % des relevés
IV	Espèces présentes dans 61 à 80 % des relevés
V	Espèces présentes dans 81 à 100 % des relevés

A partir des classes de fréquences, un groupement est dit stable si classe I > classe II > classe III  $\geq$  ou  $\leq$  classe IV < classe V (Guinochet, 1973 ; Gounot, *op cit.*).

#### **II.2.2.4.3. Indice de raréfaction**

L'indice de raréfaction des espèces (Rarity-weighted Index) a été calculé suivant l'équation de Géhu & Géhu (1980) :  $Ir = [1 - \left(\frac{P_i}{P}\right)] \times 100$  ou encore  $(Ir) = 1 - F$ , où  $P_i$  : le nombre de relevés où l'espèce  $i$  est présente,  $P$  : le nombre total de relevés et  $F$  étant la fréquence de l'espèce.

Conformément à cette relation, les espèces dont les  $Ir < 80\%$  sont considérées comme des espèces préférentielles, très fréquentes ou prépondérantes dans les sites étudiés. Les espèces aux  $Ir \geq 80\%$  sont considérées comme espèces rares (Géhu & Géhu, op cit., 1980).

#### **II.2.2.5. Description des communautés**

##### **II.2.2.5.1. Densité taxonomique**

Au niveau de chaque famille représentée dans les différents relevés (quadrats), on a déterminé le nombre de genres (NG), le nombre d'espèces (NE), le nombre d'espèces par genre (EG), et l'abondance ou densité relative (Dr).

##### **II.2.2.5.2. Diversité et abondance des familles et des espèces**

L'estimation des indices de diversité et d'abondance au niveau des familles et des espèces permettent de caractériser la stabilité d'un peuplement végétal (Sonké, 1998). Les indices suivants ont été calculés :

- "Family Importance Value" (FIV): qui est la somme de la densité relative + recouvrement relatif + diversité relative d'une famille (Mori et *al.*, 1983 ; Senterre et *al.*, 2001) ;
- "Importance Value Index" (IVI) qui est la somme de la densité relative + recouvrement relatif + fréquence relative d'une espèce (Cottam & Curtis, 1956 ; Senterre et *al.*, op cit.).

##### **II.2.2.6. Analyse des caractères autoécologiques ou spectres écologiques**

Il s'agit de la notion caractéristique des groupes de plantes en relation avec leur milieu (Evrard, 1968). Pour mieux comprendre le fonctionnement d'un écosystème donné, il est utile de le décomposer en un nombre réduit d'ensembles d'espèces présentant certaines caractéristiques communes, soit structurales, soit fonctionnelles, soit écologiques ou phytogéographiques. Les analyses se font à partir des comparaisons des proportions relatives des différentes catégories définies. Ces proportions sont représentées à l'aide des diagrammes appelés « spectre écologiques ». Ceux-ci peuvent être « bruts » s'ils sont basés sur les proportions relatives en nombre d'espèces ou « pondérés » si le pourcentage est calculé en fonction du nombre d'observations pour chacune des espèces (Senterre, 2005).

### II.2.2.6.1. Spectres écologiques

Pour chaque espèce, des caractéristiques physiologiques, phytogéographiques et écologiques, les spectres brut et pondéré ont été évalués :

- le spectre brut qui est le nombre d'espèces présentant un type de caractère sur le nombre total de tous les caractères des espèces recensées. Il est défini par la formule ci-dessous :

$$\text{Spectre brut} = \frac{\text{Nombre d'espèces ayant la caractéristique}}{\text{Nombre total d'espèces}} \times 100$$

- le spectre pondéré qui est le recouvrement des espèces présentant un caractère sur le recouvrement total de tous les caractères des espèces recensées. Il est défini par la formule ci-dessous :

$$\text{Spectre pondéré} = \frac{\text{Somme de recouvrement d'espèces ayant la caractéristique}}{\text{Total de recouvrement de toutes les espèces}} \times 100$$

Les caractères autoécologiques qui ont été analysés sont les types de distribution phytogéographique, les types biologiques, les types de grandeur foliaire, et les types de diaspores ainsi que leur mode de dissémination.

### II.2.2.6.2. Type de distribution phytogéographique

Les types de distribution phytogéographique (phytochorie) ont été établis suivant les grandes subdivisions chorologiques pour l'Afrique proposées par White (1992), Sonké (1998) et Noumi (2005). Les principaux types de distribution phytogéographique (TP) retenus sont :

- espèces largement répandues, regroupées en :
  - pantropicales (Pan) : espèces répandues en Afrique, Asie et Amérique tropicales ;
  - paléotropicales (Pal) : espèces présentes en Afrique et Asie tropicales, à Madagascar et en Australie ;
  - cosmopolites (Cos) : espèces distribuées dans les zones tempérées et tropicales ;
  - afro-malgaches (AM) : espèces distribuées en Afrique et à Madagascar ;
  - afro-américaines (AAM) : espèces répandues en Afrique et en Amérique tropicales ;
  - afro-asiatiques (AAs) : espèces répandues en Afrique et en Asie tropicales ;
  - espèces pluri-régionales africaines (PRA) : espèces dont l'aire de distribution couvre plusieurs régions floristiques africaines ou deux régions floristiques qui ne sont pas en contact ;
- espèces de liaison qui sont des espèces couvrant les régions naturelles voisines, sans manifester une préférence marquée pour ces régions (Noumi, 2005). On distingue à cet effet les espèces afro-tropicales (AT) qui, tout en restant dans la même région, peuvent occuper des milieux différents ; les espèces guinéennes et soudano-zambéziennes (G-Sz) qui se rencontrent au sein des conditions écologiques plus ou moins particulières à l'élément guinéen et à l'élément soudano-zambézien ;

- espèces des zones de transition régionale où on retrouve les espèces soudano-zambéziennes (Sz) ; les espèces guinéo-congolaises regroupées en espèces omni ou sub-omni-guinéo-congolaises (GC) qui sont largement distribuées dans la région guinéenne ; les espèces centro-guinéo-congolaises (CG) dont l'aire de distribution va du Cameroun en République Démocratique du Congo ; les espèces endémiques camerounaises (Cam) qui sont signalées uniquement au Cameroun.

### **II.2.2.6.3. Types biologiques**

L'examen des types biologiques (TB) permet de déterminer les stratégies adaptatives ainsi que la structure et la physionomie de la végétation. Ceux utilisés dans le cadre de ce travail sont ceux définis par Raunkiaer (1934) et qui tiennent compte des modifications et ajustements adaptés au monde tropical par Lubini (1997) et Senterre (2005). Suivant la nature et le degré de protection des bourgeons et jeunes pousses durant la période rigoureuse, on distingue les types suivants :

- phanérophytes (Ph) : plantes dont les pousses ou bourgeons persistants sont situés sur les axes aériens persistants. En fonction de la hauteur de ces axes aériens, on les subdivise en :

- mégaphanérophytes (MgPh) : arbres de plus de 30 m de haut ;
- mésophanérophytes (Msph) : arbres de 10 à 30 m de haut ;
- microphanérophytes (McpH) : arbustes de 2 à 10 m de haut ;
- nanophanérophytes (Nnph) : sous-arbustes moins de 2 m de haut.

- chaméphytes (Ch) : plantes vivaces (herbacées pérennes) se présentant sous forme de touffes dont les bourgeons ou les extrémités des pousses persistantes sont situés au-dessus de la surface du sol, sur des rameaux rampants ou dressés. Ainsi on les regroupe en :

- chaméphytes dressées (Chd) ;
- chaméphytes prostrées (Chpr) ;
- chaméphytes grimpantes (Chgr) ;
- chaméphytes rampantes (Chrp) ;

- géophytes (Gh) : plantes dont les pousses ou bourgeons persistants sont situés dans le sol durant la mauvaise saison. En fonction de la nature de l'organe souterrain de réserve, elles sont subdivisées en :

- géophytes bulbeux (Gb) ;
- géophytes rhizomateux (Grh) ;
- géophytes grimpantes (Ggr) ;
- géophytes tubéreux (Gt) ;
- géophytes épiphytes (Gép).

- hémicryptophytes (Hc) : plantes dont les pousses ou bourgeons de remplacement sont situés au niveau du sol. On les regroupe en :

- hémicryptophytes caulescentes, à tige développée, généralement feuillue et ramifiée (Hs) ;
  - hémicryptophytes à rosette, à couronne de feuilles au niveau du sol (Hr) ;
  - hémicryptophytes cespiteux, formant des touffes, comme beaucoup de graminées (Hc) ;
  - hémicryptophytes grimpantes, à tige faible, parfois volubile (Hgr).
- thérophytes (Th) ou plantes de la belle saison : plantes annuelles se multipliant et survivant aux saisons défavorables grâce aux graines. On les subdivise en :
- thérophytes dressées (Thd) ;
  - thérophytes prostrées (Thpr) : Un végétal prostré qualifie la forme d'une plante plaquée au sol et qui épouse la forme du substrat, ou d'un organe au port retombant ;
  - thérophytes scapeux (Thsc) : Un végétal scapeux qualifie une plante qui possède une hampe florale (la plupart des Asteraceae). Une hampe florale désigne une tige rigide sans feuilles sur laquelle pousse une fleur solitaire ou une inflorescence et des plantules.

#### **II.2.2.6.4. Types foliaires**

La dimension foliaire renseigne sur le degré d'adaptation des plantes dans leur biotope, sur l'hygrométrie et l'ensoleillement de manière plus générale. Les catégories de dimensions foliaires ont été inspirées sur la base de la classification de Raunkiaer (1934) et modifiées par Lubini (1997), puis complétées par la classe des notophylles par Webb (1959). En fonction de la surface foliaire  $S$ , on distingue les types foliaires suivants :

- mégaphylles (Méga) :  $S > 20 \text{ dm}^2$  ;
- macrophylles (Macro) :  $2 < S < 20 \text{ dm}^2$  ;
- mésophylles (Mésos) :  $40 < S < 200 \text{ cm}^2$  ;
- notophylles (Noto) :  $20 < S < 40 \text{ cm}^2$  ;
- microphylles (Micro) :  $2 < S < 20 \text{ cm}^2$  ;
- nanophylles (Nano) :  $0,2 < S < 2 \text{ cm}^2$  ;
- leptophylles (lepto) :  $S < 0,2 \text{ cm}^2$  ;
- aphyllés (Aphy) : pas de feuilles.

#### **II.2.2.6.5. Types chorologiques et modes de dispersion**

Les types de diaspores (TD) renseignent sur le mode de dissémination des espèces. Ils ont été déterminés grâce à la classification de Dansereau & Lems (1957) ; Doucet (2003) et renseignent sur la capacité des espèces à se disperser et se régénérer. Ils sont repartis en :

- acanthochores (Acan) : diaspores épineuses, avec des crochets ou poilues ;



- ballochores (Ballo) : diaspores sèches ou charnues déhiscentes expulsées par la plante elle-même ;
- barochores (Baro) : diaspores charnue, lourdes ;
- desmochores (Desmo) : diaspores accrochantes ou adhésives ;
- pléochores (Pléo): diaspores munies d'un dispositif de flottaison ;
- pogonochores (Pogo) : diaspores avec des appendices plumeux, soyeux ;
- ptérochores (Ptéro): diaspores munies d'appendices ailés ;
- sarcochores (Sarco) : diaspores dans une enveloppe tendre et charnue ;
- sclérochores (Scléro) : diaspores sèches, non charnues relativement légères ;
- sporochores (Sporo) : diaspores minuscules.

Concernant les modes de dispersion des diaspores en zone tropicale (graines, fruits ou toute autre partie de plante servant à la dispersion de l'espèce) on a utilisé la classification de Dansereau & Lems (1957), Guillaumet (1967) qui distinguent les groupes suivants (tableau IV) :

Tableau IV. Différents modes de dissémination des diaspores chez les végétaux (Dansereau & Lems, 1957 ; Guillaumet, 1967).

Modes de dissémination	Définitions	Type de diaspores adaptées	Code
Anémochorie	dissémination des diaspores par le vent	- sclérochores - ptérochores - pogonochores	Anémo
Endozochorie	dissémination interne des diaspores par les animaux	sarcochores	Endozoo
Epizochorie	dissémination externe des diaspores par les animaux	desmochores	Epizoo
Barochorie	dissémination des diaspores sans adaptation apparente à un quelconque agent de dispersion. A maturité les diaspores se détachent et tombent par gravité	- ballochores - barochores	Baro
Autochorie	pas d'adaptation évidente à un quelconque agent de dispersion (incluant la barochorie)	- ballochores - barochores	Auto
Hydrochorie	dissémination par l'eau	- pléochores	Hydro

#### II.2.2.6.6. Groupes écologiques et biotopes

Evrard (1968) et Schnell (1971) définissent un groupe écologique comme un ensemble d'espèces présentant des similarités quant à leur milieu de vie, c'est-à-dire des espèces partageant des conditions environnementales communes. Les catégories considérées dans cette étude sont les suivantes :

- espèces se rencontrant à proximité des habitations humaines (AM) ;

- espèces se rencontrant à proximité des bordures des routes (BR) ;
- espèces se rencontrant dans les terrains vagues (TV) qui regroupent les jardins, les remblais, les rigoles, les pelouses, etc. ;
- espèces se rencontrant dans les jachères plus ou moins vieilles (JA) ;
- espèces se rencontrant dans les immondices (IM).
- 

#### **II.2.2.7. Détermination des différents groupements végétaux**

La détermination des différents groupements végétaux a été réalisée à l'aide de :

- la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) qui permet de ressortir et décrire les principaux groupes floristiques pour l'ensemble des relevés ;
- l'Analyse en Composantes Principales (ACP) qui met en évidence les affinités floristiques entre les différents habitats.

#### **II.2.2.8. Analyse statistique des données**

Les données recueillies sur le terrain et au laboratoire ont été soumises à des traitements statistiques et étaient réalisées grâce aux logiciels « XLSTAT », « R » et « Excel 2013 ». Le logiciel R a servi au calcul des différents indices de diversité ; les logiciels Excel 2013 et XLSTAT ont été utilisés pour l'élaboration des spectres écologiques et la détermination des différents groupements végétaux (ACP ; CHA) ; le logiciel Arcgis quant à lui a servi à l'élaboration des cartes géographiques.

### **II.2.3. Evaluation des concentrations des éléments traces métalliques dans les organes des plantes médicinales et leurs substrats d'origine.**

Cette phase s'est déroulée entre 2014 et 2016.

#### **II.2.3.1. Critères de sélection des plantes médicinales et des principaux sites de collecte**

Le prélèvement des échantillons des organes des plantes et leurs substrats d'origine, destinés au dosage des ETM a été effectué dans les villes de Douala et Yabassi (site témoin). Les plantes médicinales et les sites de prélèvements ont été sélectionnés sur la base des résultats des enquêtes ethno-pharmacologiques réalisées auparavant dans la ville de Douala. Ainsi les principaux sites de collecte déclarés par les informateurs sont : les alentours des maisons (AM), les bordures des routes (BR) et les immondices (IM). Les six plantes sélectionnées présentant des fréquences d'utilisation élevées sont : *Ageratum conyzoides*, *Aloe vera*, *Cleome ciliata*, *Cymbopogon citratus*, *Eremomastax speciosa*, *Justicia secunda* (figure 7).

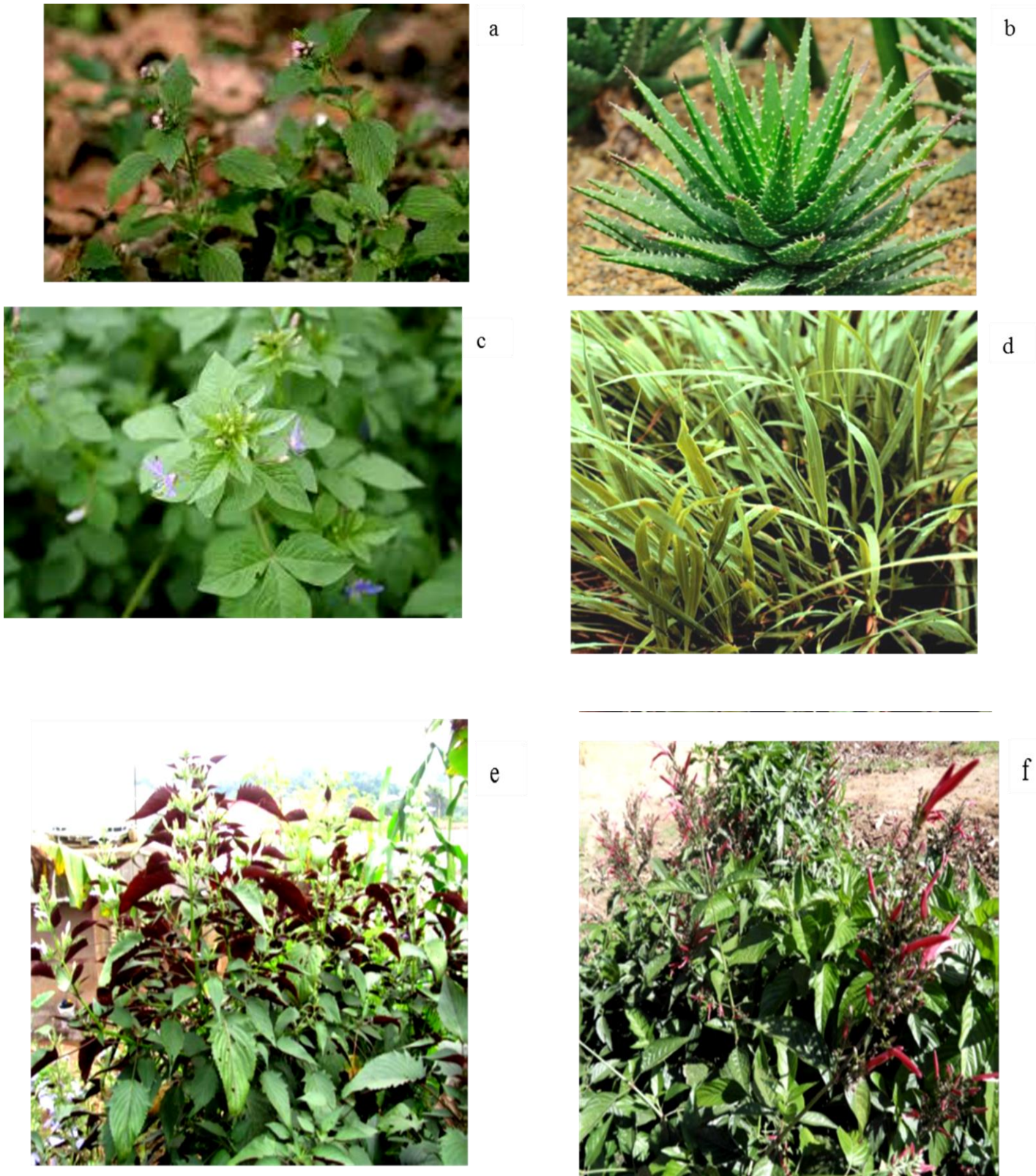


Fig. 7. Plantes médicinales utilisées pour le dosage des éléments traces métalliques.  
(a : *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae), nom local: Ewuda nyo na nyo ; b: *Aloe vera* L. (Aloaceae), nom local: Aloe vera ; c: *Cleome ciliata* L. (Capparidaceae), nom local: Mbango ; d: *Cymbopogon citratus* Stapf. (Poaceae), nom local: Bekoko ba ti (citronnelle, fever grass) ; e: *Eremomastax speciosa* (Hochst.) Cufod. (Acanthaceae), nom local: Dibokuboku di mole ; f: *Justicia secunda* Vahl. (Acanthaceae)).

### II.2.3.2. Collecte des échantillons

Les échantillons des plantes médicinales sélectionnés et leurs substrats d'origine (sols) ont été prélevés dans les villes de Douala et Yabassi. Les données ont été collectées pendant deux ans d'affilés (2014-2015), à raison d'une fois par mois, entre décembre et février. Ces mois marquent la grande saison sèche dans la région du Littoral. Tous les points d'échantillonnage visités ont été cartographiés à l'aide d'un GPS pour les investigations futures (figure 8).

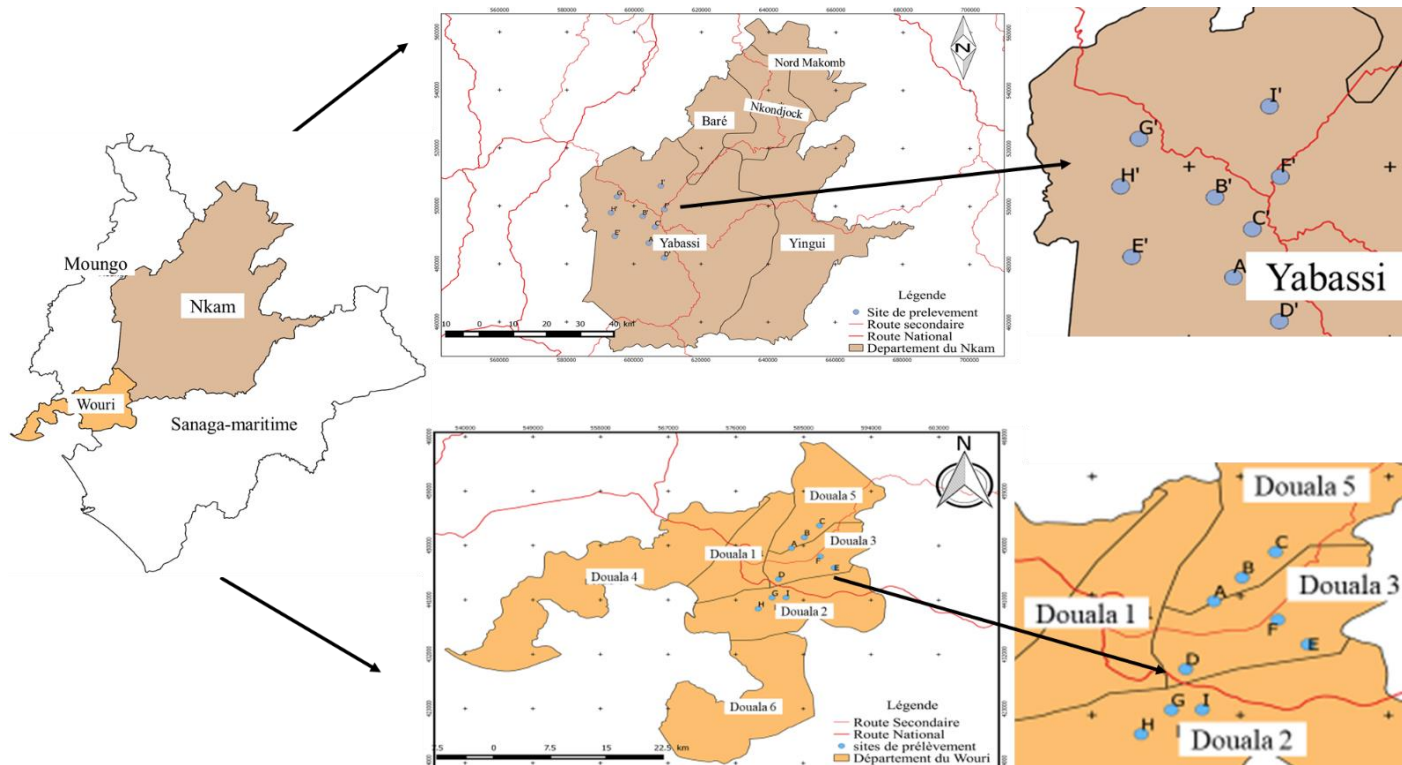


Fig. 8. Localisation des sites de collecte des échantillons des sols et plantes destinés au dosage des éléments traces métalliques dans les villes de Douala et Yabassi.

Des quadrats de 5 m × 5 m ont été choisis au hasard dans chacun des sites de collecte où un échantillon composite de sol et deux échantillons de plantes médicinales (matures) ont été prélevés (figure 9). Ainsi *Cleome ciliata* et *Ageratum conyzoides* ont été récoltés aux BR ; *Aloe vera* et *Cymbopogon citratus* aux AM ; *Eremomastax speciosa* et *Justicia secunda* aux abords des IM. Tous les sites d'échantillonnage étaient éloignés d'environ 500 à 1000 m des sources de pollution (les sites d'enfouissements, les stations-services, les routes et les usines).

#### II.2.3.2.1. Cas des échantillons de plantes

Les plantes entières prélevées ont été séparées en différents organes comestibles : racines, tiges et feuilles. Un nombre total de 108 échantillons d'organes de plantes a été prélevé dans chaque localité à raison de 36 par habitat et par organe. Chaque échantillon a été conservé dans un sachet en plastique étiqueté portant les informations suivantes : date, numéro d'échantillon, nom scientifique de la plante,

type d'organe, type de site de collecte, nom du site d'échantillonnage et le numéro du sol correspondant.

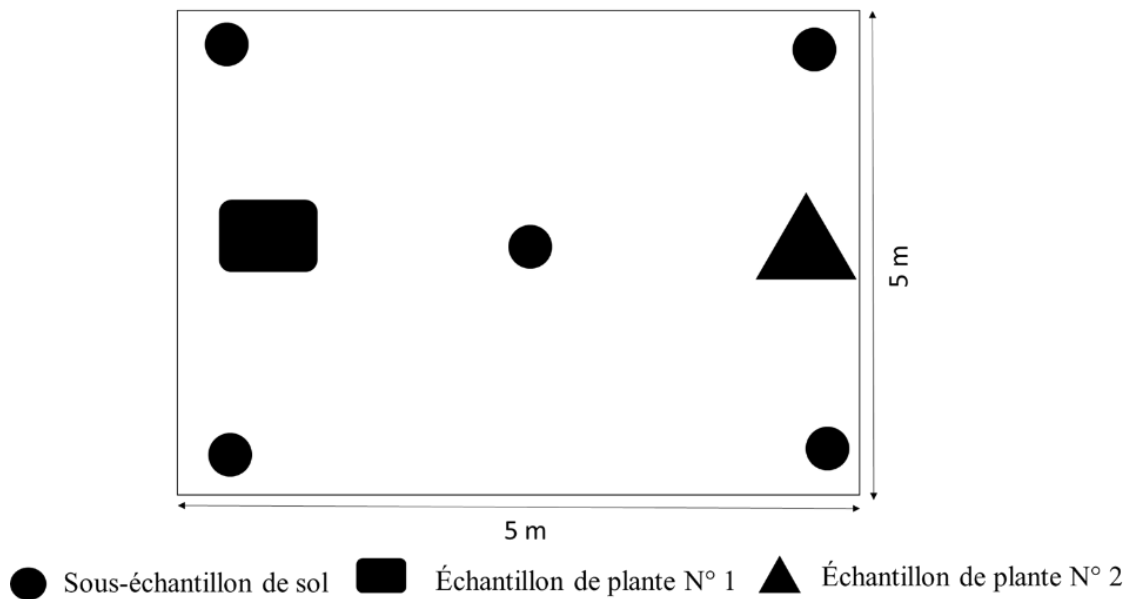


Fig. 9. Collecte des échantillons de plantes et de sol dans un quadrat.

#### II.2.3.2.2. Cas des échantillons de sol

Les échantillons de sol composite ont été prélevés sur des surfaces homogènes avec une tarière en acier inoxydable à 30 cm de profondeur. Chaque échantillon de sol composite (1 kg) a été pris à partir de 5 sous-échantillons soigneusement mélangés à des emplacements précis (quatre échantillons dans les quatre coins du carré du quadrat, et un au centre). Le prélèvement de cinq sous-échantillons aide à minimiser les hétérogénéités locales (Darnley et *al.*, 1995). Un ensemble de 36 échantillons de sol a été collecté, à raison de 18 échantillons par localité (Douala et Yabassi) et 6 échantillons par habitat au cours des deux années. Chaque échantillon a été conservé dans un sachet en plastique portant une étiquette avec les informations suivantes : date, numéro d'échantillon, type d'échantillon, site de collecte et nom du site d'échantillonnage.

Tous ces échantillons de plantes et de sols collectés ont été scellés dans des sachets en plastique et transportés au laboratoire de Biotechnologie et Environnement de l'université de Yaoundé I pour les analyses. Ces échantillons de plantes ont été conservés dans une glacière maintenue à 10 °C.

#### II.2.3.3. Traitement des échantillons

Toutes les verreries utilisées ont été préalablement bien lavées avec une solution détergente suivie de l'eau du robinet, rincées avec de l'eau distillée et trempées pendant 48 h dans l'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ) dilué à 10 % (Rashid et *al.*, 2016).

#### **II.2.3.3.1. Cas des échantillons de sol**

Les échantillons composites de sol ont été séchés dans une étuve à 105 °C pendant 48-72 h, broyés à l'aide d'un mixeur et passés au travers d'un tamis en nylon de 2 mm afin d'obtenir des grains de taille inférieure à 2 mm (tamisa) (Wilke *et al.*, 2005). Ce tamisa a été transféré à l'aide d'une spatule en plastique dans un bécher, puis 125 g de sols ont été pesés et placés ensuite dans un sachet en papier solide (12 x 18 cm<sup>2</sup>) puis, étiqueté et codé. Afin d'éviter les contaminations, les matériaux d'échantillonnage ont été soigneusement brossés avant le passage d'un nouvel échantillon.

#### **II.2.3.3.2. Cas des échantillons de plantes**

Les échantillons de différents organes de plantes collectés, ont été lavés à fond et rincés à l'eau de robinet pour éliminer la saleté, les particules de poussière et les parasites éventuels, puis rincés dans l'eau déminéralisée à deux reprises (Abou-Arab & Abou Donia, 2000 ; Bouchouata *et al.*, 2012). Ensuite ils ont été séchés dans une étuve à 105 °C pendant 48-72 h selon la taille de l'échantillon et finement broyés à l'aide d'un mixeur afin d'obtenir une poudre végétale homogène destinée à la digestion (Rashid *et al.*, 2016). En effet, ce processus de séchage protège les échantillons de la décomposition microbienne pendant le stockage et permet d'avoir une détermination du poids sec de ces échantillons facilement quantifiables (Markert, 1993). Après séchage, tous les échantillons ont été placés chacun dans un deuxième sachet toujours en plastique, puis étiqueté et codé.

#### **II.2.3.4. Paramètres physico-chimiques des sols**

Les paramètres du sol mesurés étaient le pH, la conductivité, la matière organique totale et la granulométrie.

##### **II.2.3.4.1. Détermination du pH du sol**

Le potentiel d'hydrogène ou pH d'une eau permet de déterminer le caractère acide, neutre ou basique de celle-ci. La mesure du pH a été réalisée selon la méthode canadienne (Djofang, 2007). Cette méthode consiste à préparer une suspension d'échantillon composé d'un mélange du tamisa du sol et de l'eau distillée dans un rapport 1:5 (une quantité de sol dans cinq fois son volume d'eau) dans un bécher de 250 ml. La suspension est ensuite agitée pendant environ 5 mn avec un agitateur, laissée au repos pendant au moins 30 mn. Le pH est ensuite mesuré à l'aide du pH mètre qui a été préalablement calibré à l'aide des solutions tampons des valeurs 4,01 et 7,00.

#### **II.2.3.4.2. Détermination de la conductivité électrique**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sel dissous dans l'eau. Elle a été réalisée comme suit : 20 g de tamisa du sol ont été dilués dans 100 ml d'eau distillée. La solution agitée pendant 30 mn a été filtrée. La conductivité de l'extrait filtré a été mesurée à l'aide d'un conductimètre selon le protocole standard décrit dans l'ouvrage intitulé « Hach Handbook of Water analysis », à une température fixée à 25 °C (Anonyme 20, 2012). De la même manière, le blanc a été déterminé en mesurant la conductivité de l'eau à la même température. Ainsi après immersion de l'électrode contenant le filtrat dans l'eau, la mesure de la conductivité électrique a été lue directement à l'écran. Elle est déterminée en micro-siemens par centimètre ( $\mu\text{S/cm}$ ).

#### **II.2.3.4.3. Détermination de la matière organique totale**

Un poids de  $50 \pm 0,1$  g de chaque échantillon de sol a été séché dans une étuve à 105 °C, puis calcinée à 550 °C, pendant 2 h dans un four. Le pourcentage en matière organique totale (% MOT) ou en solide volatil a été obtenu par différence de pesée entre la masse de l'échantillon séché à 105 °C et la masse de l'échantillon après calcination suivant cette formule (Charnay, 2005) :

$$\% \text{ MOT} = \frac{(M_1 - M_2) \times 100}{M_1}, \text{ où } \% \text{ MOT représente le pourcentage en matière organique}$$

totale contenue dans l'échantillon ;  $M_1$  la masse de l'échantillon après passage à l'étuve (g) ;  $M_2$  la masse de l'échantillon après calcination (g).

#### **II.2.3.4.4. Détermination de la granulométrie du sol**

La granulométrie permet de connaître la texture du sol. Elle est faite en séparant les particules minérales élémentaires en un certain nombre de fractions classées par catégories de grosseurs et en mesurant les quantités relatives de ces diverses fractions, après la destruction préalable des agrégats. Sur 20 g de terre fine tamisée à 2 mm, on ajoute de l'eau oxygénée ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) pour détruire la matière organique qui joue un rôle de ciment entre les particules argileuses. Le sol est ensuite dispersé à l'aide d'hexamétaphosphate de sodium et agité mécaniquement par retournement (agitateur rotatif). Les particules de taille  $> 50 \mu\text{m}$  (sable) sont obtenues par tamisage. Les particules de taille  $< 50 \mu\text{m}$ , après le transfert dans une allonge à sédimentation d'un litre sont séparées par sédimentation en milieu liquide (limons et argiles) par le pipetage (méthode de Robinson). La détermination des classes texturales des sols étudiés a été faite en suivant la classification proposée par la FAO : les sables grossiers : 0,2 à 2 mm ; les sables fins : 0,05 à 0,2 mm ; les limons grossiers : 0,02 à 0,05 mm ; les limons fins : 0,002 à 0,02 mm ; les argiles :  $< 0,002$  mm (Anonyme 21, 1997).

## **II.2.3.5. Dosage des éléments traces métalliques dans les échantillons de sols et de plantes**

### **II.2.3.5.1. Digestion ou minéralisation acide des échantillons**

Avant la détermination des concentrations en ETM, il faut décomposer tout l'échantillon afin de libérer tous les éléments métalliques notamment, les métaux sous forme de sels insolubles et de complexes organiques. La méthode de digestion appliquée dans ce travail est la digestion humide. Elle a été effectuée avec le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) concentré à 30 % et un mélange de deux acides forts : l'acide nitrique ( $HNO_3$ ) concentré à 65 % et l'acide perchlorique ( $HClO_4$ ) concentré à 70 % (Hseu, 2004 ; Rashid et *al.*, 2016).

On a prélevé 1 g de poudre de chaque échantillon qu'on a mis dans les tubes en verre faits à base de borosilicate du digesteur, puis 10 ml de  $HNO_3$  ont été ajoutés dans chacun des tubes. Le mélange a été placé dans le « digesteur des ETM SH 230N » pendant 30 à 45 mn pour permettre l'oxydation. Après refroidissement, 5 ml d' $HClO_4$  ont été ajoutés dans chaque tube et le mélange a été remis dans le digesteur pendant une heure afin d'extraire les éléments piégés par la matrice de la silice. Après un second refroidissement, 2 ml de peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) concentré à 30 % ont été ajoutés goutte à goutte, à l'aide d'une seringue et remis dans le digesteur. La digestion s'est achevée lorsque le contenu des tubes est devenu très clair. L'utilisation du  $H_2O_2$  permet de dissoudre les résidus, dans le but de libérer les ETM qui sont encore retenus. Ensuite, les minéralisats ainsi obtenus (4-5 ml) ont été refroidis, reconstitués dans une fiole jaugée avec un volume de 70 ml d'eau distillée, filtrés à travers le papier filtre Whatman N° 42 et conservés à température ambiante dans des flacons en verre lavés et rincés avec l'acide nitrique.

### **II.2.3.5.2. Détermination des concentrations des différents éléments traces métalliques dans les échantillons de sols et de plantes**

Tous les filtrats obtenus ont été analysés pour la détermination des différents ETM (Cd, Cr, Cu, Pb Zn) à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption moléculaire HACH DR/3900 en se référant aux protocoles standards pour l'analyse des eaux et eaux usées décrits par l'Association Américaine pour la Santé Publique (Anonyme 22, 2005). Toutes les expériences ont été effectuées en trois répétitions pour la fiabilité et la précision des résultats.

Dans les formules de calcul des concentrations des différents ETM cités ci-dessus,  
A= valeur lue au spectrophotomètre ( $\mu g/l$ ) ; B= poids de l'échantillon digéré (minéralisé) (g) ;  
C = volume de l'échantillon digéré (minéralisat) prélevé pour le dosage (ml)



#### **II.2.3.5.2.1. Dosage du cadmium**

La teneur en cadmium a été déterminée par la méthode de dithizone (Anonyme 22, op cit.). En effet, le réactif dithiVer forme avec le cadmium un complexe rose-rouge de dithizonate qui est extrait du chloroforme.

A 250 ml d'échantillon contenu dans une ampoule à décanter, l'on ajoute le contenu d'une solution tampon de citrate pour ETM. Le mélange est ensuite agité pour dissolution et on ajoute 30 ml de chloroforme. L'ampoule à décanter est inversée plusieurs fois pour homogénéisation et on obtient une solution de dithizone. A cette dernière, on ajoute 20 ml de soude à 50 % puis à l'aide d'une spatule on'y ajoute 0,1 g de cyanure de potassium et on agite énergiquement pendant une minute. Un coton est inséré à la sortie de l'ampoule à décanter et à l'aide du robinet, la partie inférieure de la solution est libérée dans une cellule spectrophotométrique de 25 ml. L'intensité de la coloration est mesurée en utilisant le spectrophotomètre à la longueur d'onde 515 nm avec le chloroforme dans la solution témoin. Le blanc est obtenu en prenant 25 ml de chloroforme qu'on introduit dans une cellule de 25 ml. Cette valeur s'exprime en mg/l de plomb. La concentration en Cd est donnée par la formule

$$\text{Cd (mg/kg)} = \frac{A \times 25}{B \times C}$$

#### **II.2.3.5.2.2. Dosage du chrome**

Le chrome hexavalent est déterminé par la méthode 1,5-diphénylcarbo-hydrazide (Anonyme 22, 2005) en utilisant une formulation de réactif en poudre unique appelé ChromaVer 3. Ce réactif contient un tampon avec le diphénylcarbazine, qui réagit pour donner une coloration violette en présence du chrome hexavalent.

On met 10 ml d'échantillon dans une cuvette colorimétrique et on'y ajoute le contenu d'une gélule de réactif ChromaVer 3. Dans une autre cuvette colorimétrique de 10 ml, on ajoute 10 ml d'eau distillée (le blanc). On agite et laisse au repos tous les deux cuvettes colorimétriques. Après 5 mn de réaction de l'échantillon, l'intensité de la coloration est mesurée en utilisant le spectrophotomètre à la longueur d'onde 540 nm. Cette valeur s'exprime en mg/l de chrome hexavalent. La teneur en chrome est donnée par la formule ci-après :

$$\text{Cr (mg/kg)} = \frac{A \times 2500}{B \times C}$$

#### **II.2.3.5.2.3. Dosage du cuivre**

La teneur en cuivre a été déterminée par la méthode bicinchoninate (Anonyme 22, op cit.). Le principe de détermination de la teneur en cuivre est le suivant : le cuivre présent dans l'échantillon

réagit avec un sel de l'acide bicinchoninique contenu dans le réactif CuVer 1 ou CuVer 2 pour former un complexe de couleur violette proportionnelle à la concentration du cuivre.

On prélève 10 ml d'échantillon et on'y ajoute le réactif du cuivre (Cuver1-cuivre). Après 2 mn de réaction, il y a formation d'un complexe coloré dans l'échantillon et l'intensité de la coloration est fonction de la teneur en cuivre dans l'échantillon. Cette teneur en cuivre est directement lue sur écran à affichage digital du spectrophotomètre à la longueur d'onde 560 nm. Cette valeur est exprimée en mg/l de cuivre. La teneur en Cu est donnée par la formule ci-après :

$$\text{Cu (mg/kg)} = \frac{A \times 2500}{B \times C}$$

#### **II.2.3.5.2.4. Dosage du plomb**

La méthode d'analyse du plomb est celle du dithizone (Anonyme 22, 2005). Le principe est le suivant : les ions plomb ( $\text{Pb}^{2+}$ ) en solution basique réagissent avec le dithizone pour former un complexe rouge de dithizonate de Pb extrait avec du chloroforme.

A 250 ml d'échantillon contenu dans une ampoule à décanter, on ajoute le contenu d'une solution tampon de citrate pour ETM, puis 30 ml de la solution de dithizone. L'ampoule à décanter est inversée puis ouverte pour permettre le contact avec l'air. 5 ml de soude 5 N sont ajoutées au mélange et l'ampoule à décanter est inversée et ouverte chaque fois après agitation. L'ajout des gouttes de soude se fait continuellement et la solution est homogénéisée jusqu'à virage de la coloration du bleu-vert à orange. A l'aide d'une spatule, on prélève 1 g de poudre de cyanure de potassium qu'on ajoute dans l'ampoule à décanter qui est par la suite fermée et agitée de façon vigoureuse jusqu'à disparition de la couleur orangée. Un coton blanc est inséré à la sortie de chaque ampoule à décanter et la solution est libérée dans les cellules spectrophotométriques de 25 ml. L'intensité de la coloration est mesurée en utilisant le spectrophotomètre à la longueur d'onde 515 nm avec le chloroforme dans la réaction. Cette valeur s'exprime en mg/l de Plomb. La concentration en plomb est donnée par la formule suivante :

$$\text{Pb (mg/kg)} = \frac{A \times 25}{B \times C}$$

#### **II.2.3.5.2.5. Dosage du zinc**

La méthode d'analyse est celle du ZincoVer (Anonyme 22, op cit.). Le principe est le suivant : le zinc est complexé dans l'échantillon par le cyanure. L'ajout du cyclohexanone provoque une libération sélective de Zinc. Le Zinc réagit ensuite avec le benzenecarboxy-2'-hydroxy-5'-sulfoformazyl (Zincon) qui est l'indicateur. La concentration en Zinc est proportionnelle à la coloration bleue.

On prélève 50 ml d'échantillon et on'y ajoute le contenu d'un sachet de réactif de ZincoVer. On agite pour dissoudre complètement le réactif puis on introduit 25 ml de cet échantillon dans une cellule spectrophotométrique de 25 ml pour faire le blanc. On ajoute 1 ml de cyclohexanone à la solution restante. L'intensité de la coloration est mesurée en utilisant le spectrophotomètre à la longueur d'onde 620 nm. Cette valeur obtenue est exprimée en mg/l de Zinc. La teneur en zinc est donnée par la formule suivante :

$$\text{Zn (mg/kg)} = \frac{A \times 5000}{B \times C}$$

### **II.2.3.6. Accumulation et translocation des éléments traces métalliques des sols vers les différents organes des plantes**

Le transfert sol-plante est l'une des principales voies d'exposition de l'Homme aux contaminants des sols à travers la chaîne alimentaire. L'efficacité du transfert des polluants du sol vers les différents organes des plantes (racines, tiges, feuilles) varie selon les espèces végétales et la nature des ETM (Ali et *al.*, 2013). Ainsi, la capacité d'une plante à accumuler les ETM dans ses tissus à partir des sols a été estimée en utilisant les facteurs de bioaccumulation (FBA) et les facteurs de transfert (TF). Ces deux facteurs peuvent être utilisés pour estimer le potentiel de phytoremédiation d'une plante. Ils ont été calculés pour les différentes plantes étudiées dans chaque localité.

#### **II.2.3.6.1. Facteur de bio-accumulation**

Le facteur de bioaccumulation (FBA) est défini comme étant le ratio de la concentration d'un métal dans les racines d'une plante sur la concentration du même métal dans son substrat correspondant. Il est utilisé pour évaluer l'habilité d'une plante à accumuler les ETM dans ses organes (Yoon et *al.*, 2006 ; Gómez-Bernal et *al.*, 2017). Il permet de déterminer la translocation relative des ETM du sol vers les racines et/ou tiges des échantillons de plantes. Plus le coefficient est grand, plus grande sera l'absorption du métal. Seules les valeurs des FBA entre les sols et les racines ont été calculées dans cette étude (Fitz & Wenzel, 2002 ; Yoon et *al.*, op cit. ; Gómez-Bernal et *al.*, op cit.) :  $FBA = C_r/C_s$  où  $C_r$  est concentration d'un métal dans la racine et  $C_s$  la concentration du même métal dans son sol correspondant.

Si  $FBA \leq 1$ , cela signifie qu'on a une forte absorption des ETM sur les colloïdes du sol et une mauvaise efficacité des plantes à les accumuler dans ses organes (Alloway & Ayres, 1997 ; Dickinson & Pulford, 2005). Si  $FBA > 1$ , cela indique qu'on a un faible taux de rétention des ETM dans les sols ou une meilleure efficacité des plantes à les absorber et les accumuler. La plante dans ce cas peut être dans ce cas considérée comme plante accumulatrice ( $1 > FBA \geq 10$ ) ou hyper-accumulatrice des ETM

(FBA > 10), et donc bonne pour la phyto-rémediation (toxiques si elles sont utilisées à des fins médicinales) (Alloway & Ayres, op cit.).

#### **II.2.3.6.2. Facteurs de transfert**

La capacité d'une plante à transférer les métaux des racines aux tiges et des tiges vers les feuilles est mesurée en utilisant le facteur de transfert (TF). Ce facteur est un facteur premier contrôlant l'exposition des consommateurs (l'Homme) aux risques des ETM. Les valeurs des facteurs de transfert des métaux des racines vers les tiges ( $TF_{rt}$ ) et des tiges vers les feuilles ( $TF_{tf}$ ) ont été calculées à l'aide des formules suivantes (Yoon et al., 2006 ; Chinmayee et al., 2012) :

- $TF_t = C_t / C_r$  où  $C_t$  est la concentration d'un métal dans la tige et  $C_r$  est la concentration du métal de la racine correspondante ;
- $TF_f = C_f / C_t$  où  $C_f$  est la concentration d'un métal dans la feuille et  $C_t$  est la concentration du métal de la tige correspondante.

$TF < 1$  signifie qu'il n'y a pas de translocation et de stockage des ETM entre les tissus des plantes ;  $TF > 1$  indique que la plante transfère et stocke effectivement les ETM entre les tissus des plantes (Baker & Brooks, 1989 ; Dickinson & Pulford, 2005).

### **II.2.4. Evaluation des concentrations des éléments traces métalliques dans les extraits des feuilles des plantes médicinales sélectionnées**

#### **II.2.4.1. Traitement des échantillons**

Après obtention de la poudre végétale homogène, les extraits des feuilles des plantes médicinales sélectionnées ont été préparés à partir de deux méthodes différentes couramment utilisés par les tradithérapeutes et dans les maisons : l'infusion et la décoction (figure 10) (Abou-Arab & Abou Donia, 2000) :

- décoction : 2 g de poudre de feuilles séchée ont été portées en ébullition dans 100 ml d'eau déminéralisée pendant 10 mn dans un récipient en verre ;
- infusion : 2 g de poudre de feuilles séchée ont été immergées dans 100 ml d'eau déminéralisée bouillante à 100 °C pendant 10 mn.



Fig. 10. Préparation des extraits des feuilles des plantes médicinales sélectionnées en décoction et infusion.

Les liquides extraits des deux précédentes procédures ont été filtrés séparément et les filtrats obtenus étaient acidifiés par l'acide nitrique dilué à 1% pour les analyses futures.

#### **II.2.4.2. Dosage des éléments traces métalliques**

Le protocole utilisé pour le dosage des différents éléments traces métalliques (ETM) dans les extraits issus des décoctions et infusions était identique à celui des échantillons des organes des plantes (cf. sous-titre II.2.3.5.2.).

#### **II.2.4.3. Analyses statistiques**

Les données recueillies sur le terrain et au laboratoire ont été soumises à des traitements statistiques à l'aide des logiciels « XLSTAT », « R » et « Excel 2013 ». Chaque expérimentation a été faite en trois répétitions. Les résultats des différents paramètres analysés ont été exprimés sous forme de moyenne  $\pm$  écart-type. Les observations principales ont été faites en termes de différences et de ressemblances dans les concentrations des ETM entre les différents organes de plantes dans les différents habitats sus-cités.

Ces observations ont été mieux appréciées avec le test de normalité qui a été réalisé à l'aide du test de Shapiro-Willk. Etant donné que les résultats obtenus ne suivaient pas la loi normale, on a procédé par un test de comparaison des moyennes par paires avec le test de Turkey (AOV test) au seuil de 95 % à l'aide du logiciel R. Les concentrations de Zn et Pb ont été calculées avec (log + 1) car certaines de leurs valeurs étaient nulles. Les autres concentrations des ETM étaient calculées avec 'log' tout simplement. Les logiciels Excel 2013 et « XLSTAT » quant à eux ont permis de déterminer les corrélations entre les différents paramètres étudiés et d'élaborer les graphiques.

## **CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION**

### III.1. Résultats

#### III.1.1. Enquêtes ethno-pharmacologiques

##### III.1.1.1. Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés

Au cours des entretiens semi-structurés, 182 personnes ont été interviewées dans la ville de Douala. Une répartition de ces personnes ressources en fonction du sexe, de l'âge, du niveau académique, de la profession a été établie (tableau V). Il en ressort que 100 hommes ont été interrogés contre 82 femmes. L'âge de ces personnes est compris entre 22 et 70 ans. Dix neuf personnes avec un âge inférieur à 25 ans ont été classées comme des jeunes ; 106 personnes âgées entre 25-50 ans ont été considérées comme des adultes ; 57 personnes avec un âge supérieur à 50 ans ont été considérées comme des vieillards. D'autre part la plupart des enquêtés sont des hommes ayant une moyenne d'âge de 52 ans car les jeunes ne s'intéressent pas beaucoup à la médecine par les plantes.

En ce qui concerne le niveau de scolarisation, les analphabètes ont été les plus nombreux avec une proportion de 42,31 %, suivi de ceux ayant le niveau d'étude primaire (26,37 %) et ceux du niveau d'étude secondaire (23,08 %). Le niveau d'étude universitaire est le plus faiblement représenté avec une proportion de 8,24 % de l'effectif total (tableau V). Pour ce qui est de la répartition des personnes ressources, cinq groupes de personnes ont été interviewés. Parmi eux, 32 % représentent la population indigène, 20 % sont des herboristes, 18 % des tradithérapeutes, 16 % des commerçants des plantes et 14 % des sage-femmes (tableau V).

Tableau V. Caractéristiques socio-démographiques des personnes interviewées.

Caractéristiques socio-démographiques		Effectif	Pourcentage (%)
Sexes	Masculin	100	54,95
	Féminin	82	45,05
Ages	Jeunes (< 25 ans)	19	10,44
	Adultes (25 -50 ans)	106	58,24
	Vieillards (> 50 ans)	57	31,32
Niveaux d'étude	Analphabète	77	42,31
	Primaire	48	26,37
	Secondaire	42	23,08
	Universitaire	15	8,24
Personnes ressources	Herboristes	37	20,33
	Population indigène	59	32,42
	Sages-femmes	25	13,74
	Tradithérapeutes	32	17,58
	Commerçants des plantes	29	15,93

##### III.1.1.2. Répartition des personnes ressources en fonction des sites de collecte des plantes

A l'issue des enquêtes, il en est ressorti que les populations récoltent les plantes médicinales dans divers milieux. Ainsi, 29 individus (15,93 %) ont déclaré récolter les plantes en bordures des

routes, 33 individus (45 %) autour des immondices, 39 personnes (21,43 %) aux alentours des maisons, et 81 personnes ont affirmé récolter les plantes partout où elles se trouvent. Elles étaient les plus nombreuses avec une proportion de 44,51 % (tableau VI).

Tableau VI. Répartition des personnes ressources en fonction des sites de collecte déclarés.

Sites de collecte des plantes médicinales	Personnes ressources	
	Effectif	Pourcentage (%)
Alentours des maisons	39	21,43
Bordures des routes	29	15,93
Immondices	33	18,13
Partout	81	44,51
Total	182	100

### III.1.1.3. Répartition des plantes en fonction des catégories de personnes interviewées

Un total de 192 plantes a été recensé au cours de cette étude. Ces plantes entrent dans la préparation de 403 recettes de traitements de 175 maladies. Elles ont été réparties en fonction des groupes des personnes ayant donné l'information (tableau VII). La répartition des personnes ressources en fonction du nombre de plantes médicinales déclaré a montré que la population indigène a été la plus nantie en matière de connaissances sur les plantes médicinales. En effet celles-ci ont donné les propriétés médicinales de 104 plantes et 108 recettes. Les commerçants des plantes ont suivi avec 97 plantes et 98 recettes, les herboristes avec 64 plantes et 74 recettes, les sage-femmes avec 57 plantes et 77 recettes. Les tradithérapeutes ont fourni les nombres de plantes et de recettes les plus faibles, 32 plantes pour 46 recettes.

Tableau VII. Répartition des personnes ressources en fonction du nombre de plantes médicinales déclaré.

Groupe de personnes	Nombre de plantes déclarées	Pourcentage (%)	Nombre de recettes de traitement	Pourcentage (%)
Populations indigènes	104	54,17	108	26,80
Commerçants des plantes	97	50,52	98	24,32
Herboristes ou guérisseurs	64	33,33	74	18,36
Sages-femmes	57	29,69	77	19,11
Tradithérapeutes	32	16,67	46	11,41
Total	192	100	403	100

### III.1.1.4. Modes d'acquisition des connaissances ethnobotaniques

Les modes d'acquisition des connaissances en phytothérapie sont divers et reposent sur trois types principaux : la transmission familiale (51,04 %), la formation en médecine traditionnelle (30,73 %) et l'initiation (16,67 %) (tableau VIII).



Tableau VIII. Modes d'acquisition des connaissances ethnobotaniques.

Modes d'acquisition des connaissances	Effectif	Pourcentage (%)
Transmission familiale	98	51,04
Formation en médecine traditionnelle	59	30,73
Initiation	32	16,67
Total	192	100

### III.1.1.5. Diversité et usages des plantes médicinales

Les populations de la ville de Douala possèdent des connaissances traditionnelles riches en plantes médicinales et utilisent une flore variée dans le traitement de diverses affections. Les enquêtes auprès du public cible ont permis d'inventorier 192 espèces de plantes utilisées à des fins médicinales et réparties entre 139 genres et 55 familles. Les familles avec les plus grands nombres d'espèces utilisées à des fins médicales sont dans l'ordre décroissant les Asteraceae (20 espèces réparties en 18 genres), les Poaceae (11 espèces réparties en 10 genres), les Fabaceae-Papilionoideae (11 espèces réparties en 08 genres), les Acanthaceae (09 espèces réparties en 07 genres), les Euphorbiaceae et les Malvaceae (09 espèces réparties en 06 genres chacune), les Amaranthaceae, les Lamiaceae, les Solanaceae (09 espèces réparties en 05 genres chacune), les Cucurbitaceae et les Rubiaceae (06 espèces réparties en 04 genres chacune) (tableau IX). Toutefois, 10 familles sont représentées par 02 espèces et 31 familles par 01 espèce.

Tableau IX. Familles les plus représentées en terme d'espèces et genres ( $n \geq 3$  espèces)

Familles	Nombre d'espèces	Fréquences (%)	Nombre de genres	Fréquences (%)
Asteraceae	20	10,42	18	12,95
Poaceae	11	5,73	10	7,19
Fabaceae-Papilionoideae	11	5,73	8	5,76
Acanthaceae	9	4,69	7	5,04
Euphorbiaceae, Malvaceae	9	4,69	6	4,32
Amaranthaceae, Lamiaceae, Solanaceae	9	4,69	5	3,60
Cucurbitaceae, Rubiaceae	6	3,13	4	2,88
Araceae	5	2,60	4	2,88
Combretaceae	4	2,08	3	2,16
Convolvulaceae, Rutaceae	4	2,08	1	0,72
Apocynaceae	3	1,56	3	2,16
Cyperaceae, Melastomataceae	3	1,56	2	1,44
Moraceae	3	1,56	1	0,72

### III.1.1.6. Répartition morphologique des plantes médicinales recensées

A l'issue de cette enquête, trois types morphologiques ont été dénombrés. Il s'agit des herbacées qui constituent la plus grande proportion d'espèces de plantes médicinales recensées (72,92 %), suivi des arbustes (20,31 %) et des arbres (6,77 %) (figure 11).

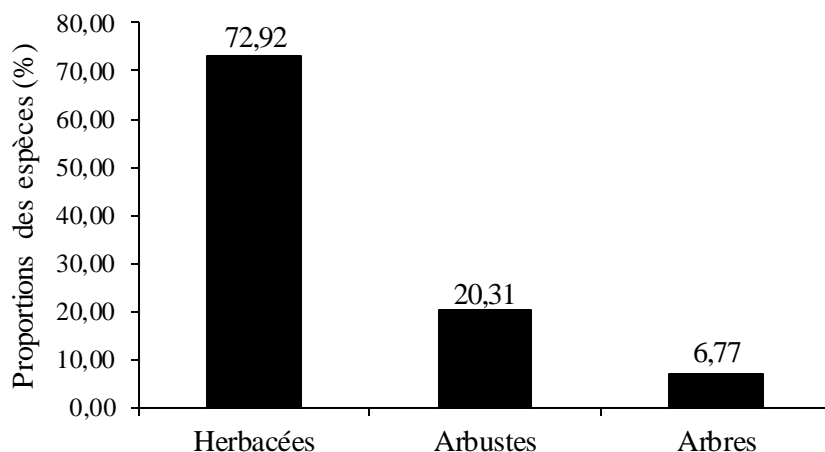


Fig. 11. Répartition des types morphologiques recensés.

### III.1.1.7. Répartition des enquêtés en fonction des organes des plantes déclarés

Les résultats des enquêtes sur les organes utilisés ont révélé qu'un grand nombre de recettes à base de plantes médicinales est élaboré à partir de feuilles (86,98 %), viennent ensuite les tiges, les racines, la plante entière, les fruits, les écorces, les graines et les parties aériennes représentant respectivement 33,85 %; 30,73 %, 28,13 %, 18,75 %, 14,06 %, 13,54 % et 10,94 % de l'effectif total. Les parties des plantes comme les fleurs (7,81 %), les tubercules (5,73 %), les rhizomes (1,04 %) et les bourgeons (0,52 %) ne sont pas couramment utilisées (figure 12).

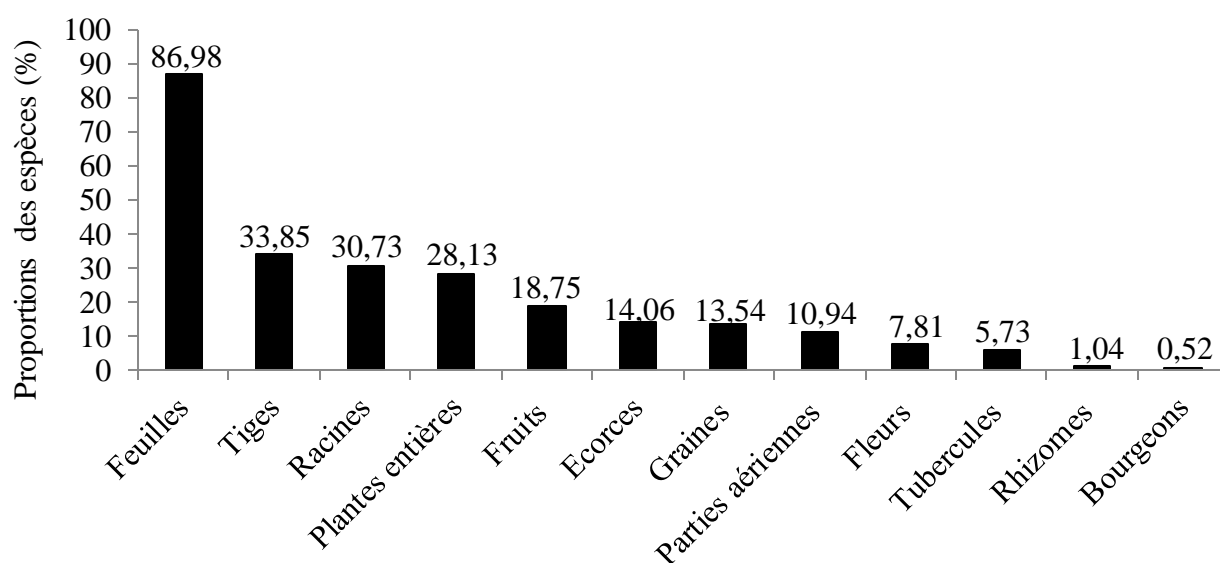


Fig. 12. Différents types d'organes des plantes médicinales utilisés.

### III.1.1.8. Répartition des enquêtés en fonction des modes d'administration déclarés

Différents modes d'administration des remèdes à base de plantes ont été recensés. La majorité des plantes est consommée par la voie orale (97,40 %), suivie de la voie cutanée (52,08 %), la voie

rectale (32,29 %), la voie oculaire (10,94 %). Les voies d'administration les moins utilisées sont la voie nasale (6,77 %) et l'inhalation (4,69 %) (figure 13).

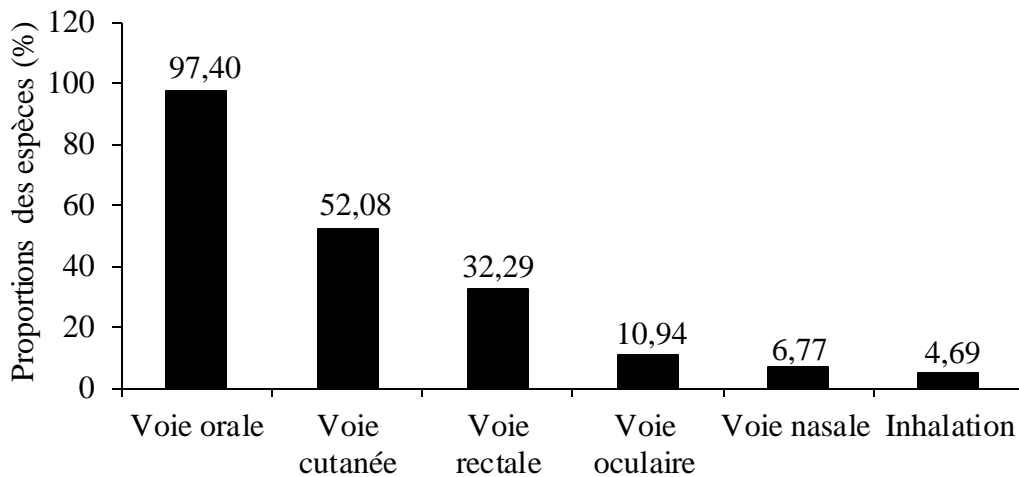


Fig. 13. Modes d'administration des plantes médicinales.

### III.1.1.9. Répartition des enquêtés en fonction des modes de préparation déclarés

Les plantes médicinales pour le traitement de différentes affections sont préparées selon diverses méthodes. La figure 14 montre que la décoction a été fréquemment utilisée (82,81 %), suivie de la trituration (77,08 %), la macération (36,46 %), l'infusion (28,13 %) et l'extraction de la sève (4,69 %). Dans cette étude, les additifs utilisés dans la préparation de plantes médicinales sont : la cendre, le sel, l'alcool, le thé et les oignons. Le sel est utilisé dans les remèdes contre les maux de dents et les plaies où l'on croit tuer les germes. Pour l'application externe, la vaseline et la paraffine sont utilisées pour réduire le frottement lors de l'application du remède. La majorité des recettes des remèdes est préparée à partir du matériel végétal frais (65,34 %) uniquement, tandis que d'autres représentants 28,05 % sont préparés uniquement à partir du matériel végétal sec. Très peu de remèdes sont préparés à partir du mélange constitué du matériel végétal frais et sec (6,61 %).

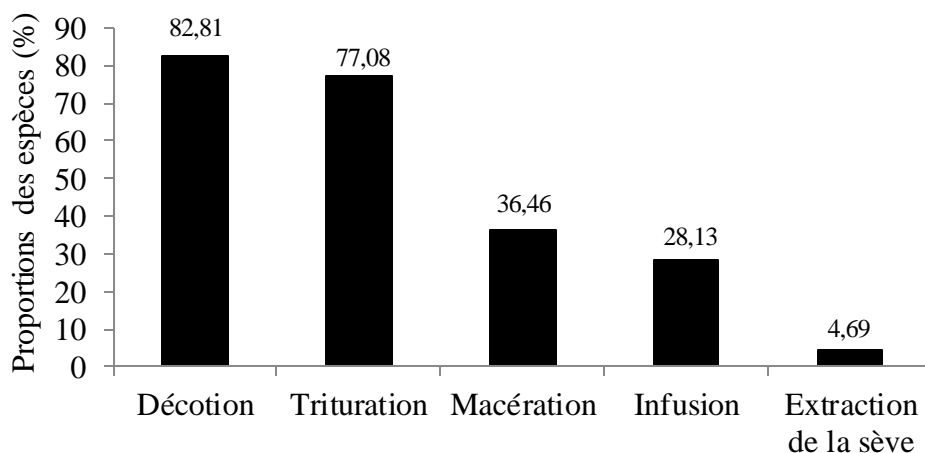


Fig. 14. Modes de préparation des plantes médicinales.

### III.1.1.10. Fréquences de citation et classement de préférence des plantes médicinales

Le calcul des fréquences de citation (FC) des espèces a permis de choisir les espèces les plus utilisées dans la localité. Ainsi, 22 espèces ayant chacune une fréquence de citation supérieure à 80 % ont été classées selon les renseignements (principales maladies traitées par chacune d'elle) fournis par les informateurs-clés lors des entretiens et des scores ont été attribués à chacune des plantes (tableau X).

De ce fait, l'espèce *Eremomastax speciosa* est classée plante la plus utilisée (préférée) et considérée comme la plus importante dans le traitement de l'érythème fessier, la diarrhée, la typhoïde, l'anémie, la fontanelle, la dysménorrhée et la dysenterie, malgré que sa fréquence de citation (94,51 %) vient en quatrième position. Par contre l'espèce *Ageratum conyzoides* qui a la FC la plus élevée (97,80 %), est classée troisième pour soigner le paludisme, la typhoïde, le mal gastrique, la diarrhée, le diabète, l'éruption cutanée. L'espèce *Aloe vera* est classée 2<sup>ème</sup> espèce préférée pour le traitement du paludisme, de la typhoïde, du mal gastrique et de la diarrhée alors que sa fréquence de citation (91,76 %) vient en huitième position. Il en est de même pour *Cleome ciliata* qui occupe le 4<sup>ème</sup> rang pour le traitement de l'ulcère gastrique, la rate, la rougeole, le diabète, les hémorroïdes, les helminthiases, la fontanelle et la toux ; l'espèce *Justicia secunda* qui occupe le 5<sup>ème</sup> rang et est utilisée pour la thérapie de l'anémie, la dysménorrhée, le mal gastrique et l'hypertension ; l'espèce *Cymbopogon citratus* qui occupe respectivement la 6<sup>ème</sup> place pour le soigner le paludisme, le rhume, la toux, la typhoïde et l'hypertension. Cependant les espèces *Euphorbia hirta* et *Kalanchoe coccinea* occupent les dernières places dans ce classement, respectivement 21<sup>ème</sup> et 22<sup>ème</sup>, car malgré leur FC > 80 % les informations données sur les différentes maladies qu'elles soignent ne sont pas cohérentes parmi les informateurs-clés choisis pour l'étude. Leurs efficacité et accessibilité sont relatives suivant les informateurs consultés.

Tableau X. Classement de préférence des plantes médicinales ayant des fréquences de citations supérieures à 80%

(FC : fréquences de citations ; Ec : écorces ; Fe : feuilles ; Ti : tiges ; Ra : racines ; Fr : fruits ; Gr : graines ; PA : parties aériennes ; PE : plante entière ; Fl : fleurs ; rh : rhizome ; IST : infection sexuellement transmissible).

NB. Les scores dans le tableau indiquent les rangs accordés aux plantes médicinales par les informateurs-clés. Ils sont donnés en fonction de leur efficacité et de leur disponibilité. La plus grande note (10) est donnée pour les plantes médicinales dont les informateurs pensent être les plus efficaces dans le traitement des maladies et facilement accessibles. Le score le plus bas (1) est donné aux plantes les moins efficaces et rares. Le critère pour considérer les plantes importantes était l'ensemble des maladies mentionnées par les informateurs lors des entretiens.

Espèces végétales	Parties utilisées	Maladies soignées	FC	Informateurs-clés (N =15)															Total /150	Rang	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
<i>Eremomastax speciosa</i>	Fe, Ti	Erythème fessier, diarrhée, anémie, dysménorrhée, dysenterie	94,51 (4 <sup>ème</sup> )	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	150	1
<i>Aloe vera</i>	Fe, Ti	Paludisme, typhoïde, mal gastrique, diarrhée	91,76 (8 <sup>ème</sup> )	9	10	10	9	10	10	9	9	10	10	9	10	9	10	10	144	2	
<i>Ageratum conyzoides</i>	Fe, Ti, Gr, PA	Paludisme, typhoïde, mal gastrique, diabète, éruption cutanée	97,80 (1 <sup>er</sup> )	10	10	8	9	9	9	9	9	9	10	9	9	9	9	9	137	3	
<i>Cleome ciliata</i>	Fe, PA, PE	Ulcère gastrique, rate, rougeole, toux, diabète, hémorroïdes, fontanelle, helminthiases	87,36 (13 <sup>ème</sup> )	8	9	10	9	8	9	9	9	8	7	9	9	8	9	8	129	4	
<i>Justicia secunda</i>	Fe, Ti	Anémie, hypertension, dysménorrhée, mal gastrique	90,11 (10 <sup>ème</sup> )	8	9	9	6	7	8	9	8	7	8	9	9	7	10	8	122	5	
<i>Cymbopogon citratus</i>	Fe, PA	Paludisme, rhume, toux, typhoïde, hypertension	96,70 (2 <sup>ème</sup> )	7	8	8	8	7	9	8	7	8	6	9	7	8	7	9	116	6	
<i>Persea americana</i>	Ec, Fe, Fr	Paludisme, diabète, hypertension, gastrique	92,86 (5 <sup>ème</sup> )	6	6	8	6	6	7	6	6	8	6	8	8	8	7	9	105	7	

<i>Moringa oleifera</i>	Fe, Fr	Paludisme, mal gastrique, hypertension, diabète, rhume, toux, éruption cutanées, infertilité, rhumatisme, arthrite	89,01 (11 <sup>ème</sup> )	9	8	7	7	7	4	7	6	8	5	4	6	7	8	6	99	8
<i>Vernonia amygdalina</i>	Fe, PE	Paludisme, bronchite, rhume, rate, toux, helminthiases	92,31 (6 <sup>ème</sup> )	5	6	6	3	7	6	4	5	6	7	5	8	6	6	7	87	9
<i>Acmella caulirhiza</i>	Fe, Ra, Ti, Fr, PA, PE	Fontanelle, rate, mal gastrique, jaunisse, anémie, toux, céphalées, palpitations	90,66 (9 <sup>ème</sup> )	5	6	3	9	6	7	4	6	7	9	3	6	3	5	4	83	10
<i>Scoparia dulcis</i>	Fe, PE	Paludisme, toux, mal gastrique, angine, rougeole, IST	84,62 (18 <sup>ème</sup> )	5	7	3	8	4	6	7	6	3	2	6	4	8	7	4	80	11
<i>Annona muricata</i>	Fe, Gr	Mal des nerfs, hypertension, insomnie, cancers	95,60 (3 <sup>ème</sup> )	5	7	3	5	4	6	3	8	3	4	6	4	8	7	4	77	12
<i>Mangifera indica</i>	Ec, Fe, Ti, Gr, Fl	Paludisme, jaunisse, hypertension, diabète, toux	80,22 (22 <sup>ème</sup> )	6	4	7	5	4	7	6	5	4	5	4	3	3	4	6	73	13
<i>Carica papaya</i>	Fr	Paludisme, typhoïde, diarrhée, hypertension	84,62 (19 <sup>ème</sup> )	6	5	3	4	6	3	6	5	4	7	4	3	3	4	7	70	14
<i>Ocimum gratissimum</i>	Fe, PE	Paludisme, rhume, toux, typhoïde, diarrhée, helminthiases, diabète, céphalées, rougeole, douleurs abdominales	85,16 (17 <sup>ème</sup> )	6	7	4	4	6	4	4	3	4	3	5	4	3	5	7	69	15
<i>Alchornea cordifolia</i>	Ec, Fe, Ra	Paludisme, anémie, érythème fessier, diabète, diarrhée, IST	82,97 (21 <sup>ème</sup> )	7	3	5	4	2	3	6	3	2	6	4	5	5	6	6	67	16
<i>Zingiber officinale</i>	Ra, Ti, Fr, Rh	Rhume, helminthiases, toux, diabète,	84,62 (20 <sup>ème</sup> )	4	4	3	4	6	4	6	3	4	3	4	4	3	4	8	64	17

			céphalées, asthénie, purgatif, rhumatisme																		
<i>Costus afer</i>	Fe, Ra, Ti, PA, PE	Hypertension, jaunisse, arthrite, IST, mycoses, varicelle	87,36 (14 <sup>ème</sup> )	5	3	5	4	4	3	6	3	4	5	4	5	3	5	3	62	18	
<i>Senna alata</i>	Fe, Ra	Jaunisse, typhoïde, chlamydia, kyste, diabète, dysménorrhée, douleurs lombaires, mycoses, dartres, plaies, IST	92,31 (7 <sup>ème</sup> )	3	3	4	3	3	4	5	3	4	2	5	4	5	4	6	58	19	
<i>Bidens pilosa</i>	Fe, PE	Jaunisse, typhoïde, anémie, diabète, néphrite, céphalées, plaies/blessures, otite, rhumatisme	85,16 (16 <sup>ème</sup> )	3	5	3	4	6	3	4	3	4	2	3	3	2	3	4	52	20	
<i>Euphorbia hirta</i>	Fe, Ra, Ti, Fr, PE	Aphrodisiaque, herpès, helminthiases, toux, amibiase, dysenterie, diabète, fièvre, constipation, entérite, otalgie, conjonctivite	87,91 (12 <sup>ème</sup> )	2	3	3	2	3	3	4	5	4	2	4	3	2	4	3	47	21	
<i>Kalanchoe coccinea</i>	Fe, Ti	Typhoïde, otalgie, grippe, céphalées, pneumonie, agalactie, conjonctivite, fièvre jaune	87,36 (15 <sup>ème</sup> )	4	3	1	2	2	3	2	3	3	5	3	4	2	3	4	44	22	

### III.1.11. Regroupement des maladies traitées par catégorie

Les résultats des enquêtes réalisées dans la zone d'étude ont permis de recenser 192 plantes médicinales utilisées pour traiter 175 maladies. Ces maladies ont été regroupées en 23 catégories à savoir : les troubles asthéniques (AST), cancérologiques (CAN), cardiovasculaires (CAV), dermatologiques (DER), digestives et stomacales (DIS), endocrino-métaboliques (ENM), gynéco-obstétriques (GYO), hématologiques (HEM), hépatologiques (HEP), infectieux (INF), morsures d'animaux (MOA), mystiques (MYS), néphrologiques (NEPH), neurologiques (NEU), pédiatriques (PED), neuro-psychiatriques (PSC), respiratoires (RES), rhumatologiques (RHU), urologiques (URO), ophtalmologiques (OPH), oto-rhino-laryngologiques (ORL), les empoisonnements (EMP), autres maladies (générale) (GEN).

Tableau XI. Maladies citées par les populations et classées par catégorie.

	Catégories de maladies traitées	Affections concernées
1	Asthéniques (AST)	Faiblesse sexuelle/aphrodisiaque, fatigue générale.
2	Cancérologiques (CAN)	Cancers/tumeurs, antioxydant, cancer de la peau, cancer gastrique, cancer colorectale, cancer oral, cancer du sein, cancer de la gorge, cancer oral, cancer de l'utérus
3	Cardiovasculaires (CAR)	Hypertension, cardiopathie, hypotension, palpitations
4	Dermatologiques (DER)	Acné, filaires, éruption cutanée/urticaire/gale/eczéma, herpès, panaris, mycoses/teignes/dartres, cicatrisation des plaies et blessures, plaie/blessure, brûlures, éléphantiasis, lèpre, ulcère de burilis, calvitie
5	Digestives et stomacales (DIS)	Helminthiases, diarrhée, hémorroïdes, appendicite, vomissement, mal de dent/carie dentaire/gingivites, mal gastrique/estomac, amibiase, entérite, douleurs abdominales, nausées, hoquet, carminatif/flatulence, maladies gastro-intestinales/dyspepsie, constipation/purgatif/la vage intestinal, troubles digestifs/indigestion, ulcères, vomissement
6	Empoisonnement (EMP)	Poisons
7	Endocrino-métaboliques (ENM)	Diabète, hypoglycémie, hyperglycémie, obésité, gouttes, hypercholestérolémie, crampes, goître, anorexie
8	Autres (générale) (GEN)	Céphalées, douleurs générales, inflammations, nausées, hoquets, vertiges, tremblote, bactéries, hernie ombilicale
9	Gynéco-obstétriques (GYO)	Accouchement difficile, démangeaisons des organes génitaux, fibromes, myomes, kystes, menaces d'avortement, eau sale du ventre des femmes, hémorragie post-partum, douleurs post-partum, vers des femmes, contraception, agalactie, leucorrhées, santé de la femme enceinte, ménorragie/règles abondantes et longues, métrorragie, candidose, infections vulvo-vaginales, rétention placentaire, douleurs pelviennes, métrite chronique, coliques ombilicales, mastodynie, avortement, aménorrhées, dysménorrhées, infertilité masculine/azoospermie, infertilité féminine/trompes bouchées
10	Hématologiques (HEM)	Anémie, coagulation du sang, hémorragie, hémorragie nasale, purification du sang, thrombose
11	Hépatologiques (HEP)	Ascite, œdèmes
		Chlamydia, paludisme, typhoïde, infections, gonococcie/blénnorragie/syphilis/IST, jaunisse, dysenterie,



12	Infectieuses (INF)	levures, méningite, infections pulmonaires, tuberculose, hépatites, choléra, furoncle/abcès, démangeaison anales, fièvre jaune, fièvre, splénomégalie/rate, bile/ictère, rougeole, varicelle, zona
13	Morsures d'animaux (MOA)	Piqûre de scorpion, morsure de chien/rage, morsure de serpent, piqûre des insectes
14	Mystiques (MYS)	Couche de nuit, poison de nuit, Mauvais sort, sorcellerie
15	Néphrologiques (NEP)	Mal de reins/néphrite, calculs rénaux, insuffisance rénale
16	Neurologiques (NEU)	Epilepsie, mal de nerfs, insomnie
17	Ophthalmologiques (OPH)	Mal des yeux, myopie, conjonctivite, cataracte
18	Oto-rhino-laryngologiques (ORL)	Grippe/rhume, mal de gorge/angine, amygdale, otalgies/otites, sinusite, aphtes
19	Pédiatriques (PED)	Erythème fessier, fontanelle, convulsion, blessures et cicatrisation du cordon ombilical
20	Neuro-psychiatriques (PSC)	Troubles mentaux, perte de mémoire, stress/dépression, crise de folie
21	Respiratoires (RES)	Toux, bronchite, pneumonie, congestion pulmonaire, maladies pulmonaires, maladies respiratoires, asthme, douleurs thoraciques/poitrine
22	Rhumatologiques (RHU)	Rhumatisme, crampes, douleurs lombaires, ostéalgie, arthrite, courbatures, fractures/entorses, enflures, courbatures
23	Urologiques (URO)	Infections urinaires, cystite, diurétiques, hématurie, rétention urinaire, prostate

Toutefois, les espèces ayant traitées le plus grand nombre de maladies sont *Peperomia pellucida* et *Phyllanthus amarus* car elles entrent chacune dans le traitement de 16 catégories de maladies. Elles sont suivies de *Moringa oleifera* qui entre dans le traitement de 15 catégories de maladies ; de *Costus afer*, *Ageratum conyzoides* et *Solanum incanum* qui entrent chacun dans le traitement de 14 catégories de maladies. Par ailleurs les espèces *Amaranthus cruentus*, *Borreria verticillata*, *Cucumis sativus*, *Cyanthillium stelluliferum*, *Cyperus tuberosus*, *Desmodium adscendens*, *Dioscorea alata*, *Lactuca sativa*, *Momordica multiflora*, *Nephrolepis undulata*, *Oxalis barrelieri*, *Sida alba* et *Talinum triangulare* entrent chacune dans le traitement de 2 catégories de maladies. *Amaranthus hybridus*, *Axonopus compressus*, *Centrosema pubescens*, *Citrus maxima* et *Setaria barbata* entrent chacune dans le traitement d'une seule catégorie de maladie (annexe 2).

### III.1.1.12. Maladies traitées dans la zone d'étude

Parmi les plantes médicinales recensées, le plus grand nombre (81 espèces) sont prescrites dans le traitement du diabète, 80 espèces dans le traitement du paludisme, 56 espèces dans le traitement de la diarrhée, 49 espèces dans le traitement de la bronchite/toux, 47 espèces dans le traitement de la gonococcie/blennorragie/IST, 45 espèces dans le traitement du mal gastrique/estomac, 44 espèces dans le traitement des helminthiases, des plaies/blessures et de la fièvre, 48 espèces dans le traitement de la constipation et douleurs abdominales, 40 espèces dans le traitement des céphalées, 37 espèces dans le traitement des maladies dermatologiques, 35 espèces dans les traitements de

l'anémie et de l'hypertension, 33 espèces dans le traitement de l'infertilité féminine, 31 espèces dans le traitement de la dysenterie, 30 espèces dans le traitement de la jaunisse et des hémorroïdes. Par ailleurs le traitement de l'insuffisance rénale, l'ictère, le stress/dépression, l'éléphantiasis, la morsure de chien/rago, l'hématurie, les troubles de ménopause, la rétention urinaire, le cancer oral, l'amygdalite, le ventre sale des femmes est assuré par deux plantes médicinales chacune. Le goitre, le hoquet, la méningite, la prostate, la coagulation sanguine, la poliomyélite, la myopie, la thrombose, la tremblote, les hémorragies post-partum, les courbatures, les aphtes, les démangeaisons anales, les crampes, les nausées, l'hypotension, sont soignés par une seule plante médicinale (tableau XII).

Tableau XII. Effectif et pourcentage des plantes utilisées pour traiter différentes affections.

Maladies soignées	Effectif des plantes utilisées	Pourcentage des plantes utilisées (%)
Diabète	81	42,19
Paludisme	80	41,67
Diarrhée	56	29,17
Bronchite/toux	49	25,52
Gonococcié/blénnoragie, Infections Sexuellement Transmissibles	47	24,48
Mal gastrique/mal d'estomac	45	23,44
Fièvre, plaie/blessures, helminthiases	44	22,92
Douleurs abdominales, constipation/purgatif/lavage intestinal	41	21,35
Céphalées	40	20,83
Maladies dermatologiques	37	19,27
Anémie, hypertension	35	18,23
Infertilité féminine/trompes bouchées	33	17,19
Dysenterie	31	16,15
Jaunisse, hémorroïde	30	15,63
Asthénie/tonic, accouchement difficile	28	14,58
Dysménorrhées, cancers/tumeurs	27	14,06
Mal de gorge/angine, mal de dent/carie dentaire/gingivites, infertilité masculine/azoospermie, maladies gastro-intestinales/dyspepsie, inflammations	26	13,54
Splénomégalie/rate	24	12,50
Eruption cutanée/urticaire/gale/eczéma, morsure de serpent, douleurs générales, inflammations	23	11,98
Fontanelle	22	11,46
Asthme, grippe/rhume, agalactie	21	10,94
Rougeole	20	10,42
Insuffisance rénale, furoncle/abcès, syphilis	19	9,90
Leucorrhées	18	9,38
Aménorrhées, convulsions, cardiopathie, empoisonnement, troubles digestifs/indigestion, infection (antibiotique)	17	8,85
Typhoïde, hernie ombilicale, carminatif/flatulence	16	8,33
Erythème fessier, kyste/fibrome/myome, mal des yeux, diurétiques	15	7,81
Filaires, otalgies /otites, santé de la femme enceinte, maladies respiratoires, maladies du foie	14	7,29
Obésité, menaces d'avortement, arthrite	13	6,77
Douleurs lombaires, fractures/entorses, antioxydant	12	6,25

Mal de reins/néphrite, névralgie/mal des nerfs, hépatites virales, tuberculose, troubles mentaux, infections vulvo-vaginales, ulcères	11	5,73
Panaris, varicelle, mycoses/teignes/dartres, épilepsie	10	5,21
Infections urinaires, pneumonie, conjonctivite, mycoses	9	4,69
Cancer de la peau, avortement	8	4,17
Hémorragie, choléra, palpitations, œdèmes, blessures et cicatrisation du cordon ombilical, ostéalgie, douleurs post-partum, congestion pulmonaire, anorexie, maladies urologiques	7	3,65
Herpès, chlamydia, cancer gastrique, hyperglycémie, zona, vomissements, brûlures, fièvre jaune, calculs rénaux, mastodynie	6	3,13
Contraception, cicatrisation des plaies et blessures, métrite chronique, douleurs thoraciques/poitrine, vertiges, maladies gynécologiques, piqure de scorpion, cataracte, cystite, ascite, appendicite, cancer du sein	5	2,60
Insomnie, vers des femmes, entérite, bile, gouttes, métrorragie, rétention placentaire, douleurs pelviennes, coliques ombilicales, hémorragie nasale, cancer colorectale, bactéries, hyper cholestérolémie	4	2,08
Faiblesse sexuelle/aphrodisiaque, calvitie, amibiase, sinusite, mauvais sort/sorcellerie, ménorragie, crise de folie, candidose, purification du sang, lèpre, cancer de la gorge	3	1,56
Ventre sale des femmes, insuffisance rénale, ictère, stress/dépression, maladies pulmonaires, éléphantiasis, enflures, morsure chien/rage, hématurie, perte de mémoire, hypoglycémie, antiseptique, cancer de l'utérus	2	1,04
Affections ORL, goître, démangeaison anales, crampes, troubles de ménopause, myopie, insecticide, thrombose, cancer oral, rétention urinaire, éclampsie, poliomyélite, amygdalite, hoquet, hypotension, courbatures, aphtes, coagulation sanguine, tremblote, méningite, prostate, hémorragie post-partum, nausées	1	0,52

### III.1.1.13. Fréquence d'utilisation pour chaque catégorie de maladies

La fréquence d'utilisation (FC) pour chaque catégorie de maladies montre un pourcentage élevé pour la catégorie des maladies digestives (74,48 %), suivi des catégories des maladies infectieuses (71,88 %), gynécologiques (69,27 %), dermatologiques (55,73 %), endocrino-métaboliques (47,40 %), d'ordre générale (45,31 %) et respiratoires (40,63 %). Les catégories de maladies avec les fréquences faibles inférieures à 10 % sont les maladies neuro-psychiatriques, l'empoisonnement, les maladies hépatologiques et mystiques avec respectivement 18, 17, 12 et 4 espèces et représentant respectivement 9,38 %, 8,85 %, 6,25 % et 2,08 % de l'effectif total (tableau XIII).

### III.1.1.14. Facteur de Consensus Informateur

Le Facteur de Consensus Informateur (FCI) a été calculé pour chaque catégorie de maladies (tableau XIII). Ainsi, les maladies infectieuses et endocrino-métaboliques ont le score le plus élevé (0,86 chacune), suivi des troubles digestifs (0,83), des troubles respiratoires (0,81), des maladies gynécologiques (0,80), des affections dermatologiques (0,77), des affections d'ordre générale (0,75), des affections cardiologiques (0,73), des affections hématologiques (0,72). Les principales pathologies traitées sont le paludisme, le diabète, la diarrhée, la toux/bronchite, les IST, les plaies et

blessures, les céphalées, l'hypertension artérielle et l'anémie respectivement pour chaque catégorie de maladies citée ci-dessus. Les plantes importantes suivantes : *Ageratum conyzoides*, *Aloe vera*, *Alchornea cordifolia*, *Alstonia boonei*, *Bidens pilosa*, *Capsicum annum*, *Carica papaya*, *Citrus aurantifolia*, *C. limon*, *C. medica*, *Costus afer*, *Cymbopogon citratus*, *Manihot esculenta*, *Musa paradisiaca*, *Moringa oleifera*, *Ocimum gratissimum*, *Passiflora foetida*, *Persea americana*, *Psidium guajava*, *Tithonia diversifolia*, *Solanum melongena*, *Vernonia amygdalina* et *Zingiber officinale*, font partie des plantes entrant dans les traitements des principales maladies de ces catégories.

Les valeurs de FCI les plus faibles 0,39 ; 0,36 ; 0,24 et 0,19 ont été enregistrées respectivement pour les maladies neuro-psychiatriques, les affections ORL, les affections neurologiques et les affections cancérologiques. Par ailleurs trois catégories de maladies (maladies hépatologiques, maladies mystiques et empoisonnement) avaient des valeurs de FCI égales à zéro pour chacune, car chaque répondant avait signalé une espèce différente utilisée pour la même maladie (tableau XIII).

Tableau XIII. Fréquence d'utilisation des plantes médicinales et Facteur de Consensus Informateur (FCI) des catégories de maladies.

Fic : Facteur de Consensus Informateur (FCI) ;  $N_{\text{tax}}$  : nombre total de plantes utilisées dans une catégorie de maladies ;  $N_{\text{ur}}$  : nombre total de citations des plantes enregistrées dans une catégorie de maladies.

Catégories de maladies	$N_{\text{tax}}$	Fréquence d'utilisation des espèces (%)	$N_{\text{ur}}$	Pourcentage du nombre de citations (%)	FCI
Infectieuses (INF)	138	71,88	954	13,93	0,86
Endocrino-métaboliques (ENM)	91	47,40	626	7,68	0,86
Digestives et stomacales (DIS)	143	74,48	841	10,82	0,83
Respiratoires (RES)	78	40,63	399	6,66	0,81
Gynéco-obstétriques (GYO)	133	69,27	675	6,79	0,80
Dermatologiques (DER)	107	55,73	465	3,87	0,77
Autres (générale) (GEN)	87	45,31	342	6,01	0,75
Cardiovasculaires (CAR)	52	27,08	188	4,35	0,73
Hématologiques (HEM)	48	25,00	169	2,47	0,72
Asthéniques (AST)	42	21,88	128	1,87	0,68
Morsures d'animaux (MOA)	27	14,06	78	1,14	0,66
Pédiatriques (PED)	56	29,17	153	2,23	0,64
Urologiques (URO)	32	16,67	64	0,93	0,51
Rhumatologiques (RHU)	51	26,56	98	3,91	0,48
Néphrologiques (NEP)	29	15,10	54	0,79	0,47
Ophthalmologiques (OPH)	27	14,06	48	0,70	0,45
Neuro-psychiatriques (PSC)	18	9,38	29	0,42	0,39
Oto-rhino-laryngologiques (ORL)	55	28,65	85	1,24	0,36
Neurologiques (NEU)	23	11,98	30	2,28	0,24
Cancérologiques (CAN)	48	25,00	59	0,86	0,19
Empoisonnement (EMP)	17	8,85	17	0,25	0
Hépatologiques (HEP)	12	6,25	12	0,18	0
Mystiques (MYS)	4	2,08	4	0,06	0

### III.1.1.15. Indice de fidélité des plantes médicinales préférées

A partir des fréquences de citations de chaque espèce, les 22 espèces ayant un pourcentage supérieur ou égale à 80 %, les plus utilisées dans la localité ont été sélectionnées pour le calcul des indices de fidélité ou "Fidelity Level" (FL). Dix-sept plantes ont des niveaux de fidélité supérieurs à 50 %. Ceci met en évidence l'importance de ces espèces dans le traitement des maladies mentionnées dans la zone d'étude (tableau XIV). Toutefois sept espèces à savoir : *Eremomastax speciosa*, *Justicia secunda*, *Annona muricata*, *Zingiber officinale*, *Kalanchoe coccinea*, *Ageratum conyzoides* et *Vernonia amygdalina* ont un niveau de fidélité de 100 % dans le traitement de l'érythème fessier, l'anémie, le mal des nerfs, la toux, l'otite, les maux de tête, le paludisme et les helminthiases respectivement. Les niveaux élevés des FL pour ces espèces indiquent leurs préférence et efficacité exceptionnelle pour le traitement de ces maladies citées.

Tableau XIV. Fréquences de citation et indices de fidélité des plantes médicinales préférées.  
F.C: fréquence de citation ; Np : nombre d'informateurs qui suggèrent l'utilisation de la plante pour le traitement d'une maladie précise ; N : nombre total d'informateurs qui ont mentionné cette espèce végétale pour tout autre usage ; FL : "Fidelity Level".

	Espèces végétales	Maladies soignées	F.C	Np	N	FL (%)
1	<i>Eremomastax speciosa</i>	Erythème fessier	94,51	172	172	100
2	<i>Justicia secunda</i>	Anémie	90,11	164	164	100
3	<i>Annona muricata</i>	Mal des nerfs	95,60	174	174	100
4	<i>Zingiber officinale</i>	Toux	84,62	154	154	100
5	<i>Kalanchoe coccinea</i>	Otite	87,36	159	159	100
6	<i>Ageratum conyzoides</i>	Paludisme	97,80	178	178	100
7	<i>Vernonia amygdalina</i>	Helminthiases, paludisme	92,31	148	168	100
8	<i>Ocimum gratissimum</i>	Diarrhée	85,16	126	155	81,29
9	<i>Aloe vera</i>	Eruption cutanée	91,76	131	167	78,44
10	<i>Cleome ciliata</i>	Ulcère gastrique	87,36	121	159	76,10
11	<i>Persea americana</i>	Diabète	92,86	124	169	73,37
12	<i>Cymbopogon citratus</i>	Rhume	96,70	122	176	69,32
13	<i>Scoparia dulcis</i>	Mal gastrique	84,62	103	154	66,88
14	<i>Moringa oleifera</i>	Hypertension	89,01	104	162	64,20
15	<i>Carica papaya</i>	Typhoïde	84,62	86	154	55,84
16	<i>Senna alata</i>	Mycoses/dartres	92,31	90	168	53,57
17	<i>Bidens pilosa</i>	Rhumatisme	85,16	80	155	51,61
18	<i>Mangifera indica</i>	Jaunisse	80,22	72	146	49,32
19	<i>Euphorbia hirta</i>	Amibiase	87,91	78	160	48,75
20	<i>Alchornea cordifolia</i>	Anémie, IST	82,97	71	151	47,02
21	<i>Costus afer</i>	Varicelle	87,36	68	159	42,77
22	<i>Acmella caulirhiza</i>	Fontanelle, rate	90,66	68	165	41,21

### III.1.2. Diversité floristique dans les différents habitats des plantes médicinales de Douala

#### III.1.2.1. Courbe de recrutement des espèces

Près de 9204 individus ont été recensés dans l'ensemble des 400 quadrats. Sur les 404 espèces qui en découlent, plus de la moitié sont concentrées dans les 110 premières unités d'échantillonnage (figure 15). La courbe de recrutement obtenue traduit un effort d'échantillonnage satisfaisant. Ainsi, le pallier obtenu pour une richesse spécifique de plus de 400 espèces tel que observé sur la courbe permet de montrer que la flore inventoriée est représentative de la quasi-totalité de la flore de la zone d'étude.

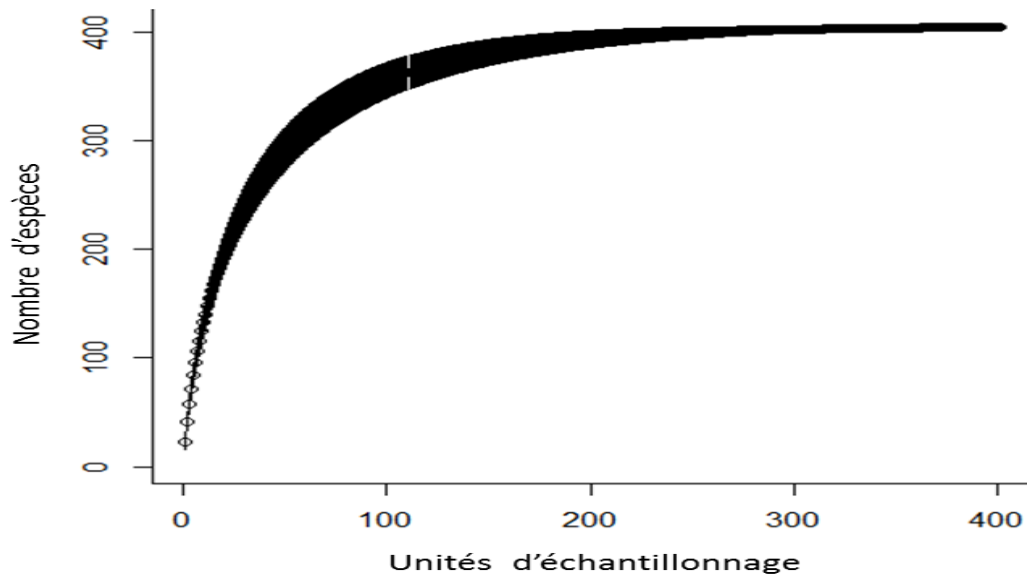


Fig. 15. Courbe d'accumulation de la flore inventoriée en utilisant la méthode de raréfaction.

#### III.1.2.2. Composition floristique

Les espèces végétales recensées appartiennent à deux embranchements différents : les Spermaphytes (95,50 %) et les Ptéridophytes (05,50 %) (tableau XV). Parmi les Spermaphytes, la classe des Dicotylédones est la plus représentée avec 265 espèces (65,6 %), 142 genres (68,5 %) et 51 familles (77,3 %). Les Monocotylédones sont représentées par 137 espèces (33,9 %), 64 genres (30,9 %) et 14 familles (21,2 %). Les Gymnospermes sont absentes dans la zone d'étude.

Tableau XV. Récapitulatif des taxons de la flore étudiée.

(N : effectif ; % : pourcentage)

Subdivisions			Familles		Genres		Espèces	
			N	%	N	%	N	%
Spermaphytes	Angiospermes	Monocotylédones	14	21,2	64	30,9	137	33,9
		Dicotylédones	51	77,3	142	68,5	265	65,6
	Gymnospermes	0	0	0	0	0	0	
Ptéridophytes			1	1,5	1	0,5	2	0,5
Total			66	100	207	100	404	100

### III.1.2.3. Richesse et diversité floristiques

Un total de 400 quadrats de 25 m<sup>2</sup> chacun, représentant une superficie totale de 1 ha, a été exploré dans différents habitats de la ville de Douala. Ceci a permis d'inventorier 404 espèces végétales, réparties entre 207 genres et 66 familles selon la classification APG III.

#### III.1.2.3.1. Abondance et diversité des familles

L'ensemble des espèces identifiées appartient à 66 familles et les plus diversifiées au niveau spécifique sont respectivement les Poaceae avec 65 espèces, les Cyperaceae (33 espèces), les Asteraceae (27 espèces), les Fabaceae-Papilionoideae (24 espèces), les Euphorbiaceae (18 espèces), les Rubiaceae (17 espèces), les Acanthaceae et les Malvaceae (15 espèces chacune). Cependant 18 familles possèdent deux espèces seulement, 15 familles possèdent une seule espèce (figure 16).

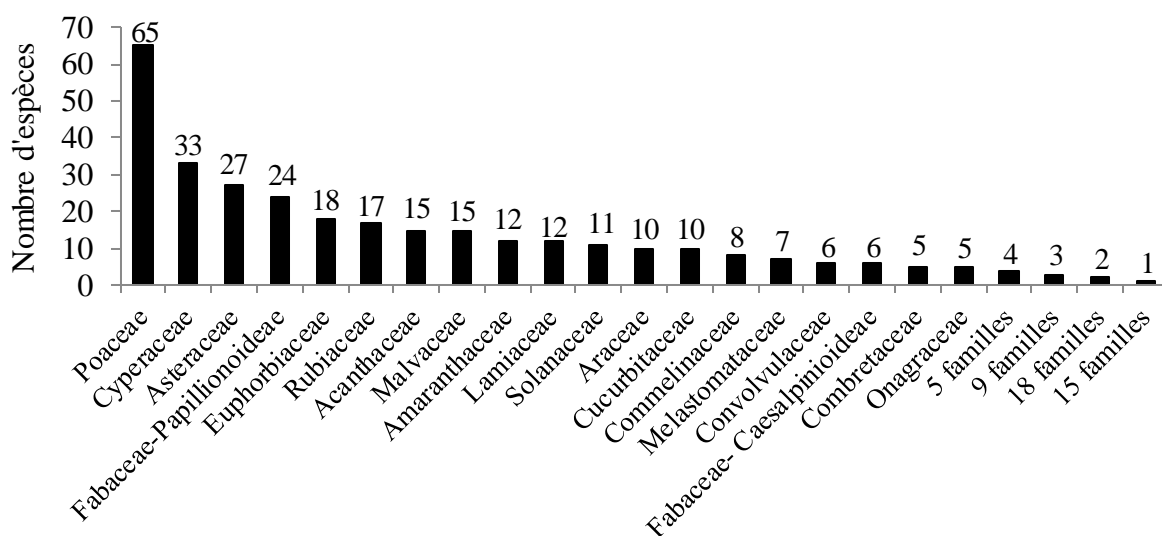


Fig. 16. Diversité spécifique des familles recensées à Douala.

#### III.1.2.3.2. Abondance et diversité génériques

Au niveau des genres, l'ensemble des espèces identifiées appartient à 207 genres. Les genres les plus riches en espèces sont répartis dans l'ordre décroissant ainsi qu'il suit : *Cyperus* (18 espèces) ; *Sida*, *Eragrostis*, *Spermacoce*, *Panicum*, *Ipomoea* (6 espèces pour chacun) ; *Solanum*, *Ludwigia*, *Digitaria*, *Senna*, *Setaria*, *Euphorbia*, *Kyllinga*, *Amaranthus* (5 espèces pour chacun). Par ailleurs la majorité des genres possède une ou deux espèces (tableau XVI).

Tableau XVI. Genres les plus riches en espèces.

Genres	Nombre d'espèces par genre
<i>Cyperus</i>	18
<i>Eragrostis, Ipomoea, Panicum, Sida, Spermacoe</i>	6
<i>Amaranthus, Senna, Digitaria, Euphorbia, Kyllinga, Ludwigia, Setaria, Solanum</i>	5
<i>Acalypha, Citrus, Commelina, Desmodium, Echinochloa, Paspalum, Plectranthus, Phyllanthus, Sporobolus</i>	4
<i>Alchornea, Asystasia, Bidens, Bulbostylis, Cleome, Clerodendrum, Crotalaria, Cyathula, Dioscorea, Ficus, Fimbristylis, Heterotis, Hibiscus, Indigofera, Justicia, Laportea, Melastomastrum, Momordica, Ocimum, Oldenlandia Oxalis, Phyllanthus, Plectranthus, Spermacoe, Terminalia, Vigna</i>	3
<i>Acroceras, Aeschynomene, Agrostis Aloe, Allophylus, Cardamine, Andropogon, Borreria, Capsicum, Brachiaria Celosia, Chloris, Colocasia, Combretum, Corchorus, Costus Cucumis Cyanthillium, Cenchrus, Dracaena, Drymaria, Emilia, Erigeron, Galinsoga Hyparrhenia, Hypoestes, Impatiens, Ixora, Jatropha, Juncus, Kalanchoe, Lindernia, Mimosa, Mucuna, Musa, Nephrolepis, Palisota, Pennisetum, Persicaria, Physalis, Phragmanthera, Portulaca, Pueraria, Sorghum, Stachytarpheta, Stemodia, Tabernaemontana, Telfairia, Thunbergia, Triumfetta</i>	2
Autres (109 genres)	1

### III.1.2.3.3. Quotient générique

Le quotient générique de la flore étudiée est le rapport entre le nombre d'espèces et le nombre de genres (E/G) est de 1,95. Il est supérieur à 1 et signifie que le groupement étudié est riche en espèces et pauvre en genre. Dans cette étude, cet indice a été calculé pour chaque famille et est très élevé chez les Convolvulaceae qui comprennent un seul genre (*Ipomoea*) pour 6 espèces, les Onagraceae qui ont un genre (*Ludwigia*) pour 5 espèces, les Cyperaceae qui ont huit genres pour 33 espèces, les Phyllanthaceae et Rutaceae qui ont un genre chacun pour 4 espèces (tableau XVII). L'examen de la composition floristique permet aussi d'affirmer que les familles les plus diversifiées sur le plan générique sont celles ayant le plus grand nombre d'espèces.

Tableau XVII. Diversités générique et spécifique des familles représentées dans la flore étudiée.

(E/G : rapport entre le nombre d'espèces et le nombre de genres)

Familles	Nombre de genres	Nombre d'espèces	E/G
Poaceae	29	65	2,24
Asteraceae	22	27	1,23
Fabaceae-papilionoideae	12	24	2
Acanthaceae	9	15	1,67
Araceae	9	10	1,11
Cyperaceae	8	33	4,13
Euphorbiaceae	8	18	2,25
Malvaceae	7	15	2,14
Rubiaceae	7	16	2,29
Cucurbitaceae	6	10	1,67



Amaranthaceae, Lamiaceae	5	12	2,40
Solanaceae	5	11	2,20
Arecaceae	4	4	1
Commelinaceae	4	8	2
Apocynaceae, Scrophulariaceae	3	4	1,33
Melastomataceae	3	7	2,33
Anacardiaceae, Passifloraceae, Piperaceae, Zingiberaceae	2	2	1
Fabaceae-mimosoideae, Portulacaceae, Sapindaceae, Verbenaceae	2	3	1,50
Combretaceae	2	5	2,50
Fabaceae-caesalpinioideae	2	6	3
Achariaceae, Annonaceae, Apiaceae, Bromeliaceae, Burseraceae, Cannaceae, Caricaceae, Cecropiaceae, Hydrophyllaceae, Lauraceae, Molluginaceae, Myrtaceae, Sapotaceae, Smilacaceae	1	1	1
Aloaceae, Asparagaceae, Balsaminaceae, Brassicaceae, Costaceae, Caryophyllaceae, Crassulaceae, Dryopteridaceae, Juncaceae, Tiliaceae, Linderniaceae, Loranthaceae, Moringaceae, Musaceae, Polygonaceae,	1	2	2
Capparaceae, Dioscoreaceae, Moraceae, Oxalidaceae, Urticaceae	1	3	3
Phyllanthaceae, Rutaceae	1	4	4
Onagraceae	1	5	5
Convolvulaceae	1	6	6
Total	207	404	1,95

#### III.1.2.4. Structure de la flore étudiée

La structure floristique a été évaluée globalement à l'aide des cinq indicateurs suivants : la densité ou abondance relative, la fréquence relative, la dominance relative, la diversité relative des familles et genres, les indices combinant ses trois facteurs (FIV, IVI).

##### III.1.2.4.1. Densité ou abondance relative des familles

L'abondance relative des différentes familles varie entre 16,91 et 0,03 %. Parmi les 66 familles inventoriées, les résultats montrent une nette dominance des Poaceae qui représentent 16,91 % de l'effectif total. Les autres familles bien représentées sont, classées par ordre décroissant : les Asteraceae (11,81 %), les Cyperaceae (8,31 %), et les Amaranthaceae (5,78 %). Au total 20 familles ont une abondance relative  $\geq 1$  (04,95 %). Le reste des 384 espèces soit (95,05 %) ont une valeur d'abondance relative  $< 1$ .

##### III.1.2.4.2. Diversité relative des familles

La famille des Poaceae est de loin la plus diversifiée dans tous les habitats avec une diversité relative représentant 16,09 % de la flore totale. Elle est suivie par les Cyperaceae, Asteraceae, Fabaceae-Papilionoideae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Acanthaceae et Malvaceae qui sont représentées

respectivement par 8,17 % ; 6,68 % ; 5,94 % ; 4,46 % ; 3,96 % et 3,71 %. Le reste des familles sont très faiblement diversifiées.

### III.1.2.4.3. Recouvrement relatif (dominance relative) des familles

Le calcul des recouvrements relatifs des familles montre que les Poaceae et Asteraceae ont des recouvrements relatifs les plus élevés avec 19,39 % et 11,12 % de la flore totale. Elles sont suivies dans l'ordre décroissant des Cyperaceae (7,27 %), des Amaranthaceae (5,99 %), des Rubiaceae (4,65 %), des Convolvulaceae (4,47 %), des Fabaceae-Papilionoideae (3,62 %), des Commelinaceae (3,61 %), des Euphorbiaceae (3,47 %) et des Acanthaceae (3,41 %).

### III.1.2.4.4. Familles importantes écologiquement

La FIV ("Family Importance Value") de chaque famille a été calculée. Il en ressort que les familles ayant les plus fortes valeurs de FIV ( $FIV \geq 10$ ), classées par ordre décroissant sont : les Poaceae (52,38 %), les Asteraceae (29,62 %), les Cyperaceae (23,75 %), les Amaranthaceae (14,74 %), les Fabaceae-Papilionoideae (13,47 %), les Rubiaceae (13,40 %), les Euphorbiaceae (11,58 %) et les Acanthaceae (10,40 %) (figure 17).

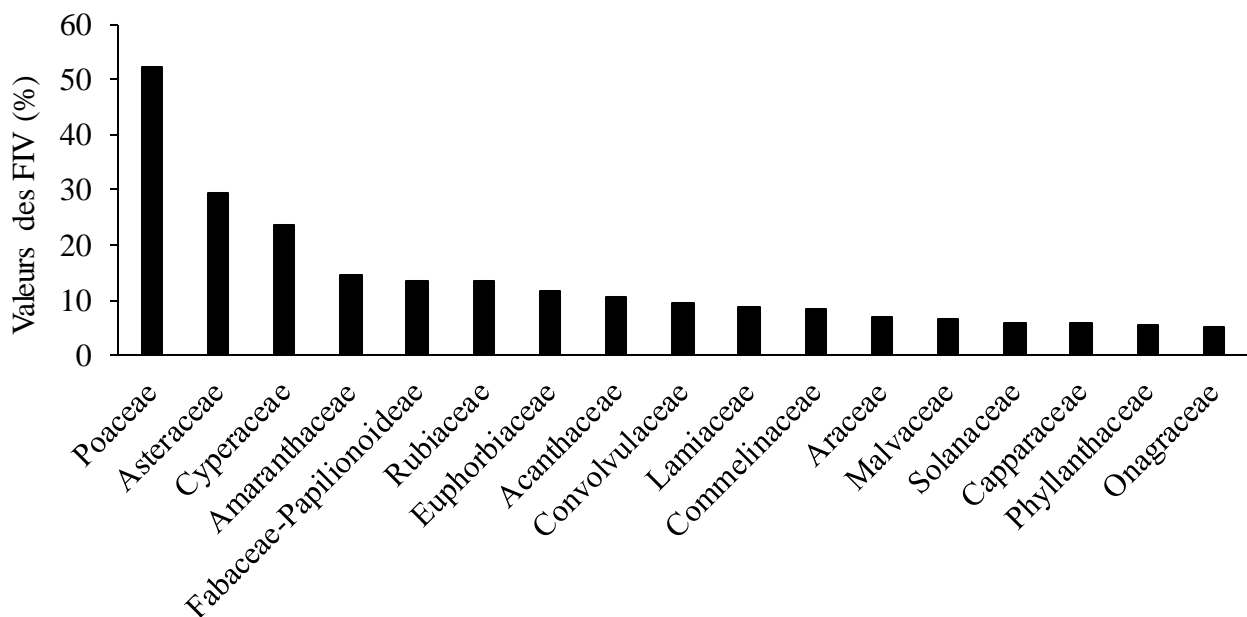


Fig. 17. Répartition des familles ayant des  $FIV \geq 5$  %.  
(FIV : Family Importance Value)

### III.1.2.4.5. Densité ou abondance relative des espèces

L'abondance relative des différentes espèces varie entre 2,44 et 0,01 %. Parmi les espèces inventoriées, 21 ont une abondance relative  $\geq 1$ . L'espèce *Eleusine indica* est la plus abondante avec 2,44 % de l'effectif total. Elle est suivie par ordre décroissant de *Cleome ciliata* (2,23 %), *Phyllanthus amarus* (2,18 %), *Ageratum conyzoides* (2,01 %) ; *Cyathula prostrata* (1,98 %), *Alternanthera sessilis*

(1,78 %), *Plectranthus monostachyus* (1,71 %), *Commelina benghalensis* (1,66 %), *Ipomoea batatas* (1,56 %), *Oldenlandia corymbosa* (1,53 %), *Asystasia gangetica* (1,48 %), *Xanthosoma sagittifolium* (1,43 %), *Cynodon dactylon* (1,36 %), *Panicum maximum* (1,36 %), *Cyanthillium cinereum* (1,29 %), *Ipomoea involucrata* (1,28 %), *Mimosa pudica* (1,27 %), *Synedrella nodiflora* (1,25 %), *Eclipta prostrata* (1,12 %), Le reste des 383 espèces (94,80 %) a une faible valeur d'abondance relative.

#### III.1.2.4.6. Recouvrement relatif (dominance relative) des espèces végétales

Le recouvrement relatif des différentes espèces varie entre 2,78 et 0,01 %. De ces espèces, 20 ont un recouvrement relatif  $\geq 1$  %. Les espèces ayant les recouvrements relatifs les plus élevés sont par ordre décroissant : *E. indica* (2,78 %), *A. sessilis* (2,22 %), *A. conyzoides* (2,13 %), *I. involucrata* (2,09 %), *C. benghalensis* (2,08 %), *C. ciliata* (2,04 %), *Cyathula prostrata* (2,04 %), *P. maximum* (1,79 %), *C. dactylon* (1,77 %), *I. batatas* (1,63 %), *P. monostachyus* (1,56 %), *A. gangetica* (1,52 %), *O. corymbosa* (1,35 %), *M. pudica* (1,3 %), *P. amarus* (1,27 %), *Mitracarpus hirtus* (1,1 %), *S. barbata* (1,03 %), *V. amygdalina* (1,02 %).

#### III.1.2.4.7. Fréquences relatives, classes de présence des espèces

La fréquence d'apparition des différentes espèces dans les 400 relevés varie entre 0,25 et 56,25 %. La répartition du nombre d'espèces par classes de présence montre une prédominance de la classe I avec 380 espèces végétales (soit 94,06 %). Les classes II et III sont très faiblement représentées avec 18 espèces (4,46 %) et 6 espèces (1,49 %) respectivement. Par ailleurs les classes IV et V sont absentes (figure 18). Les espèces les plus fréquentes, représentant la classe III, classées par ordre décroissant sont : *Eleusine indica* (présente dans 225 relevés, soit 56,25 % de l'effectif total), *Cleome ciliata* (204 relevés, 51,25 %), *Phyllanthus amarus* (199 relevés, 50,25 %), *Ageratum conyzoides* (163 relevés, 46,25 %), *Cyathula prostrata* (185 relevés, 45,5 %), *Alternanthera sessilis* (181 relevés, 41 %). Le groupement étudié peut être dit stable car on a la répartition suivante : classe I > classe II > classe III.

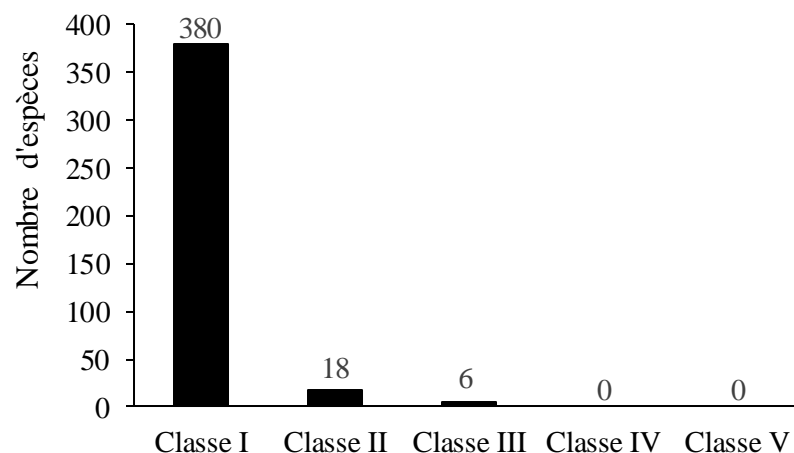


Fig. 18. Répartition du nombre d'espèces en fonction des classes de présence.

### III.1.2.4.8. Indices de raréfaction des espèces

Le calcul des indices de raréfaction (Ir) a permis d'affirmer que 378 espèces sont considérées comme espèces rares car elles ont des valeurs d'indices de raréfaction supérieures à 80 %. Elles sont majoritaires. Par ailleurs 26 espèces, avec des Ir inférieures à 80 %, sont considérées comme des espèces préférentielles et très fréquentes dans le site étudié. Parmi elles, les mieux représentées sont *Eleusine indica* (RI = 43,75 %), *Cleome ciliata* (RI = 48,75 %), *Phyllanthus amarus* (49,75 %), *Ageratum conyzoides* (RI = 53,75 %), *Cyathula prostrata* (RI = 54,5 %) et *Alternanthera sessilis* (RI = 59 %). Toutes sont des herbacées et ne sont pas encore frappées de menace d'extinction.

### III.1.2.4.9. Espèces importantes écologiquement

Parmi les espèces inventoriées, quatre ont des valeurs de IVI ("Important Value Index")  $\geq 50$  %. Il s'agit de : *E. indica* (61,48 %), *C. ciliata* (55,52 %), *P. amarus* (53,71 %), *A. conyzoides* (50,39 %). Par conséquent ce sont les espèces écologiquement les plus importantes. Seize autres espèces ont des valeurs de IVI comprises entre 25 et 50 %. Il s'agit de : *Cyathula prostrata* (49,52 %), *Alternanthera sessilis* (45 %), *Plectranthus monostachyus* (42,52 %), *Commelina benghalensis* (41,99 %), *Ipomoea batatas* (39,2 %), *Oldenlandia corymbosa* (38,13 %), *Asystasia gangetica* (37 %), *Xanthosoma sagittifolium* (35,62 %), *Panicum maximum* (34,4 %), *Cynodon dactylon* (34,38 %), *Cyanthillium cinereum* (32,45 %), *Ipomoea involucrata* (32,88 %), *Mimosa pudica* (31,82 %), *Synedrella nodiflora* (31,27 %), *Eclipta prostrata* (27,63 %), *Cyperus cyperoides* (25,52 %). Toutefois la majorité des espèces (384) représentant 94,80 %, ont des valeurs de IVI  $<$  à 25 % (figure 19).

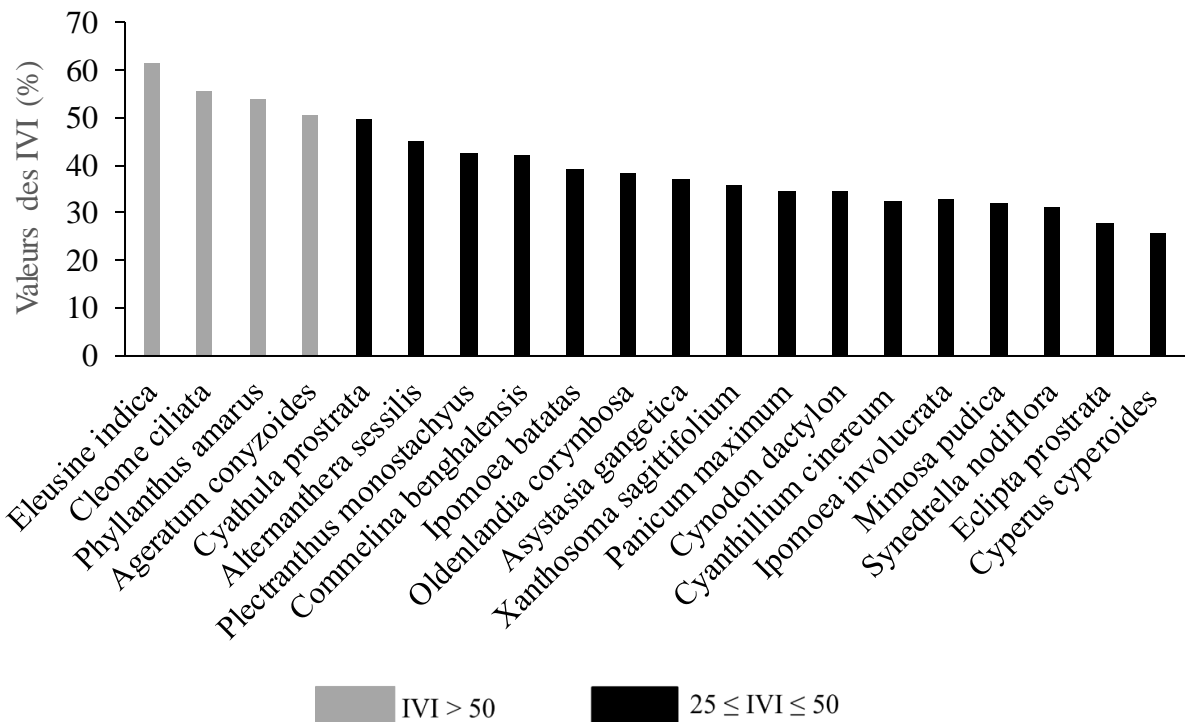


Fig. 19. Répartition des espèces ayant des IVI  $\geq 25$  %.  
(IVI: Important Value Index)

Un tableau synthétique des données qualitatives et quantitatives des espèces est présenté dans les annexes du document (annexe 3). Pour chaque espèce et relevé, on retrouve son indice de présence, son recouvrement, sa classe de présence, sa fréquence relative afin de mesurer l'importance locale du taxon. L'analyse du tableau démontre une grande variance dans les données, certaines espèces ne sont rencontrées qu'une seule fois et d'autres se rencontrent avec une certaine constante dans la flore actuelle de la ville de Douala.

### III.1.2.5. Types morphologiques et stratification verticale de la flore

L'analyse des types morphologiques de cette étude montre que les herbacées sont les plus abondantes dans la ville de Douala avec 332 espèces végétales (soit 82,18 % de la flore étudiée), suivi des arbustes (12,87 %), des arbres (4,46 %) et des fougères (0,50 %). La répartition entre les herbacées montre que les herbacées basses sont plus nombreuses (174 espèces), suivie des herbacées hautes (129 espèces) et des herbacées rampantes (29 espèces). Les arbres, arbustes et fougères ont des taux de recouvrement très faibles (tableau XVIII).

Tableau XVIII. Spectre des types morphologiques de la flore étudiée.

Types morphologiques	Spectre brut		Spectre pondéré	
	Nombre d'espèces	%	Recouvrement	%
Herbacées basses (Hb)	174	43,07	46687,5	51,47
Herbacées hautes (Hh)	129	31,93	27239	30,03
Arbustes (Ar)	52	12,87	7770	8,57
Herbacées rampantes (Hr)	29	7,18	6907	7,61
Arbres (A)	18	4,46	1950,5	2,15
Fougères (F)	2	0,5	160	0,18
Total	404	100	90714	100

### III.1.2.6. Spectres écologique et chorologique, groupes fonctionnels des plantes

Les caractéristiques morphologiques, biologiques, phytogéographiques et écologiques des espèces ont été rassemblées à partir de divers thèses, articles scientifiques et ouvrages. Les espèces à l'état juvénile n'ont pas été prises en compte dans ces représentations graphiques.

#### III.1.2.6.1. Type foliaire

Le spectre des types foliaires des espèces inventoriées met en évidence une nette dominance des microphylls, soit 50,50 % du total des espèces et un taux de recouvrement de 57,02 % (tableau XIX). Ensuite viennent les mésophylls avec 31,68 % du total des espèces et un taux de recouvrement de 28,38 %. Les nanophylls, macrophylls, mégaphylls et leptophylls présentent respectivement des proportions de 10,15 %, 6,19 %, 0,74 %, 0,50 % de l'effectif total et ont de faibles taux de recouvrements.

Tableau XIX. Spectre des types foliaires de la flore étudiée.

Types foliaires	Spectre brut		Spectre pondéré	
	Nombre d'espèces	%	Recouvrement	%
Microphyllés	204	50,5	51726,5	57,02
Mésophyllés	128	31,68	25746	28,38
Nanophyllés	41	10,15	7406,5	8,16
Macrophyllés	25	6,19	4098,5	4,52
Mégaphyllés	3	0,74	193	0,21
Leptophyllés	2	0,5	1522,5	1,68
Indéterminés	1	0,25	21	0,02
Total	404	100	90714	100

### III.1.2.6.2. Types biologiques

Le spectre des types biologiques des espèces inventoriées dans les relevés met en évidence une nette représentation des chaméphytes (28,71 %), viennent ensuite les thérophytes (24,75 %), les phanérophytes (23,02 %), les géophytes (13,86 %) et enfin les hémicryptophytes (9,65 %). Parmi les ligneux, les microphanérophytes (4,21 %) sont très peu représentés, suivis des nanophanérophytes (9,41 %), et enfin des mésophanérophytes (7,92 %). Le spectre pondéré est également dominé par les chaméphytes (33,76 %) et thérophytes (32,21 %). Les hémicryptophytes ont un taux de recouvrement très faible (7,80 %) (tableau XX).

Tableau XX. Spectre des types biologiques de la flore étudiée.

Types biologiques		Spectre brut		Spectre pondéré	
		Nombre d'espèces	%	Nombre d'espèces	%
Chaméphytes	Chaméphytes dressés	92	22,77	23188	25,56
	Chaméphytes grimpants	10	2,48	1989,5	2,19
	Chaméphytes prostrés	2	0,5	57	0,06
	Chaméphytes rampants	12	2,97	5391	5,94
	Sous-total <sub>1</sub>	116	28,71	30625,5	33,76
Thérophytes	Thérophytes dressés	83	20,54	23799	26,24
	Thérophytes grimpants	10	2,48	1041,5	1,15
	Thérophytes scapeux	7	1,73	4381	4,83
	Sous-total <sub>2</sub>	100	24,75	29221,5	32,21
Phanérophytes	Microphanérophytes	17	4,21	3002	3,31
	Méso-sphanérophytes	32	7,92	3813,5	4,2
	Nano-phanérophytes	38	9,41	4631	5,11
	Sous-total <sub>3</sub>	87	23,02	11884,5	13,1
Géophytes	Géophytes grimpants	2	0,5	42,5	0,05
	Géophytes rhizomateux	49	12,13	11007,5	12,13
	Géophytes tubéreux	5	1,24	854	0,94
	Sous-total <sub>4</sub>	56	13,86	11904	13,12
Hémicryptophytes	Hémicryptophytes cespiteux	35	8,66	6555	7,23
	Hémicryptophytes rosettes	4	0,99	523,5	0,58

Hémicryptophytes	Hémicryptophytes grimpanes	6	1,49	438	0,48
	Sous-totaux	45	9,65	7078,5	7,8
Total général	Total	404	100	90714	100

### III.1.2.6.3. Modes de dissémination des diaspores

Parmi les modes de dispersion des diaspores, les espèces endozoochores sont dominantes avec 155 espèces (soit 38,37 % de l'effectif total). Elles sont suivies des espèces épizoochores qui ont 135 espèces (33,42 %), puis des anémochores qui possèdent 89 espèces (22,03 %), des autochores qui ont 22 espèces (5,45 %), des anthropochores qui ont 2 espèces, (0,50 %), enfin des barochores qui sont représentés par une seule espèce (0,25 %). Le type de dissémination de quatre espèces n'a pu être déterminé par manque d'information, celles-ci représentent 1,05 % de l'effectif total. Il en ressort que la zoochorie qui comprend l'endozoochorie et l'épizoochorie, avec au final 290 espèces (71,79 %), est le mode de dispersion le plus important (tableau XXI).

Tableau XXI. Spectres brut et pondéré des modes de dissémination des diaspores.

Modes de dispersions	Spectre brut		Spectre pondéré	
	Nombre d'espèces	%	Recouvrement	%
Endozoochorie	155	38,37	27278,5	30,07
Epizoochorie	135	33,42	34446	37,97
Anémochorie	89	22,03	20530	22,63
Autochorie	22	5,45	8137,5	8,97
Anthropochorie	2	0,5	276,5	0,3
Barochorie	1	0,25	45,5	0,05
Total	404	100	90714	100

### III.1.2.6.4. Types de diaspores

Au regard de leurs types de diaspores, le groupe d'espèces le plus représenté correspond aux sclérochores qui représentent 33,42 % de l'effectif total et un taux de recouvrement de 31,21 %. Il est suivi des groupes des ballochores (25,74 %), des sarcochores (25,25 %), des pogonochores (7,92 %) et des desmochores (4,46 %) qui ont respectivement 29,77 %, 20,51 %, 13,33 % et 4,46 % du taux de recouvrement total (tableau XXII). Les pléochores, sporochores, acanthospores sont représentés par une seule espèce pour chacun, soit 0,25 % pour chaque type et un taux de recouvrement très faible.

Tableau XXII. Spectres brut et pondéré des types de diaspores

Types de diaspores	Spectre brut		Spectre pondéré	
	Nombre d'espèces	%	Recouvrement	%
Sclérochores	135	33,42	28312	31,21
Ballochores	104	25,74	27001,5	29,77
Sarcochores	102	25,25	18602,5	20,51
Pogonochores	32	7,92	12093,5	13,33
Desmochores	19	4,70	4048,5	4,46
Ptérochores	9	2,23	436	0,48
Acanthochores	1	0,25	78,5	0,09

Sporochores	1	0,25	75	0,08
Pléochores	1	0,25	66,5	0,07
Total	404	100	90714	100

### III.1.2.6.5. Types phytogéographiques

La flore étudiée est constituée de 61,14 % d'espèces à distribution large (247 espèces), 22,28 % d'espèces de liaison (90 espèces) et 15,59 % d'espèces des zones de transition régionale (63 espèces). Il y a une seule espèce qui est endémique au Cameroun (*Allophylus bullatus*). Les différentes proportions des espèces à large répartition sont les suivantes : pantropicales 119 espèces (29,46 %) ; cosmopolites 53 espèces (13,12 %) ; afro-américaines 28 espèces (6,93 %) ; paléo-tropicales 22 espèces (5,45 %) ; afro-asiatique 21 espèces (5,20 %) ; pluri-régionales africaines 4 espèces (0,99 %). Parmi les espèces des zones de transition régionale, ce sont les guinéo-congolaises qui sont les plus représentées avec 55 espèces (13,61 %), puis les Congo-guinéennes avec 7 espèces (1,73 %). Parmi les espèces de liaison, les espèces guinéennes et soudano-zambéziennes ont 47 espèces (11,63 %). Les afro-tropicales sont au nombre de 43 (10,64 %) (tableau XXIII).

Tableau XXIII. Répartition des différents types phytogéographiques de la zone d'étude.

Types phytogéographiques		Spectre brut		Spectre pondéré	
		Nombre d'espèces	%	Recouvrement	%
Pan	pantropicales	119	29,46	30011,5	33,08
GC	guinéo-congolaises	55	13,61	14953	16,48
Cos	cosmopolites	53	13,12	15114,5	16,66
G-Sz	soudano zambéziennes	47	11,63	5046,5	5,56
AT	Afro-tropicales	43	10,64	10044,5	11,07
Aam	afro-américaines	28	6,93	4686,5	5,17
Pal	paléo-tropicales	22	5,45	5578	6,15
Aas	afro-asiatique	21	5,20	2183,5	2,41
CG	Congo-guinéens	7	1,73	2381,5	2,63
Indet.	indéterminés	4	0,99	160,5	0,18
PRA	pluri-régionales africaines	4	0,99	520,5	0,57
End-CAM	endémiques du Cameroun	1	0,25	33,5	0,04
Total		404	100	90714	100

### III.1.2.7. Statut de conservation des espèces selon les catégories de l'UICN

La détermination du statut de conservation des espèces est basée ici sur les lignes d'application des catégories de la liste rouge de l'UICN. Parmi les espèces recensées dans la flore étudiée, 384 espèces se retrouvent dans la catégorie « préoccupation mineure » (LC). Les catégories « vulnérables » (VU) et « données insuffisantes » (DD) sont représentées chacune par trois espèces, les catégories « en danger critique d'extension » (CR) et « quasi menacé » (NT) par deux espèces chacune. Six espèces sont classées dans la catégorie « en danger » (EN). Il s'agit de : *Sporobolus*



*montanus*, *Agrostis mannii*, *Momordica camerounensis*, *Palisota flagelliflora*, *Impatiens etindensis*, *Phragmanthera longiflora*. Quatre espèces ont un statut indéterminé (tableau XXIV).

Tableau XXIV. Statut des espèces en référence à la liste rouge de l'UICN.

(UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature ; CR : espèces en danger critique d'extension ; EN : espèces en danger, VU : espèces vulnérables ; DD : espèces avec des données insuffisantes, NT : espèces quasi menacée ; pm : plantes médicinales ; Indet. : Indéterminé ; altaire : alimentaire ; TM : types morphologiques ; TB : types biologiques)

Catégories de l'UICN	Espèces végétales	Familles	TM	TB	Usages
CR	<i>Telfairia batesii</i>	Cucurbitaceae	L	Ghgr	Indet.
	<i>Digitaria adamaouensis</i>	Poaceae	Hb	Chd	pm, altaire
EN	<i>Sporobolus montanus</i>	Poaceae	Hh	Chd	Indet.
	<i>Agrostis mannii</i>	Poaceae	Hh	Thd	Indet.
	<i>Momordica camerounensis</i>	Cucurbitaceae	L	Chgr	Indet.
	<i>Palisota flagelliflora</i>	Commelinaceae	Hb	Chrp	Indet.
	<i>Impatiens etindensis</i>	Balsaminaceae	Hb	Thd	Indet.
	<i>Phragmanthera longiflora</i>	Loranthaceae	A	Msph	Indet.
VU	<i>Plectranthus insignis</i>	Lamiaceae	Ar	Nnph	Indet.
	<i>Bidens mannii</i>	Asteraceae	Hh	Chd	Indet.
	<i>Allophylus bullatus</i>	Sapindaceae	A	McpH	Pm
NT	<i>Phyllanthus mannianus</i>	Phyllanthaceae	Ar	NnPh	Indet.
	<i>Aframomum arundinaceum</i>	Zingiberaceae	Hh	Grh	pm, altaire
DD	<i>Sida collina</i>	Malvaceae	Hh	Nnph	Pm
	<i>Spermacoce spermacocina</i>	Rubiaceae	Hb	Chd	Indet.
	<i>Canna indica</i>	Cannaceae	Hh	Grh	Pm

### III.1.2.8. Usages des espèces végétales

Les usages des plantes recensées dans le cadre de cette étude ont été rassemblés à partir des enquêtes ethno-pharmacologiques réalisées dans ce travail et complétés avec divers articles scientifiques. Ainsi la figure 20 permet d'affirmer que la flore de la ville de Douala est encore riche en plantes à usage médicinal. En effet des 404 espèces inventoriées, 304 espèces (75,25 %) sont utilisées à des fins médicinales, 12 espèces (2,97 %) ont un autre usage; 88 espèces (21,78 %) n'ont pas d'usages connus (annexe 3).

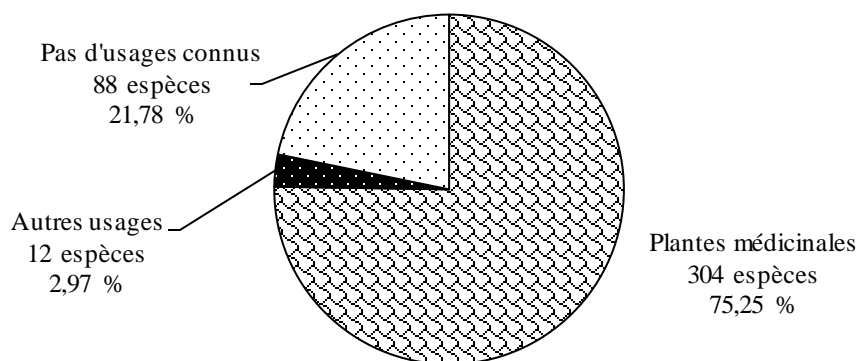


Fig. 20. Répartition des différents usages des plantes dans la flore étudiée.

Esp : espèces ; pm : plantes médicinales ; Ind. : indéterminés

### III.1.2.9. Description des différents habitats et analyse des similarités floristiques

#### III.1.2.9.1. Typologie et proportion des différents habitats

Il est question ici de caractériser les différents faciès des différents habitats sur les plans floristique et structural, puis enfin de vérifier si les analyses de ces différents faciès induisent des différences ou similitudes floristiques.

#### III.1.2.9.2. Richesse et diversité floristiques des différents habitats

Une liste floristique a été établie et étudiée pour chaque habitat (tableau XXV). Il en ressort que la richesse spécifique est élevée dans les différents habitats. Les habitats des immondices présentent la richesse spécifique la plus élevée (346 espèces), suivi des jachères (336 espèces). La plus faible richesse spécifique s'observe au niveau du groupement des bordures de routes (305 espèces). Par ailleurs ils sont repartis suivant cet ordre décroissant : IM > JA > AM > TV > BR.

Tableau XXV. Richesse floristique des différents habitats.

Habitats	Superficie échantillonnée	Nombre d'individus	Nombre d'espèces	Nombre de Familles	Nombre de Genres
Immondices	2000 m <sup>2</sup>	1889	346	64	199
Jachères	2000 m <sup>2</sup>	1901	336	63	189
Alentours des maisons	2000 m <sup>2</sup>	1827	319	61	177
Terrains vagues	2000 m <sup>2</sup>	1826	317	60	177
Bordures des routes	2000 m <sup>2</sup>	1761	305	52	162

Dans l'ensemble, on observe une disparité entre le nombre d'individus recensés et le nombre d'espèces identifiées dans les différents habitats. Par ailleurs la figure 21 montre que la flore inventoriée dans chacun des cinq types d'habitats est représentative de ces habitats et que l'effort d'échantillonnage dans chacun de ces habitats est atteint. Cette figure confirme aussi que l'habitat IM est le plus diversifié tandis que l'habitat BR est le moins diversifié.

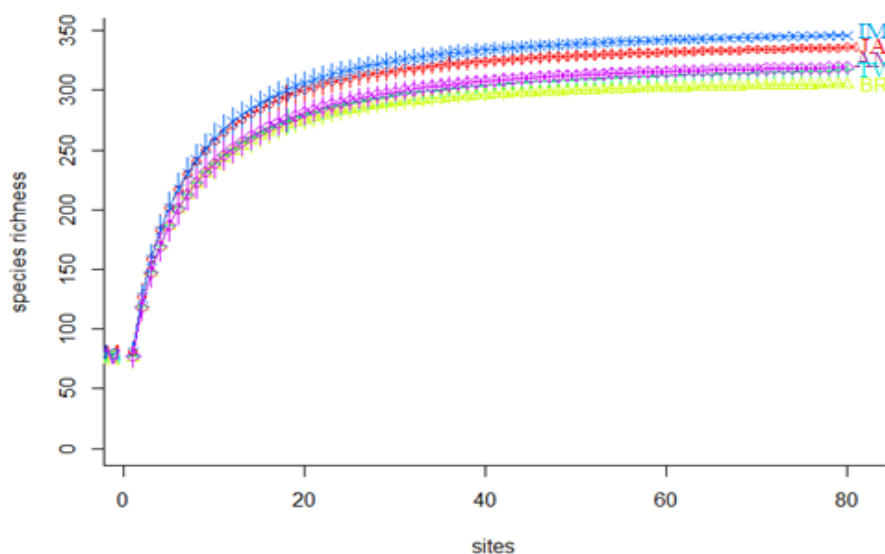


Fig. 21. Courbe d'accumulation de la flore inventoriée en fonction des habitats.  
(AM: alentours des maisons ; BR : bordures des routes ; IM : immondices ; JA : jachères ; TV : terrains vagues)

### III.1.2.9.3. Richesse et diversité des familles dans les différents habitats

Le nombre de familles varie entre 52 et 64. Les immondices sont les milieux les plus riches en familles (64) et les bordures des routes les moins riches (52 familles). Le tableau XXVI montre que les familles les plus riches en espèces sont les suivantes :

- Poaceae avec 56 espèces aux immondices et bordures des routes, 53 espèces aux alentours des maisons et terrains vagues et 49 espèces dans les jachères ;
- Cyperaceae avec 31 espèces aux bordures des routes, 30 espèces dans les immondices et terrains vagues, 26 espèces aux alentours des maisons, 23 espèces dans les jachères ;
- Asteraceae avec 26 espèces dans les jachères, 25 espèces aux bordures des routes, 24 espèces dans les immondices, 23 espèces dans les terrains vagues et aux alentours des maisons ;
- Fabaceae-Papilionoideae avec 23 espèces dans les jachères, 21 espèces dans les immondices, 20 espèces aux alentours des maisons, 19 espèces aux bordures des routes et espèces terrains vagues ;
- Rubiaceae avec 16 espèces aux alentours des maisons, 15 espèces dans les immondices, 14 espèces dans les jachères, 13 espèces aux bordures des routes et espèces terrains vagues ;

Tableau XXVI. Richesse spécifique des familles les plus riches dans les différents habitats. (familles avec au moins 10 espèces dans au moins un habitat ; AM = alentours des maisons ; BR = bordures des routes ; IM = immondices ; JA = Jachères ; TV = terrains vagues)

N°	Familles	Nombre d'espèces végétales ( $\geq 10$ espèces dans au moins un habitat)				
		JA	BR	TV	IM	AM
1	Poaceae	49	56	53	56	53
2	Asteraceae	26	25	23	24	23
3	Cyperaceae	23	31	30	30	26
4	Fabaceae-Papilionoideae	23	19	19	21	20
5	Malvaceae	14	11	9	10	9
6	Rubiaceae	14	13	13	15	16
7	Acanthaceae	13	9	10	12	10
8	Euphorbiaceae	13	12	12	14	14
9	Amaranthaceae	11	10	9	11	9
10	Lamiaceae	11	7	10	9	7
11	Solanaceae	10	8	8	10	8
12	Cucurbitaceae	8	7	6	10	7

### III.1.2.9.4. Richesse générique dans les différents habitats

Les genres les plus riches dans les différents habitats sont les suivants par ordre décroissant (tableau XXVII) :

- *Cyperus* avec 17 espèces aux BR, 16 espèces dans les IM, TV, AM et 14 dans les JA ;
- *Ipomoea*, avec 6 espèces dans les AM, IM, BR, TV et 5 espèces dans les JA ;
- *Panicum* avec 6 espèces dans les AM, IM, BR, TV et 4 espèces dans les JA ;

- *Eragrostis* avec 6 espèces dans les AM, BR, JA ; 4 espèces dans les IM, 3 espèces dans les TV;
- *Sida* avec 6 espèces dans les JA, 5 espèces aux AM, BR, IM et 4 espèces dans les TV ;
- *Kyllinga* et *Ludwigia* sont représentés chacun par 5 espèces dans chaque habitat.

Tableau XXVII. Richesse générique dans les différents habitats.

(Genres avec au moins cinq espèces dans au moins un habitat ; AM = alentours des maisons ; BR = bordures des routes ; IM = immondices ; JA = Jachères ; TV = terrains vagues)

N°	Genres	Nombre d'espèces végétales ( $\geq 5$ espèces)				
		AM	BR	IM	JA	TV
1	<i>Cyperus</i>	16	17	16	14	16
2	<i>Ipomoea</i>	6	6	6	5	6
3	<i>Panicum</i>	6	6	6	4	6
4	<i>Eragrostis</i>	6	6	4	6	3
5	<i>Spermacoce</i>	6	4	6	5	4
6	<i>Kyllinga</i>	5	5	5	5	5
7	<i>Ludwigia</i>	5	5	5	5	5
8	<i>Setaria</i>	5	5	4	3	5
9	<i>Sida</i>	5	5	5	6	4
10	<i>Amaranthus</i>	4	4	4	5	4
11	<i>Senna</i>	4	4	5	5	4
12	<i>Euphorbia</i>	4	3	4	5	4
13	<i>Solanum</i>	3	4	5	4	3

### III.1.2.9.5. Richesse spécifique dans les différents habitats

#### III.1.2.9.5.1. Indices de diversité

Le calcul des indices de diversité de Shannon-Weaver, Piélu et Simpson a permis d'évaluer de façon précise la diversité de chaque habitat en fonction de la répartition des espèces. Les cinq habitats étudiés présentent des valeurs d'indice de Shannon élevés variant entre 5,07 et 5,25 bits (tableau XXVIII). Ceci traduit une forte diversité floristique dans tous ces habitats. Toutefois les groupements des immondices et des jachères ont les indices de Shannon les plus élevés (5,25 et 5,18 respectivement). Ce qui permet de confirmer que les relevés qui forment ce groupement sont les plus diversifiés en espèces.

Les indices de régularité de Piélu sont tous élevés et varient entre 0,78 et 0,89 bits pour tous les habitats. Ces valeurs, toutes voisines de 1, témoignent d'une bonne équi-répartition entre les relevés des groupements étudiés. Elles montrent ainsi qu'un maximum d'espèces participe au recouvrement et traduisent ainsi une végétation relativement stable. La valeur la plus élevée est observée dans le groupement des immondices (0,89) et celui des bordures de routes a la valeur la plus faible (0,78).

L'indice de Simpson varie entre 0,008 et 0,009 bits, indiquant aussi un maximum de diversité. Cet indice donne plus de poids aux espèces abondantes. Ces valeurs tendent toutes vers 0 et permettent de confirmer qu'il y a un grand nombre d'espèces et que chacune de ces espèces ne représente qu'une

petite fraction du nombre total (absence de dominance) (tableau XXVIII). On peut conclure que le type d'habitat n'influence pas significativement sur les différentes composantes de la diversité floristique de la zone d'étude. On peut donc conclure que cette flore est homogène.

Tableau XXVIII. Valeurs moyennes des indices de diversité au sein des différents habitats.

Habitats	Superficie échantillonnée	Richesse spécifique	Indice de Shannon	Indice de Piélu	Indice de Simpson
Immondices	2000 m <sup>2</sup>	346	5,25	0,89	0,009
Jachères	2000 m <sup>2</sup>	336	5,18	0,78	0,008
Alentours des maisons	2000 m <sup>2</sup>	319	5,10	0,88	0,009
Terrains vagues	2000 m <sup>2</sup>	317	5,08	0,88	0,009
Bordures des routes	2000 m <sup>2</sup>	305	5,07	0,89	0,009
Zone d'étude	1 hectare	404	5,32	0,89	0,008

### III.1.2.9.6. Analyse des similarités et affinités floristiques entre les différents habitats

#### III.1.2.9.6.1. Analyse des similarités floristiques entre les différents habitats

Dans le cadre de cette étude c'est le coefficient de similitude de Sorensen qui a été calculé (tableau XXIX). Les valeurs des coefficients de similitude de Sorensen varient entre 81,78 % et 87,18 %. Ces valeurs sont toutes supérieures à 50 % entre les sites et permettent d'affirmer que les habitats comparés entre eux appartiennent à la même communauté végétale. Ils confirment aussi que les communautés végétales dans les différents habitats sont proches et ont un lot important d'espèces en commun.

Tableau XXIX. Coefficients de similitude de Sorensen entre les 5 habitats.

(AM : alentours des maisons ; BR : bordures des routes ; IM : immondices ; JA : jachères ; TV : terrains vagues)

Habitats	AM	BR	IM	JA	TV
AM	100				
BR	82,00	100			
IM	81,78	82,64	100		
JA	85,04	84,49	87,18	100	
TV	84,27	83,15	82,70	86,66	100

Par ailleurs une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) des habitats a été réalisée à l'aide d'un cluster analysis. Cette classification laisse apparaître 3 grands groupes d'habitats. Le premier est constitué des jachères et immondices, le second est constitué des bordures de routes qui s'écartent nettement des autres, et le troisième groupe met en commun les terrains vagues et alentours des maisons (figure 22). Ceci montre qu'il y a une affinité au niveau des espèces recensées dans les habitats de ces groupes formés.

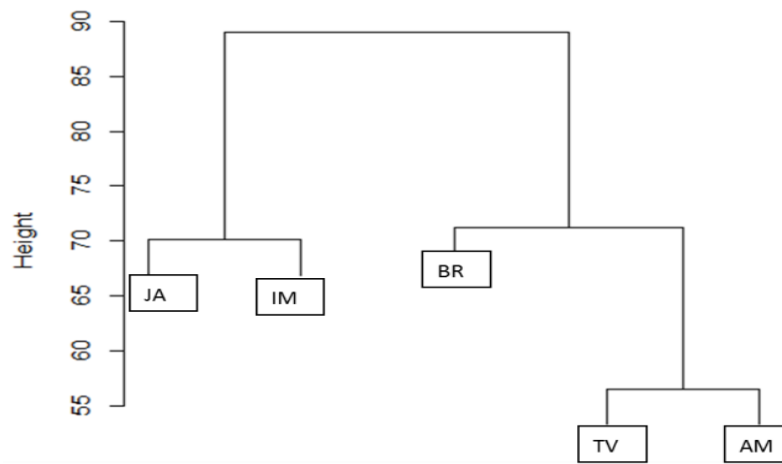


Fig. 22. Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) des différents habitats.  
(AM = alentours des maisons ; BR = bordures des routes ; IM = immondices ; JA = Jachères ; TV = terrains vagues)

### III.1.2.9.6.2. Affinités floristiques au niveau des espèces entre les différents habitats

En émettant quelques considérations sur l'homogénéité de la flore et en se basant sur la flore des différents habitats, on remarque qu'il existe une certaine affinité entre la flore des cinq habitats échantillonnés (figure 23). Ainsi, des 404 espèces inventoriées dans toute la zone d'étude, 195 espèces sont communes aux cinq habitats. Toutefois, dix espèces ont été trouvées exclusivement dans les AM (*Aloe buettneri*, *Anisodonteia racemosa*, *Bambusa vulgaris*, *Codiaeum variegatum*, *Digitaria fuscescens*, *Dracaena arborea*, *Euphorbia kamerunica*, *Graptophyllum pictum*, *Mentha spicata*, *Phaseolus vulgaris*), trois espèces uniquement dans les IM (*Acroceras amplexans*, *Ananas comosus*, *Cyperus* sp.), trois espèces dans les TV (*Anchomanes difformis*, *Dioscorea alata*, *Hypoestes aristata*), une espèce dans les JA (*Combretum racemosum*).

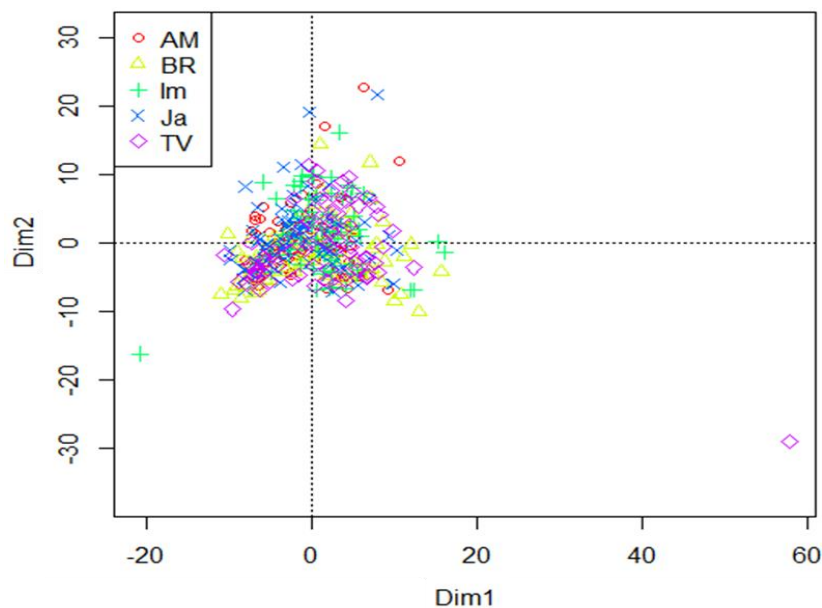


Fig. 23. Analyse en Composantes Principales (ACP) montrant les affinités floristiques entre les différents habitats.  
(AM = alentours des maisons ; BR = bordures des routes ; IM = immondices ; JA = Jachères ; TV = terrains vagues)

### III.1.3. Concentrations des éléments traces métalliques dans les organes des plantes médicinales et leurs substrats d'origine.

Les rangées (minimum-maximum) et les moyennes des concentrations des différents ETM obtenus par l'analyse spectrophotométrique sont mentionnées pour chaque élément.

#### III.1.3.1. Détermination des concentrations des éléments traces métalliques dans les sols des plantes médicinales dans les villes de Douala et Yabassi

##### III.1.3.1.1. Paramètres physico-chimiques des sols

Les paramètres physico-chimiques tels que le pH (Potentiel d'hydrogène), la conductivité électrique (CE), la matière organique totale (MOT) et la granulométrie ont été mesurés dans les échantillons de sols de Doual et Yabassi (site témoin) (tableau XXX).

Les pH des sols de la zone étudiée varient de l'ordre de 4,24 et 5,33 dans la ville de Douala et de 4,61 à 5,75 dans la ville de Yabassi. Toutes ces valeurs caractérisant les sols acides à légèrement acides, ont un impact sur la mobilité d'ETM dans les sols de la région. En effet un pH faible favorise la mobilité des éléments métalliques notamment par la mise en solution des sels métalliques.

Les matières organiques totales contenues dans les sols étudiés ont des teneurs faibles et varient entre 0,06 et 0,10 % à Douala et entre 0,17 et 0,23 % à Yabassi. Ces faibles teneurs en MO favorisent une plus grande mobilité et améliorent l'absorption par les tissus de la plante.

En ce qui concerne la variable conductivité électrique, les sols de la région de Douala présentent un minimum de 93,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (alentours des maisons) et un maximum de 163,72  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (bordures des routes). Les sols de la région de Yabassi quant à eux ont un minimum de 54,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (immondices) et un maximum de 164,05  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (alentours des maisons). La salinité de tous ces sols est élevée et augmenterait l'adsorption des composés organiques par les plantes.

L'analyse granulométrique a montré que les sols sont majoritairement sableux, aussi bien à Douala qu'à Yabassi, avec des proportions variant entre 81,39 et 85,78 % à Douala ; 61,32 et 79,39 % à Yabassi. La proportion relativement significative de la matière sableuse pourrait influencer la mobilité d'ETM dans la région par absorption.

Tableau XXX. Paramètres physico-chimiques des sols de Douala et Yabassi.  
(AM : alentours des maisons ; IM : immondices ; BR : bordures des routes)

Sites d'échantillonnage	Habitats	Matière Organique Totale (g/kg)	pH	Conductivité électrique ( $\mu\text{g}/\text{cm}$ )	Granulométrie		
					Sable (%)	Argile (%)	Limon (%)
DOUALA	AM	0,06	5,33	93,75	81,39	12,75	5,86
	BR	0,06	4,24	163,72	85,39	8,75	5,86
	IM	0,10	5,88	155,37	85,78	10,25	15,53
YABASSI	AM	0,17	5,75	164,05	73,18	16,75	10,07
	BR	0,23	5,24	148,2	79,39	11,82	8,78
	IM	0,17	4,61	54,1	61,32	22,75	15,93

### III.1.3.1.2. Quantification des teneurs des éléments traces métalliques dans les sols de la ville de Douala

La moyenne des teneurs en Pb obtenue dans les sols de Douala est de  $35,50 \pm 16,17$  mg/kg. Les moyennes de Pb sont de  $16,52 \pm 0,18$  mg/kg,  $54,33 \pm 4,67$  mg/kg et  $35,64 \pm 3,03$  mg/kg respectivement au niveau des sols des AM, BR et IM. La comparaison des moyennes par paires a montré une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) dans l'accumulation du Pb dans les sols des différents habitats (figure 24).

La moyenne de Cd dans les sols de Douala est de  $11,74 \pm 2,22$  mg/kg. Les moyennes de Cd sont de  $9,47 \pm 0,28$  mg/kg,  $11,13 \pm 0,20$  mg/kg et  $14,61 \pm 0,25$  mg/kg au niveau des AM, BR et IM respectivement. On note qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) dans l'accumulation du Cd dans les différents sols étudiés (figure 24).

La moyenne de Cr dans les sols est de  $11,12 \pm 5,50$  mg/kg. Les moyennes de Cr sont de  $4,39 \pm 0,34$  mg/kg,  $17,31 \pm 0,18$  mg/kg et  $11,66 \pm 1,44$  mg/kg au niveau des AM, BR et IM respectivement. On note qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) dans l'accumulation du Cr dans les différents sols étudiés (figure 24).

La moyenne de Zn dans les sols est de  $18,16 \pm 6,18$  mg/kg. Les moyennes de Zn sont de  $11,51 \pm 0,80$  mg/kg,  $25,65 \pm 2,53$  mg/kg et  $17,32 \pm 1,24$  mg/kg au niveau des AM, BR et IM respectivement. La comparaison des moyennes montre une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) dans l'accumulation du Zn dans les différents sols étudiés (figure 24).

La moyenne de Cu quant à elle est de  $62,89 \pm 20,42$  mg/kg. Les moyennes de Zn sont de  $36,94 \pm 1,06$  mg/kg,  $66,80 \pm 2,70$  mg/kg et  $84,93 \pm 0,14$  mg/kg au niveau des AM, BR et IM respectivement. On note qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) dans l'accumulation du Cu dans les sols des différents habitats (figure 24).

Dans l'ensemble, les valeurs des moyennes des teneurs de tous les ETM étudiés suivent l'ordre ci-après :  $Cu > Pb > Zn > Cd > Cr$ . Ces concentrations sont rangées suivant cet ordre décroissant :  $BR > IM > AM$  pour les valeurs des concentrations de Pb, Cr, Zn, Cu. Au niveau du Cd l'ordre est le suivant :  $IM > BR > AM$ .



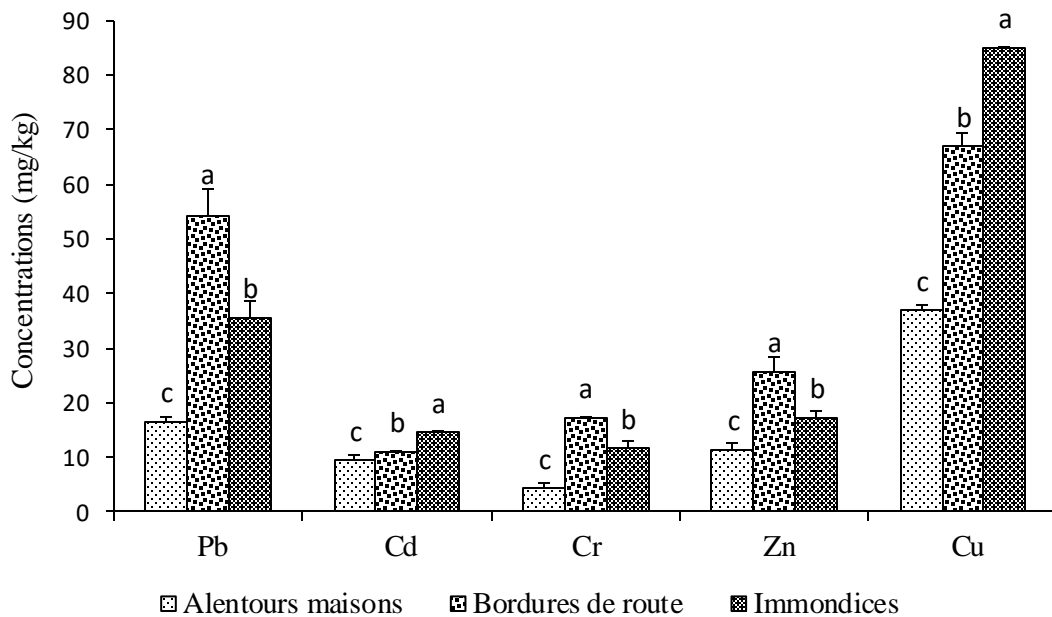


Fig. 24. Répartition des teneurs en ETM dans les sols de Douala en fonction des habitats.

### III.1.3.1.3. Quantification des éléments traces métalliques dans les sols de la ville de Yabassi

La moyenne de Pb dans les sols de Yabassi est de  $4,69 \pm 2,57$  mg/kg. Les moyennes des teneurs en Pb entre les habitats est de  $1,73 \pm 0,35$  mg/kg,  $7,82 \pm 0,04$  mg/kg et  $4,51 \pm 0,10$  mg/kg respectivement au niveau des AM, BR et IM (figure 25). La comparaison des moyennes par paires a montré une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) dans l'accumulation du Pb entre les sols des différents habitats.

La moyenne de Cd est de  $1,22 \pm 0,66$  mg/kg. Les moyennes de Cd sont de  $0,40 \pm 0,08$  mg/kg,  $1,32 \pm 0,04$  mg/kg et  $1,95 \pm 0,04$  mg/kg au niveau des AM, BR et IM respectivement. La comparaison de ces moyennes montre une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) dans l'accumulation du Cd entre les sols des différents habitats (figure 25).

La moyenne de Cr dans les sols est de  $1,78 \pm 0,55$  mg/kg. Ces moyennes sont de  $1,59 \pm 0,33$  mg/kg,  $1,29 \pm 0,16$  mg/kg et  $2,46 \pm 0,05$  mg/kg au niveau des AM, BR et IM respectivement. Par ailleurs la comparaison des moyennes par paires révèle qu'il y a une différence très hautement significative ( $P > 0,0001$ ) entre les valeurs des teneurs en Cr dans les sols des IM et BR, IM et AM et pas de différence significative ( $P > 0,05$ ) entre celles des BR et des AM (figure 25).

La moyenne de Zn dans les sols est de  $00,00$  mg/kg. Le zinc n'a pas été détecté dans tous les échantillons de sols. Ceci peut s'expliquer par le fait ce milieu n'est pas pollué.

La moyenne de Cu dans les sols est de  $14,64 \pm 1,08$  mg/kg. Les moyennes de Pb sont de  $13,23 \pm 0,42$  mg/kg,  $15,38 \pm 0,37$  mg/kg et  $15,33 \pm 0,25$  mg/kg au niveau des AM, BR et IM respectivement. La comparaison des moyennes par paires montre une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre les valeurs des teneurs en Cu dans les sols des IM et BR, IM et AM et pas de différence significative ( $P > 0,05$ ) entre celles des BR et des IM (figure 25).

Dans l'ensemble, les valeurs des moyennes des teneurs de tous les ETM étudiés suivent l'ordre ci-après : Cu > Pb > Cr > Cd > Zn. Ces concentrations sont rangées suivant cet ordre décroissant : BR > IM > AM pour les valeurs des concentrations de Pb, Cu. Ce classement est le suivant pour le Cd : IM > BR > AM. Au niveau du Cr l'ordre est le suivant : IM > AM > BR.

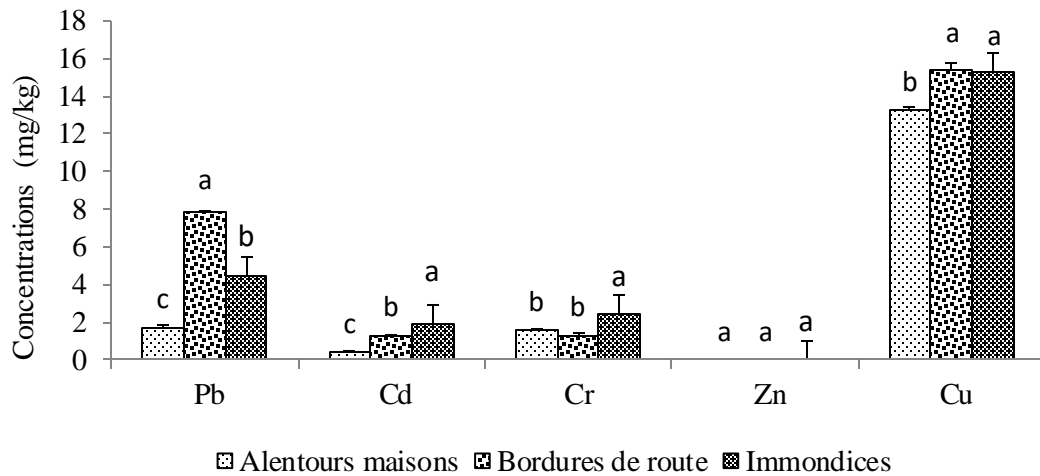


Fig. 25. Répartition des teneurs des ETM dans les sols de Yabassi en fonction des habitats.

#### III.1.3.1.4. Variations des teneurs moyennes des éléments traces métalliques dans les sols des sites d'études

Les valeurs obtenues dans la ville de Douala (fortement polluée et anthropisée) sont largement supérieures à celles de la ville de Yabassi supposée moins ou non polluée (figure 26)

Dans tous les deux sites, les teneurs en Cu sont largement supérieures aux autres ETM étudiés. Les tests statistiques confirment l'hypothèse selon laquelle la localité et le site de collecte influencent significativement ( $P < 0,0001$ ) l'accumulation des ETM dans les sols (figure 26).

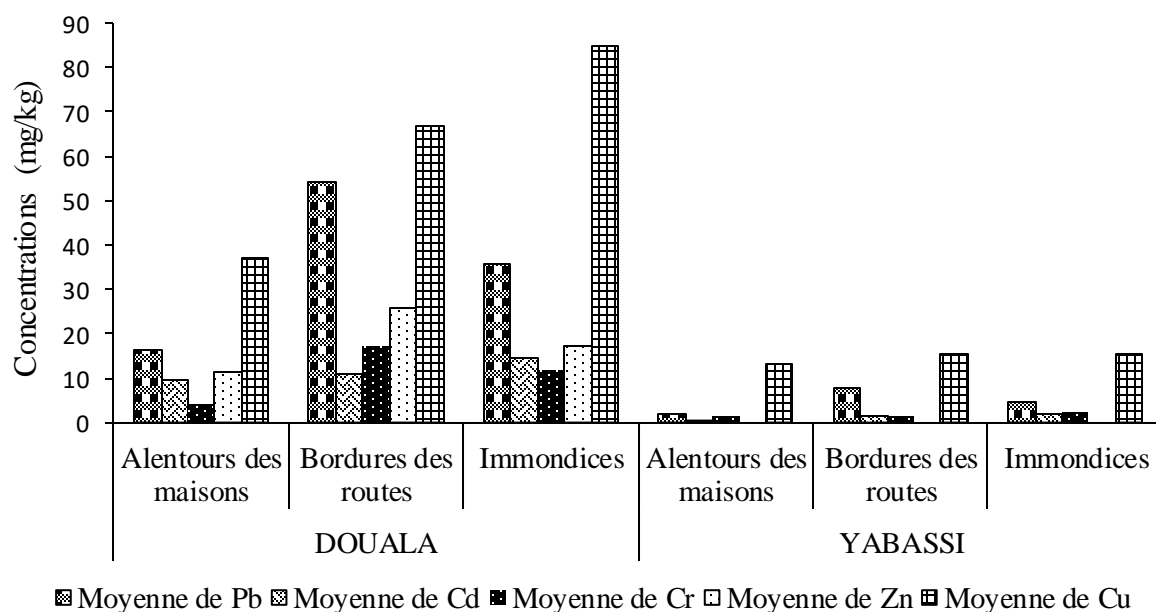


Fig. 26. Variation des teneurs des ETM dans les sols prélevés à Douala et Yabassi.

### III.1.3.2. Quantification des éléments traces métalliques dans les organes des plantes de la ville de Douala

#### III.1.3.2.1. Cas des feuilles

##### III.1.3.2.1.1. Plomb

Dans l'ensemble on a observé une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de Pb dans les feuilles des plantes étudiées. La teneur moyenne de Pb la plus élevée ( $22,70 \pm 0,06$  mg/kg) a été observée au niveau de *Cleome ciliata* et la plus petite au niveau de *Aloe vera* ( $6,80 \pm 0,06$  mg/kg). Les teneurs en Pb décroissent suivant cet ordre : *Cleome ciliata* > *Ageratum conyzoides* > *Eremomastax speciosa* > *Justicia secunda* > *Cymbopogon citratus* > *Aloe vera* (tableau XXXI).

Les moyennes des teneurs en Pb dans les feuilles de *A. conyzoides*, *C. ciliata*, *E. speciosa* et *J. secunda* sont largement supérieures à la norme OMS pour le Pb (10 mg/kg). Ces teneurs en Pb élevées dans ces feuilles pourraient être influencés par leur site de collecte. En effet *A. conyzoides* et *C. ciliata* ont été récoltées en BR, *E. speciosa* et *J. secunda* ont été récoltées près des IM. Ces feuilles seraient par conséquent déconseillées à la consommation. Seules les espèces *A. vera* et *C. citratus* récoltées aux AM ont des valeurs inférieures à cette valeur limite pour le Pb.

##### III.1.3.2.1.2. Cadmium

L'analyse des teneurs en Cd dans les feuilles des différentes plantes montre que la différence est très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre les teneurs de ces feuilles. Cependant la comparaison des moyennes par paires révèle que cette différence n'est pas significative entre *A. conyzoides* et *C. ciliata*, *A. conyzoides* et *C. citratus*, *A. vera* et *C. citratus*, *C. ciliata* et *A. vera*, *C. citratus* et *C. ciliata*. La teneur moyenne de Cd la plus élevée ( $8,61 \pm 0,60$  mg/kg) est observée chez *J. secunda* et la plus faible chez *A. vera* ( $6,03 \pm 0,05$  mg/kg) (tableau XXXI).

Les teneurs en Cd décroissent suivant l'ordre ci-après : *J. secunda* > *E. speciosa* > *A. conyzoides* > *C. ciliata* > *C. citratus* > *A. vera*. Toutes les feuilles des espèces végétales étudiées ont largement excédé la norme OMS pour le Cd (0,3 mg/kg). Elles seraient donc impropres à la consommation.

##### III.1.3.2.1.3. Chrome

L'analyse générale des valeurs des teneurs de Cr dans les feuilles des plantes étudiées montre une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre elles. La comparaison des moyennes par paires montre que les teneurs en Cr au niveau des feuilles sont significativement différentes ( $P < 0,0001$ ), sauf entre *A. conyzoides* et *C. citratus*, où on n'a pas observé de différence significative ( $P >$

0,05). La teneur moyenne de Cr la plus élevée ( $11,70 \pm 0,04$  mg/kg) est observée chez *A. conyzoides* et la plus faible chez *C. citratus* ( $0,09 \pm 0,03$  mg/kg).

Les teneurs en Cr décroissent suivant l'ordre ci-après : *A. conyzoides* > *C. ciliata* > *E. speciosa* > *J. secunda* > *A. vera* > *C. citratus* (tableau XXXI). Toutes les plantes collectées en BR et près des IM ont largement dépassé les normes canadiennes pour le Cr (2 mg/kg), les normes de l'OMS pour le Cr dans les plantes médicinales n'étant pas encore été établies (Anonyme 3, 2005). Seules les espèces récoltées aux AM avaient des valeurs inférieures à la valeur limite de Cr autorisée par le Canada.

#### III.1.3.2.1.4. Zinc

Dans l'ensemble il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de Zn dans les feuilles des plantes étudiées à Douala. La teneur moyenne de Zn la plus élevée ( $9,10 \pm 0,05$  mg/kg) est observée chez *C. ciliata* et la plus petite chez *A. vera* ( $4,28 \pm 0,02$  mg/kg). Les teneurs en Zn décroissent suivant l'ordre ci-après : *C. ciliata* > *A. conyzoides* > *J. secunda* > *E. speciosa* > *C. citratus* > *A. vera* (tableau XXXI).

Toutes les teneurs en Zn obtenues dans les feuilles sont au-delà de la limite autorisée et fixée par la FAO/OMS dans les plantes comestibles (27,4 mg/kg) (Anonyme 13, 2007).

#### III.1.3.2.1.5. Cuivre

Les tests statistiques montrent qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation du Cu dans les feuilles des plantes étudiées. La comparaison des moyennes par paires illustre que les teneurs en Cu au niveau des feuilles sont significativement différentes ( $P < 0,0001$ ), sauf entre *A. conyzoides* et *E. speciosa*, où il n'y a pas de différence significative ( $p > 0,05$ ). La teneur moyenne de Cu la plus élevée ( $66,46 \pm 0,035$  mg/kg) a été observée chez *J. secunda* et la plus faible chez *C. citratus* ( $19,58 \pm 0,04$  mg/kg). Les teneurs en Cu décroissaient suivant l'ordre ci-après : *J. secunda* > *E. speciosa* > *A. conyzoides* > *C. ciliata* > *A. vera* > *C. citratus* (tableau XXXI).

Seules les feuilles de *C. citratus* ont eu des teneurs en-dessous de la valeur limite admissible pour le Cu dans le matériel végétal brut des plantes médicinales (20 mg/kg).

Une synthèse globale de l'estimation des concentrations des ETM dans les feuilles des plantes récoltées à Douala est la suivante :

- *Ageratum conyzoides* : Cu > Pb > Cr > Zn > Cd ;
- *Cleome ciliata* : Cu > Pb > Zn > Cr > Cd ;
- *Aloe vera*, *Cymbopogon citratus*, *Eremomastax speciosa* et *Justicia secunda* : Cu > Pb > Cd > Zn > Cr.

D'après cette synthèse le Cu est l'élément qui présente les concentrations les plus élevées dans toutes les feuilles des plantes. Il est immédiatement suivi du Pb et les valeurs des concentrations des autres ETM suivent dans des ordres différents (tableau XXXI).

Tableau XXXI. Concentration des ETM dans les feuilles des plantes médicinales récoltées à Douala. (Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil 5%).

Espèces végétales	Min-max				
	Moyenne±écart-type (mg/kg)				
	Pb	Cd	Cr	Zn	Cu
<i>Ageratum conyzoides</i>	14,82-15,00 14,89±0,10 <sup>a</sup>	6,61-6,64 6,63±0,02 <sup>a</sup>	11,65-11,74 11,70±0,04 <sup>a</sup>	8,49-8,54 8,52±0,02 <sup>a</sup>	44,08-44,15 44,13±0,040 <sup>a</sup>
<i>Aloe vera</i>	6,74-6,86 6,80±0,06 <sup>b</sup>	5,99-6,08 6,03±0,05 <sup>b</sup>	0,11-0,15 0,12±0,02 <sup>b</sup>	4,25-4,30 4,28±0,02 <sup>b</sup>	19,97-20,12 20,05±0,078 <sup>b</sup>
<i>Cleome ciliata</i>	22,64-22,76 22,70±0,06 <sup>c</sup>	6,24-6,30 6,27±0,03 <sup>ab</sup>	8,09-8,25 8,16±0,08 <sup>c</sup>	9,06-9,15 9,10±0,05 <sup>c</sup>	35,15-35,22 35,19±0,04 <sup>c</sup>
<i>Cymbopogon citratus</i>	8,53-8,72 8,65±0,10 <sup>d</sup>	6,11-6,17 6,14±0,030 <sup>ab</sup>	0,06-0,12 0,09±0,03 <sup>bd</sup>	4,36-4,39 4,38±0,01 <sup>d</sup>	19,54-19,61 19,58±0,04 <sup>d</sup>
<i>Eremomastax speciosa</i>	11,24-11,31 11,28±0,03 <sup>e</sup>	7,23-7,30 7,27±0,04 <sup>c</sup>	4,25-4,26 4,25±0,01 <sup>e</sup>	4,57-4,61 4,59±0,02 <sup>e</sup>	44,29-44,33 44,31±0,02 <sup>a</sup>
<i>Justicia secunda</i>	10,43-10,48 10,45±0,03 <sup>f</sup>	8,22-9,29 8,61±0,60 <sup>d</sup>	2,45-2,48 2,46±0,01 <sup>f</sup>	5,24-5,29 5,26±0,02 <sup>f</sup>	66,42-66,49 66,46±0,035 <sup>e</sup>
Valeur limite pour l'Homme	10	0,3	2	27,4	20

### III.1.3.2.2. Cas des tiges

#### III.1.3.2.2.1. Plomb

L'analyse des teneurs en Pb dans les tiges des plantes étudiées à Douala a montré qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre ces teneurs. Cependant la comparaison des moyennes par paires révèle que les teneurs dans les tiges de *A. conyzoides* et *E. speciosa* ne sont pas significativement différentes ( $P > 0,05$ ). La teneur moyenne de Pb la plus élevée ( $15,07 \pm 0,06$  mg/kg) est observée chez *C. ciliata* et la plus petite chez *A. vera* ( $3,20 \pm 0,04$  mg/kg). Les teneurs en Pb décroissent ainsi qu'il suit : *C. ciliata* > *E. speciosa* > *A. conyzoides* > *J. secunda* > *C. citratus* > *A. vera* (tableau XXXII).

Les moyennes des teneurs en Pb dans les tiges de *A. conyzoides*, *C. ciliata*, *E. speciosa* sont supérieures aux normes OMS pour le Pb (10 mg/kg) et seraient par conséquent déconseillées à la consommation. Seules les espèces *A. vera*, *J. secunda* et *C. citratus* ont des valeurs inférieures à cette valeur limite pour le Pb.

#### III.1.3.2.2.2. Cadmium

L'analyse des teneurs en Cd dans les tiges des différentes plantes montre qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre elles. Par ailleurs la comparaison des

moyennes par paires montre que les tiges de *A. vera* et *C. citratus* ne sont pas différentes significativement ( $P > 0,05$ ). La teneur moyenne de Cd la plus élevée ( $7,10 \pm 0,04$  mg/kg) est observée chez *J. secunda* et la plus petite chez *C. ciliata* ( $3,16 \pm 0,06$  mg/kg). Les teneurs en Cd décroissent suivant l'ordre ci-après : *J. secunda* > *C. citratus* > *A. vera* > *E. speciosa* > *A. conyzoides* > *C. ciliata*. Toutes les tiges des espèces végétales étudiées sont en-dessous de la norme OMS pour le Cd (0,3 mg/kg). Elles seraient donc conseillées à la consommation (tableau XXXII).

#### III.3.2.2.3. Chrome

L'analyse générale des valeurs des teneurs de Cr dans les tiges des plantes étudiées montre une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre elles. Toutefois, il n'y a pas de différence significative ( $P > 0,05$ ) entre *A. vera* et *C. citratus*. La teneur moyenne de Cr la plus élevée ( $6,08 \pm 0,04$  mg/kg) est observée chez *A. conyzoides* et la plus faible chez *C. citratus* ( $0,03 \pm 0,00$  mg/kg). Les teneurs en Cr décroissent suivant l'ordre ci-après : *A. conyzoides* > *C. ciliata* > *E. speciosa* > *J. secunda* > *A. vera* > *C. citratus* (tableau XXXII).

Seules les tiges des espèces récoltées aux alentours des maisons et *J. secunda* ont des valeurs inférieures à la norme canadienne pour le Cr (2 mg/kg).

#### III.1.3.2.2.4. Zinc

Dans l'ensemble on a observé une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de Zn dans les tiges des plantes étudiées. Cependant la comparaison des moyennes par paires révèle qu'il n'y a pas de différence significative ( $P > 0,05$ ) entre *A. vera* et *C. citratus*, *E. speciosa* et *A. vera*, *J. secunda* et *A. vera*, *J. secunda* et *C. ciliata* et *E. speciosa* et *C. citratus*. La teneur moyenne de Zn la plus élevée ( $9,28 \pm 0,04$  mg/kg) est observée chez *A. conyzoides* et la plus petite chez *C. citratus* ( $1,60 \pm 0,55$  mg/kg). Les teneurs en Zn décroissent suivant l'ordre ci-après : *A. conyzoides* > *C. ciliata* > *J. secunda* > *E. speciosa* > *A. vera* > *C. citratus* (tableau XXXII). Toutes les teneurs de Zn obtenues dans les tiges sont en-dessous de la limite admissible de Zn dans les plantes comestibles prescrit par l'OMS (27,4 mg/kg). Elles peuvent être recommandées à la consommation.

#### III.1.3.2.2.5. Cuivre

Les tests statistiques montrent qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de Cu dans toutes les tiges des plantes étudiées. La teneur moyenne de Cu la plus élevée ( $41,33 \pm 0,04$  mg/kg) est observée chez *J. secunda* et la plus petite chez *C. citratus* ( $13,09 \pm 0,04$  mg/kg). Les teneurs en Cr décroissent ainsi qu'il suit : *J. secunda* > *E. speciosa* > *A. conyzoides* > *C. ciliata* > *A. vera* > *C. citratus*. Toutes les tiges des plantes ont largement dépassées cette limite admissible de la Chine (20 mg/kg), en dehors de *C. citratus* et *A. vera* qui sont en deça de cette valeur

(tableau XXXII). Les concentrations des ETM sont réparties de manière décroissante dans les tiges de chaque plante ainsi qu'il suit :

- *Ageratum conyzoides* : Cu > Pb > Zn > Cr > Cd ;
- *Aloe vera* : Cu > Cd > Pb > Zn > Cr ;
- *Cleome ciliata* : Cu > Pb > Cr > Zn > Cd ;
- *Cymbopogon citratus*, *Eremomastax speciosa*, *Justicia secunda* : Cu > Pb > Cd > Zn > Cr.

Pour l'ensemble des tiges des plantes récoltées à Douala, le Cu est l'élément qui présente les concentrations les plus élevées (tableau XXXII).

Tableau XXXII. Concentrations des ETM dans les tiges des plantes médicinales récoltées à Douala. (Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil 5%).

Espèces végétales	Min-max				
	Moyenne±écart-type (mg/kg)				
	Pb	Cd	Cr	Zn	Cu
<i>Ageratum conyzoides</i>	10,11-10,28 10,18±0,09 <sup>a</sup>	5,48-5,57 5,52±0,05 <sup>a</sup>	6,03-6,12 6,08±0,04 <sup>a</sup>	9,24-9,32 9,28±0,04 <sup>a</sup>	30,16-30,24 30,20±0,04 <sup>a</sup>
<i>Aloe vera</i>	3,17-3,24 3,20±0,04 <sup>b</sup>	6,32-6,41 6,36±0,04 <sup>b</sup>	0,05-0,06 0,05±0,01 <sup>b</sup>	2,27-2,31 2,30±0,02 <sup>b</sup>	14,34-14,44 14,39±0,05 <sup>b</sup>
<i>Cleome ciliata</i>	15,00-15,12 15,07±0,06 <sup>c</sup>	3,09-3,22 3,16±0,06 <sup>c</sup>	5,57-5,61 5,59±0,02 <sup>c</sup>	4,56-4,62 4,59±0,03 <sup>c</sup>	27,07-27,10 27,09±0,01 <sup>c</sup>
<i>Cymbopogon citratus</i>	5,46-5,53 5,50±0,03 <sup>d</sup>	6,38-6,49 6,44±0,05 <sup>b</sup>	0,03-0,03 0,03±0,00 <sup>b</sup>	1,25-2,24 1,60±0,55 <sup>b</sup>	13,04-13,13 13,09±0,04 <sup>d</sup>
<i>Eremomastax speciosa</i>	10,35-10,46 10,40±0,06 <sup>a</sup>	5,69-5,75 5,73±0,03 <sup>d</sup>	2,49-2,54 2,52±0,02 <sup>d</sup>	2,00-2,94 2,34±0,52 <sup>b</sup>	37,22-37,29 37,25±0,03 <sup>e</sup>
<i>Justicia secunda</i>	9,12-9,29 9,22±0,09 <sup>e</sup>	7,06-7,14 7,10±0,04 <sup>e</sup>	1,22-1,29 1,26±0,04 <sup>e</sup>	3,33-3,38 3,36±0,02 <sup>bcd</sup>	41,29-41,37 41,33±0,04 <sup>f</sup>
Valeurs limites pour l'Homme	10	0,3	2	27,4	20

### III.1.3.2.3. Cas des racines

#### III.1.3.2.3.1. Plomb

L'analyse des teneurs en Pb dans les racines des plantes étudiées à Douala montre qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre toutes ces teneurs. La teneur moyenne de Pb la plus élevée ( $40 \pm 0,05$  mg/kg) est observée chez *C. ciliata* et la plus petite chez *A. vera* ( $8,64 \pm 0,03$  mg/kg). Les teneurs en Pb dans les racines décroissent suivant l'ordre ci-après : *C. ciliata* > *A. conyzoides* > *E. speciosa* > *J. secunda* > *C. citratus* > *A. vera* (tableau XXXIII). Hormis *A. vera*, les moyennes des teneurs en Pb dans les autres racines sont largement supérieures aux normes OMS pour le Pb (10 mg/kg) et seraient par conséquent fortement déconseillées à la consommation.

#### III.1.3.2.3.2. Cadmium

L'analyse des teneurs en Cd dans les racines des différentes plantes montre qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre elles. La teneur moyenne de Cd la plus élevée ( $10,32 \pm 0,03$  mg/kg) est observée chez *J. secunda* et la plus petite chez *A. vera* ( $7,10 \pm 0,07$  mg/kg). Les teneurs en Cd dans les racines décroissent suivant l'ordre ci-après : *J. secunda* > *E. speciosa* > *C. ciliata* > *A. conyzoides* > *C. citratus* > *A. vera*. Toutes les racines des espèces végétales étudiées excèdent largement la norme OMS pour le Cd (0,3 mg/kg) (tableau XXXIII). Elles seraient donc conseillées à la consommation.

#### III.1.3.2.3.3. Chrome

L'analyse générale des valeurs des teneurs de Cr dans les racines des plantes étudiées montre une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre elles. La teneur moyenne de Cr la plus élevée ( $16,90 \pm 0,03$  mg/kg) est observée chez *A. conyzoides* et la plus faible chez *A. vera* ( $1,83 \pm 0,02$  mg/kg). Les teneurs en Cr décroissent suivant l'ordre ci-après : *A. conyzoides* > *C. ciliata* > *E. speciosa* > *J. secunda* > *C. citratus* > *A. vera*. Excepté *A. vera*, les moyennes des teneurs en Cr dans les racines des autres plantes sont largement supérieures à la norme canadienne pour le Cr (2 mg/kg) et seraient par conséquent fortement déconseillées à la consommation (tableau XXXIII).

#### III.1.3.2.3.4. Zinc

Dans l'ensemble on a observé une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de Zn entre les racines des plantes étudiées à Douala. La teneur moyenne de Zn la plus élevée ( $14,97 \pm 0,04$  mg/kg) est observée chez *A. conyzoides* et la plus petite chez *E. speciosa* ( $7,36 \pm 0,05$  mg/kg). Les teneurs en Zn décroissent suivant l'ordre ci-après : *A. conyzoides* > *C. ciliata* > *J. secunda* > *C. citratus* > *A. vera* > *E. speciosa*. Toutes les teneurs de Zn obtenues dans les racines sont au-dessus de la limite admissible du Zn dans les plantes comestibles par l'OMS (27,4 mg/kg) (tableau XXXIII).

#### III.1.3.2.3.5. Cuivre

Les tests statistiques montrent qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de Cu dans toutes les racines des plantes étudiées. La teneur des moyennes de Cu la plus élevée ( $71,19 \pm 0,02$  mg/kg) est observée chez *J. secunda* et la plus petite chez *A. vera* ( $24,43 \pm 0,53$  mg/kg). Les teneurs en Cr décroissent ainsi qu'il suit : *J. secunda* > *E. speciosa* > *A. conyzoides* > *C. ciliata* > *C. citratus* > *A. vera* (tableau XXXIII). Toutes les plantes récoltées ont largement dépassé la valeur limite admissible prescrite par la Chine (20 mg/kg). La répartition des concentrations des ETM dans les racines des plantes récoltées à Douala est la suivante :



- *Ageratum conyzoides*, *Cleome ciliata* : Cu > Pb > Cr > Zn > Cd ;
- *Aloe vera*, *Cymbopogon citratus* : Cu > Pb > Zn > Cd > Cr ;
- *Eremomastax speciosa*, *Justicia secunda* : Cu > Pb > Cd > Zn > Cr.

D'après cette synthèse, le Cu est l'élément qui présente les concentrations les plus élevées dans toutes les racines des plantes étudiées. Il est immédiatement suivi du Pb et les valeurs des concentrations des autres ETM suivent dans des ordres différents (tableau XXXIII).

Tableau XXXIII. Concentrations des ETM dans les racines des plantes médicinales récoltées à Douala.

(Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil 5%).

Espèces végétales	Min-max				
	Moyenne± écart-type (mg/kg)				
	Pb	Cd	Cr	Zn	Cu
<i>Ageratum conyzoides</i>	27,4-27,56 27,50±0,08 <sup>a</sup>	7,84-7,96 7,91±0,06 <sup>a</sup>	16,87-16,94 16,90±0,03 <sup>a</sup>	14,93-15,01 14,97±0,04 <sup>a</sup>	51,85-51,87 51,86±0,01 <sup>a</sup>
<i>Aloe vera</i>	8,61-8,68 8,64±0,03 <sup>b</sup>	7,04-7,18 7,10± 0,07 <sup>b</sup>	1,80-1,85 1,83±0,02 <sup>b</sup>	8,15-8,17 8,16±0,01 <sup>b</sup>	24,39-24,49 24,43±,053 <sup>b</sup>
<i>Cleome ciliata</i>	39,94-40,05 40,00±0,05 <sup>c</sup>	8,67-8,73 8,70±0,03 <sup>c</sup>	13,23-13,32 13,28±0,04 <sup>c</sup>	12,19-12,25 12,22±0,03 <sup>c</sup>	49,93-49,99 49,96±0,03 <sup>c</sup>
<i>Cymbopogon citratus</i>	11,68-11,78 11,73±0,05 <sup>d</sup>	7,34-7,39 7,37±0,02 <sup>d</sup>	2,29-2,39 2,35±0,05 <sup>d</sup>	9,43-9,49 9,46±0,03 <sup>d</sup>	28,40-28,45 28,43±0,03 <sup>d</sup>
<i>Eremomastax speciosa</i>	19,79-19,87 19,83±0,04 <sup>e</sup>	9,19-9,24 9,22±0,02 <sup>e</sup>	7,38-7,42 7,40±0,02 <sup>e</sup>	7,29-7,40 7,36±0,05 <sup>e</sup>	60,26-60,34 60,30±0,04 <sup>e</sup>
<i>Justicia secunda</i>	15,05-15,21 15,13±,08 <sup>f</sup>	10,29-10,35 10,32±0,03 <sup>a</sup>	5,04-5,10 5,07± 0,03 <sup>f</sup>	9,90-9,96 9,93± 0,03 <sup>f</sup>	71,16-71,21 71,19± 0,02 <sup>f</sup>
Valeurs limite pour l'Homme	10	0,3	2	27,4	20

Vu les valeurs des moyennes des concentrations des ETM obtenues au niveau des organes des plantes et par type d'habitat, on recommanderait aux populations et tradithérapeutes de :

- récolter les plantes aux alentours des maisons. En effet les plantes récoltées dans cet habitat (*C. citratus* et *A. vera*) ont des taux d'accumulations faibles dans tous les organes de ces plantes, et dans la plupart des cas sont en-dessous des valeurs limites des différents ETM étudiés ;
- consommer plus particulièrement les tiges qui acculent très peu d'ETM dans ses tissus.

D'autres part la comparaison des valeurs obtenues avec les différentes normes pour chaque métal permet d'affirmer que les plantes médicinales récoltées dans la ville de Douala sont impropres à la consommation, quelque soit l'organe utilisé et le site de collecte.

### **III.1.3.3. Quantification des éléments traces métalliques dans les organes des plantes de la ville de Yabassi**

Le zinc n'a pas été détecté dans tous les échantillons de plantes de Yabassi. Ceci peut se justifier par le fait que les teneurs en Zn dans les substrats où ces plantes ont été prélevées étaient nulles (cf. sous-titre III.1.3.1.3.), aussi parce que les teneurs en Zn présentes dans ces échantillons (en tant que élément essentiel) devaient être infimes et invisibles à la limite de détection en Zn de l'appareil utilisé.

#### **III.1.3.3.1. Cas des feuilles**

##### **III.1.3.3.1.1. Plomb**

Dans l'ensemble on a observé une différence faiblement significative ( $P < 0,05$ ) d'accumulation de Pb entre les feuilles des plantes étudiées à Yabassi. La comparaison des moyennes par paires montre qu'il n'y a pas de différence significative ( $P > 0,05$ ) entre les moyennes des teneurs en Pb, sauf entre *J. secunda* et *A. conyzoïdes*, *J. secunda* et *A. vera*, *J. secunda* et *C. citratus*, *J. secunda* et *E. speciosa*. La teneur moyenne de Pb la plus élevée ( $0,73 \pm 0,10$  mg/kg) est observée chez *J. secunda* et la plus petite chez *C. citratus* ( $0,02 \pm 0,03$  mg/kg). Les teneurs en Pb décroissent suivant l'ordre ci-après : *J. secunda* > *C. ciliata* > *A. vera* > *E. speciosa* > *A. conyzoïdes* > *C. citratus*. Les moyennes des teneurs en Pb dans les feuilles de toutes les plantes étudiées à Yabassi sont largement inférieures aux normes OMS pour le Pb (10 mg/kg) (tableau XXXIV). Ceci est évident compte tenu des teneurs en ETM obtenues dans les sols à Yabassi.

##### **III.1.3.3.1.2. Cadmium**

L'analyse des teneurs en Cd dans les feuilles des différentes plantes montre qu'il y a une différence légèrement significative ( $P < 0,05$ ) entre elles. La comparaison des moyennes par paires montre qu'il n'y a pas de différence significative ( $P > 0,05$ ) entre les moyennes des teneurs en Cd entre les feuilles, sauf entre *J. secunda* et *A. vera*, *J. secunda* et *C. citratus* où elle était légèrement significative ( $P < 0,05$ ). La teneur moyenne de Cd la plus élevée ( $0,07 \pm 0,02$  mg/kg) est observée chez *J. secunda* et les plus faibles chez *A. vera* et *C. citratus* ( $0,01 \pm 0,01$  mg/kg). Les teneurs en Cd décroissent ainsi qu'il suit : *J. secunda* > *E. speciosa* > *A. conyzoïdes* > *C. ciliata*  $\geq$  *C. citratus*  $\geq$  *A. vera*. Les moyennes des teneurs en Cd dans les feuilles de toutes les plantes étudiées à Yabassi sont largement inférieures aux normes OMS pour le Cd (0,3 mg/kg) (tableau XXXIV).

##### **III.1.3.3.1.3. Chrome**

L'analyse générale des valeurs des teneurs de Cr dans les feuilles des plantes étudiées à Yabassi montre une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre elles. La comparaison

des moyennes par paires montre qu'on a des différences légèrement significatives ( $P < 0,05$ ) entre *A. vera* et *A. conyzoides*, *C. ciliata* et *A. vera*, *C. citratus* et *A. vera*, *E. speciosa* et *A. vera* (tableau XXXIV).

La teneur moyenne de Cr la plus élevée ( $0,97 \pm 0,04$  mg/kg) est observée chez *C. ciliata* et la plus faible chez *E. speciosa* ( $0,55 \pm 0,03$  mg/kg). Les teneurs en Cr décroissent suivant l'ordre ci-après : *C. ciliata* > *J. secunda* > *A. vera* > *A. conyzoides* > *C. citratus* > *E. speciosa*. Les moyennes des teneurs en Cr dans les feuilles de toutes les plantes étudiées à Yabassi sont largement inférieures à la norme canadienne pour le Cr (2 mg/kg).

### III.1.3.3.1.4. Cuivre

Les tests statistiques montrent qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de Cu dans toutes les feuilles des plantes étudiées à Yabassi. La comparaison des moyennes par paires montre que les teneurs en Cu au niveau des feuilles sont significativement différentes ( $P < 0,0001$ ), sauf entre *C. citratus* et *C. ciliata*, *J. secunda* et *C. citratus*, *J. secunda* et *C. ciliata* où on n'a pas observé de différence ( $P > 0,05$ ). La teneur moyenne de Cu la plus élevée ( $3,67 \pm 0,03$  mg/kg) est observée au niveau des feuilles de *A. conyzoides* et la plus faible au niveau des feuilles de *E. speciosa* ( $1,15 \pm 0,03$  mg/kg). Les teneurs en Cu décroissent suivant l'ordre ci-après : *A. conyzoides* > *C. citratus* > *C. ciliata* > *J. secunda* > *A. vera* > *E. speciosa*. Toutes les plantes récoltées ont des teneurs très inférieures à la limite admissible pour le Cu prescrite par la Chine dans les plantes médicinales (20 mg/kg) (tableau XXXIV).

Les concentrations des ETM sont réparties de manière décroissante dans toutes les feuilles des plantes collectées à Yabassi ainsi qu'il suit : Cu > Cr > Pb > Cd > Zn. Les valeurs les plus élevées sont observées au niveau du Cu, les plus faibles au niveau du Cd, Cr et Pb. Le Cu est l'élément qui présente les concentrations les plus grandes dans toutes les feuilles des plantes, et la différence est très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre lui et les autres ETM étudiés.

Tableau XXXIV. Concentrations des ETM dans les feuilles des plantes médicinales récoltées à Yabassi.

(Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil 5%).

Espèces végétales	Min-max				
	Moyenne $\pm$ écart-type (mg/kg)				
	Pb	Cd	Cr	Zn	Cu
<i>Ageratum conyzoides</i>	0,04-0,05 0,04 $\pm$ 0,0 <sup>a</sup>	0,01-0,09 0,03 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	0,56-0,62 0,59 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,00-0,05 0,02 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	3,65-3,71 3,67 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>
<i>Aloe vera</i>	0,03-0,08 0,06 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,00-0,01 0,01 $\pm$ 0,01 <sup>ab</sup>	0,70-0,90 0,77 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>	0,00-0,00 0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	1,53-1,62 1,58 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>
<i>Cleome ciliata</i>	0,00-1,04 0,67 $\pm$ 0,59 <sup>ac</sup>	0,01-0,02 0,01 $\pm$ 0,01 <sup>ab</sup>	0,93-1,00 0,97 $\pm$ 0,04 <sup>c</sup>	0,00-0,00 0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	2,19-2,24 2,21 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>
<i>Cymbopogon citratus</i>	0,00-0,05	0,00-0,02	0,50-0,63	0,00-0,00	2,23-3,27

	0,02±0,03 <sup>a</sup>	0,01±0,01 <sup>ab</sup>	0,58±0,07 <sup>a</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	2,60±0,58 <sup>c</sup>
<i>Eremomastax speciosa</i>	0,00-0,09 0,05±0,04 <sup>a</sup>	0,04-0,05 0,05±0,01 <sup>abc</sup>	0,51-0,58 0,55±0,03 <sup>a</sup>	0,00-0,00 0,00±0,00 <sup>a</sup>	1,11-1,17 1,15±0,03 <sup>d</sup>
<i>Justicia secunda</i>	0,62-0,81 0,73±0,10 <sup>bc</sup>	0,05-0,09 0,07±0,02 <sup>abc</sup>	0,87-0,94 0,91±0,03 <sup>bc</sup>	0,02-0,03 0,00±0,00 <sup>a</sup>	2,03-2,13 2,08±0,05 <sup>c</sup>
Valeurs limite pour l'Homme	10	0,3	2	27,4	20

### III.1.3.3.2. Cas des tiges

#### III.1.3.3.2.1. Plomb

Il n'y a pas de différence significative ( $P > 0,05$ ) d'accumulation de Pb entre les tiges des plantes étudiées à Yabassi. Toutefois la teneur moyenne de Pb la plus élevée ( $0,06 \pm 0,05$  mg/kg) est observée chez *A. conyzoides* et la plus petite est présente en trace chez *C. citratus* ( $0,00 \pm 0,00$  mg/kg). Les teneurs en Pb décroissent suivant l'ordre ci-après : *A. conyzoides* > *C. ciliata* > *J. secunda* > *E. speciosa* > *A. vera* > *C. citratus*. Les moyennes des teneurs en Pb dans les tiges des plantes récoltées à Yabassi sont toutes inférieures aux normes OMS pour le Pb (10 mg/kg) (tableau XXXV).

#### III.1.3.3.2.1. Cadmium

L'analyse des teneurs en Cd dans les tiges des différentes plantes étudiées à Yabassi montre qu'il n'y a pas de différence significative ( $P > 0,05$ ) entre elles. Toutefois la teneur moyenne de Cd la plus élevée ( $0,04 \pm 0,05$  mg/kg) est observée chez *C. ciliata* et la plus petite est présente en trace au niveau des feuilles de *A. vera* ( $0,00 \pm 0,00$  mg/kg). Les teneurs en Cd décroissent suivant l'ordre ci-après : *C. ciliata* > *J. secunda* > *A. conyzoides* > *E. speciosa* > *C. citratus* > *Aloe vera*. Toutes les tiges des espèces végétales étudiées ont des teneurs en-dessous de la norme OMS pour le Cd (0,3 mg/kg) (tableau XXXV).

#### III.1.3.3.2.3. Chrome

L'analyse générale des valeurs des teneurs de Cr dans les tiges des plantes étudiées à Yabassi montre une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre elles. La comparaison des moyennes par paires montre que les teneurs en Cr au niveau des tiges sont significativement différentes ( $P < 0,0001$ ), sauf entre *A. vera* et *A. conyzoides*, *E. speciosa* et *A. conyzoides*, *J. secunda* et *A. conyzoides*, *J. secunda* et *A. vera*, *J. secunda* et *E. speciosa* où on n'a pas observé de différence significative ( $P > 0,05$ ). La teneur moyenne de Cr la plus élevée ( $0,75 \pm 0,06$  mg/kg) est observée chez *C. ciliata* et la plus faible chez *C. citratus* ( $0,06 \pm 0,04$  mg/kg). Les teneurs en Cr décroissent ainsi qu'il suit : *C. ciliata* > *A. vera* > *J. secunda* > *A. conyzoides* > *E. speciosa* > *C. citratus*. Toutes les tiges des espèces végétales étudiées à Yabassi ont des teneurs en-dessous de la norme canadienne pour le Cr (2 mg/kg) (tableau XXXV).

### III.1.3.3.2.4. Cuivre

Les tests statistiques montrent qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de Cu dans toutes les tiges des plantes étudiées à Yabassi. La teneur moyenne de Cu la plus élevée ( $1,40 \pm 0,02$  mg/kg) est observée chez *A. conyzoides* et la plus petite chez *E. speciosa* ( $0,27 \pm 0,03$  mg/kg). Les teneurs en Cr décroissent suivant l'ordre ci-après : *A. conyzoides* > *C. ciliata* > *J. secunda* > *C. citratus* > *A. vera* > *E. speciosa*. Toutes les tiges des plantes récoltées à Yabassi ont des teneurs largement en-dessous de la limite admissible de la Chine pour le Cu dans les plantes médicinales (20 mg/kg) (tableau XXXV).

Les concentrations des ETM sont réparties de manière décroissante dans les tiges de chaque plante issue de Yabassi ainsi qu'il suit :

- *Aloe vera* : Cr > Cu > Pb > Cd > Zn ;
- *Ageratum conyzoides*, *Cleome Ciliata* : Cu > Cr > Pb > Cd > Zn ;
- *Cymbopogon citratus*, *Justicia secunda*, *Eremomastax speciosa* : Cu > Cr > Cd > Pb > Zn.

Le Cu et le Cr présentent les concentrations les plus élevées dans toutes les tiges des plantes récoltées à Yabassi. La différence est très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre ces ETM et les autres ETM (Pb, Cd et Zn) (tableau XXXV).

Tableau XXXV. Concentrations des ETM dans les tiges des plantes médicinales récoltées à Yabassi. (Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil 5%).

Espèces végétales	Min-max				
	Moyenne± écart-type (mg/kg)				
	Pb	Cd	Cr	Zn	Cu
<i>Ageratum conyzoides</i>	0,00-0,09 0,06±0,05 <sup>a</sup>	0,00-0,05 0,02±0,03 <sup>a</sup>	0,31-0,39 0,35±0,04 <sup>a</sup>	0,00-0,00 0,00±0,00 <sup>a</sup>	1,39-1,43 1,40±0,02 <sup>a</sup>
<i>Aloe vera</i>	0,00-0,05 0,02±0,02 <sup>a</sup>	0,00-0,00 0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,40-0,61 0,48±0,11 <sup>ad</sup>	0,00-0,00 0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,40-0,48 0,44±0,04 <sup>b</sup>
<i>Cleome ciliata</i>	0,04-0,06 0,05±0,01 <sup>a</sup>	0,01-0,09 0,04±0,05 <sup>a</sup>	0,69-0,82 0,75±0,06 <sup>b</sup>	0,00-0,00 0,00±0,00 <sup>a</sup>	1,19-1,27 1,23±0,04 <sup>c</sup>
<i>Cymbopogon citratus</i>	0,00-0,01 0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,00-0,03 0,01±0,01 <sup>a</sup>	0,01-0,09 0,06±0,04 <sup>c</sup>	0,00-0,00 0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,68-0,77 0,72±0,04 <sup>d</sup>
<i>Eremomastax speciosa</i>	0,02-0,02 0,02±0,00 <sup>a</sup>	0,01-0,03 0,02±0,01 <sup>a</sup>	0,26-0,37 0,31±0,06 <sup>ae</sup>	0,00-0,00 0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,24-0,31 0,27±0,03 <sup>e</sup>
<i>Justicia secunda</i>	0,02-0,04 0,03±0,01 <sup>a</sup>	0,02-0,05 0,03±0,02 <sup>a</sup>	0,42-0,43 0,43±0,006 <sup>a</sup>	0,00-0,00 0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,89-0,95 0,92±0,03 <sup>f</sup>
Valeurs limite pour l'Homme	10	0,3	2	27,4	20

### III.1.3.3.3. Cas des racines

#### III.1.3.3.3.1. Plomb

Dans l'ensemble on a observé une légère différence significative ( $P < 0,05$ ) d'accumulation de Pb au niveau des racines des plantes étudiées à Yabassi. La comparaison des moyennes par paires confirme cette différence significative ( $P < 0,05$ ) entre *C. citratus* et *A. vera*, *E. speciosa* et *C. citratus*, *J. secunda* et *C. citratus*. La teneur moyenne de Pb la plus élevée ( $1,08 \pm 0,00$  mg/kg) est observée chez *J. secunda* et la plus petite chez *C. citratus* ( $0,06 \pm 0,03$  mg/kg). Les teneurs en Pb dans les racines décroissent suivant l'ordre ci-après : *J. secunda* > *E. speciosa* > *A. vera* > *C. ciliata* > *A. conyzoides* > *C. citratus*. Les moyennes des teneurs en Pb dans les racines de toutes les plantes étudiées à Yabassi ont des teneurs largement inférieures aux normes OMS pour le Pb (10 mg/kg) (tableau XXXVI).

#### III.1.3.3.3.2. Cadmium

L'analyse des teneurs en Cd dans les racines des différentes plantes étudiées à Yabassi montre qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre elles. La teneur moyenne de Cd la plus élevée ( $0,09 \pm 0,03$  mg/kg) est observée chez *J. secunda* et la plus petite chez *A. conyzoides* ( $0,02 \pm 0,00$  mg/kg). Les teneurs en Cd dans les racines décroissent ainsi qu'il suit : *J. secunda* > *E. speciosa* > *C. citratus* > *C. ciliata* > *Aloe vera* > *A. conyzoides*. Aucune des racines des espèces végétales étudiées n'a excédé la norme OMS pour le Cd (0,3 mg/kg) (tableau XXXVI).

#### III.1.3.3.3.3. Chrome

L'analyse générale des valeurs des teneurs de Cr dans les racines des plantes étudiées à Yabassi montre une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre elles. Cependant la comparaison des moyennes par paires montre que les teneurs en Cr au niveau des racines sont significativement différentes ( $P < 0,05$ ) pour toutes les espèces. La teneur moyenne de Cr la plus élevée ( $0,75 \pm 0,06$  mg/kg) est observée chez *C. ciliata* et la plus faible chez *C. citratus* ( $0,06 \pm 0,04$  mg/kg). Les teneurs en Cr décroissent suivant l'ordre ci-après : *C. ciliata* > *A. vera* > *J. secunda* > *A. conyzoides* > *E. speciosa* > *C. citratus*. Toutes les racines des espèces végétales étudiées ont des teneurs largement inférieures à la norme canadienne pour le Cr (2 mg/kg) (tableau XXXVI).

#### III.1.3.3.3.4. Cuivre

Les tests statistiques montrent qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de Cu dans toutes les racines des plantes étudiées à Yabassi. La comparaison des moyennes par paires montre il n'y a pas de différence significative entre *J. secunda* et *E. speciosa*. La teneur moyenne de Cu la plus élevée ( $5,26 \pm 0,03$  mg/kg) est observée chez *C. ciliata* et la plus petite chez *C. citratus* ( $2,23 \pm 0,05$  mg/kg). Les teneurs en Cr décroissent suivant l'ordre ci-après : *C. ciliata*

> *A. conyzoides* > *J. secunda* > *E. speciosa* > *A. vera* > *C. citratus*. Toutes les plantes récoltées ont des concentrations en-dessous de la valeur limite pour le Cu en Chine (20 mg/kg) (tableau XXXVI).

Les concentrations des ETM sont réparties de manière décroissante dans les racines des plantes issues de Yabassi ainsi qu'il suit :

- *Ageratum conyzoides*, *Cleome ciliata*, *Cymbopogon citratus*, *Justicia secunda* : Cu > Cr > Pb > Cd > Zn ;
- *Aloe vera*, *Eremomastax speciosa* : Cu > Pb > Cr > Cd > Zn.

Comme dans les autres organes, les racines des plantes récoltées à Yabassi ont des concentrations de Zn à l'état de trace et le Cu est l'élément qui présente les concentrations les plus élevées dans toutes les racines des plantes (tableau XXXVI).

Tableau XXXVI. Concentrations des ETM dans les racines des plantes médicinales récoltées à Yabassi.

(Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil 5%).

Espèces végétales	Min-max				
	Moyenne± écart-type (mg/kg)				
	Pb	Cd	Cr	Zn	Cu
<i>Ageratum conyzoides</i>	0,06-1,04 0,71±0,56 <sup>a</sup>	0,02- 0,02 0,02±0,00 <sup>a</sup>	0,31-0,39 0,35± 0,04 <sup>a</sup>	0,00-0,00 0,00±0,00 <sup>a</sup>	5,86-5,93 5,90±0,03 <sup>a</sup>
<i>Aloe vera</i>	1,02-1,03 1,03±0,00 <sup>ab</sup>	0,02-0,03 0,02±0,00 <sup>a</sup>	0,40-0,61 0,48±0,11 <sup>a</sup>	0,00-0,00 0,00±0,00 <sup>a</sup>	3,43-3,59 3,50±0,08 <sup>b</sup>
<i>Cleome ciliata</i>	0,13-1,09 0,76±0,54 <sup>a</sup>	0,02-0,03 0,03±0,00 <sup>a</sup>	0,69-0,82 0,75±0,06 <sup>b</sup>	0,00-0,00 0,00±0,00 <sup>a</sup>	5,22-5,29 5,26±0,03 <sup>c</sup>
<i>Cymbopogon citratus</i>	0,04-0,10 0,06±0,03 <sup>ab</sup>	0,04-0,05 0,06±0,00 <sup>ab</sup>	0,01-0,09 0,06±0,04 <sup>c</sup>	0,00-0,00 0,00±0,00 <sup>a</sup>	2,18-2,28 2,23±0,05 <sup>d</sup>
<i>Eremomastax speciosa</i>	1,03-1,04 1,03±0,00 <sup>ac</sup>	0,07-0,08 0,08±0,00 <sup>b</sup>	0,26-0,37 0,31±0,06 <sup>ad</sup>	0,00-0,00 0,00±0,00 <sup>a</sup>	4,57-4,69 4,63± 0,06 <sup>e</sup>
<i>Justicia secunda</i>	1,08-1,09 1,08±0,00 <sup>ac</sup>	0,07-0,12 0,09±0,03 <sup>bc</sup>	0,42-0,43 0,43±0,00 <sup>a</sup>	0,00-0,00 0,00±0,00 <sup>a</sup>	4,56-4,72 4,66±0,09 <sup>e</sup>
Valeurs limite pour l'Homme	10	0,3	2	27,4	20

#### III.1.3.4. Variabilité de la distribution des éléments traces métalliques en fonction des différents paramètres et des différents sites d'étude

La variabilité de la distribution des ETM en fonction des différents paramètres (types d'habitats et organes des plantes) a été faite à l'aide de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et de la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA). L'ACP a permis de ressortir la différence nette qui existe entre les lieux de récolte, d'expliquer les variations et corrélations observées au niveau de l'accumulation des ETM étudiés dans les organes des plantes étudiées.

### **III.1.3.4.1. Cas de Douala**

#### **III.1.3.4.1.1. Variabilité de la distribution des éléments traces métalliques en fonction du type d'habitat**

L'ACP de la distribution des teneurs en ETM dans les plantes médicinales sélectionnées en fonction des habitats (AM, BR, IM) a révélé que les axes  $F_1$  et  $F_2$  comptent 87,79 % de la variabilité totale de la distribution des ETM étudiés (figure 27a).

La distribution des ETM étudiés est positive et fortement corrélée à  $F_1$  et  $F_2$  qui comptent pour 66,20 % et 21,59 % respectivement de la variabilité totale. L'axe  $F_1$  est fortement et positivement corrélé avec les espèces récoltées aux BR et l'ensemble des ETM étudiés avec des coefficients de corrélation respectifs de 0,5 ; 0,88 ; 0,64 ; 0,87 ; 0,88 ; 0,77 pour le Pb, Cd, Cr, Zn, Cu. Par contre la corrélation de cet axe  $F_1$  avec les espèces récoltées aux IM est légèrement positive (0,11) et négative (-0,60) avec les espèces récoltées aux AM. Cependant l'axe  $F_2$  ne comptant que 21,59 % n'a été corrélé fortement et positivement qu'avec le Cd (0,70), Cu (0,51) et les espèces récoltées près des IM (0,77). Il n'y a aucune corrélation entre les espèces végétales récoltées aux AM (-0,008) et espèces végétales récoltées aux BR (-0,761) (figure 27a).

De cette analyse, il ressort que les espèces récoltées près des BR et IM ont des teneurs en ETM très élevées à Douala, comparées à celles récoltées aux AM. D'autre part, les espèces végétales récoltées près des IM ont des concentrations très significatives en Cd et Cu. Les teneurs sont plus élevées dans les échantillons des plantes provenant des BR, suivie des IM et enfin des AM pour le Pb, Cr et Zn (BR > IM > AM). Cette répartition suit le classement ci-après pour le Cd et le Cu : IM > BR > AM. Il n'y a pas d'effet significatif dans la distribution des ETM dans les organes des plantes récoltées aux AM. Ceci peut s'expliquer par le fait que ces habitats sont moins pollués par rapport aux BR et IM.

#### **III.1.3.4.1.2. Variabilité de la distribution des éléments traces métalliques en fonction des différents organes des plantes**

L'ACP de la distribution des teneurs en ETM dans les organes des plantes médicinales récoltées à Douala a révélé que les axes  $F_1$  et  $F_2$  comptent 87,79 % de la variabilité totale de la distribution des ETM étudiés (figure 27b).

Une variation significative, avec des teneurs extrêmement variables, a été observée dans l'accumulation des ETM étudiés au niveau des organes des plantes. L'analyse du graphe a montré que toutes les racines sont positivement et fortement corrélées à l'axe  $F_1$  avec un coefficient de corrélation égal à 0,66. Toutes les feuilles et tiges sont négativement corrélées à cet axe  $F_1$  avec des coefficients de corrélation respectifs de -0,1 et -0,56. Il y a une forte corrélation négative entre les racines et les tiges. L'axe  $F_2$  quant à lui était très faiblement corrélé aux feuilles (0,06) et aux racines (0,15). Les



tiges, avec un coefficient de corrélation de -0,21, avaient une corrélation négative avec l'axe F2 (figure 27b). L'analyse de ce graphe permet aussi d'affirmer que les ETM s'accumulent plus dans les racines, ensuite viennent les feuilles, puis les tiges (racines > feuilles > tiges).

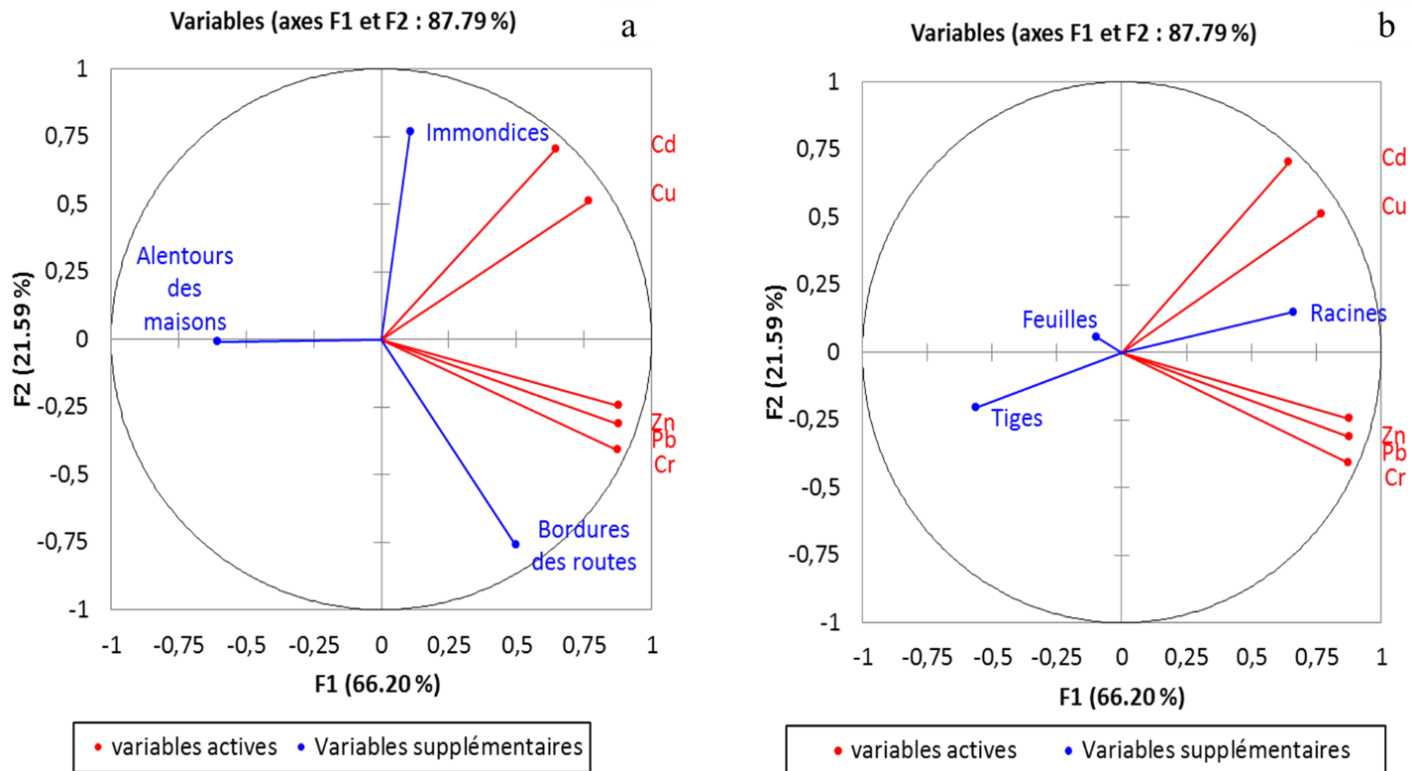


Fig. 27. Variabilité de la distribution des ETM des plantes médicinales récoltées à Douala en fonction de quelques paramètres.

(a : en fonction des types d'habitats ; b : en fonction des organes)

Par ailleurs l'ACP regroupant la distribution des ETM en fonction des différents types d'habitats et organes des plantes médicinales récoltées à Douala a permis de constater que les racines sont regroupées entre elles, les feuilles entre elles et les tiges entre elles. De cette analyse, il ressort que les racines de *C. ciliata* et *A. conyzoides* sont celles ayant des teneurs les plus élevées de tous les ETM étudiés avec des coefficients de corrélation égaux à 3,71 et 3,61 respectivement. Les racines de *J. secunda* et *E. speciosa*, ainsi que les feuilles de *J. secunda*, ont présenté des teneurs très élevées en Cd et Cu avec des coefficients de corrélation de 0,44 ; 2,1 et 1,72 respectivement (figure 28). Il n'y a pas eu de différence significative dans la distribution des ETM au niveau des tiges de toutes les espèces végétales. Ceci peut s'expliquer par le fait que les tiges n'accumulent pas beaucoup les ETM.

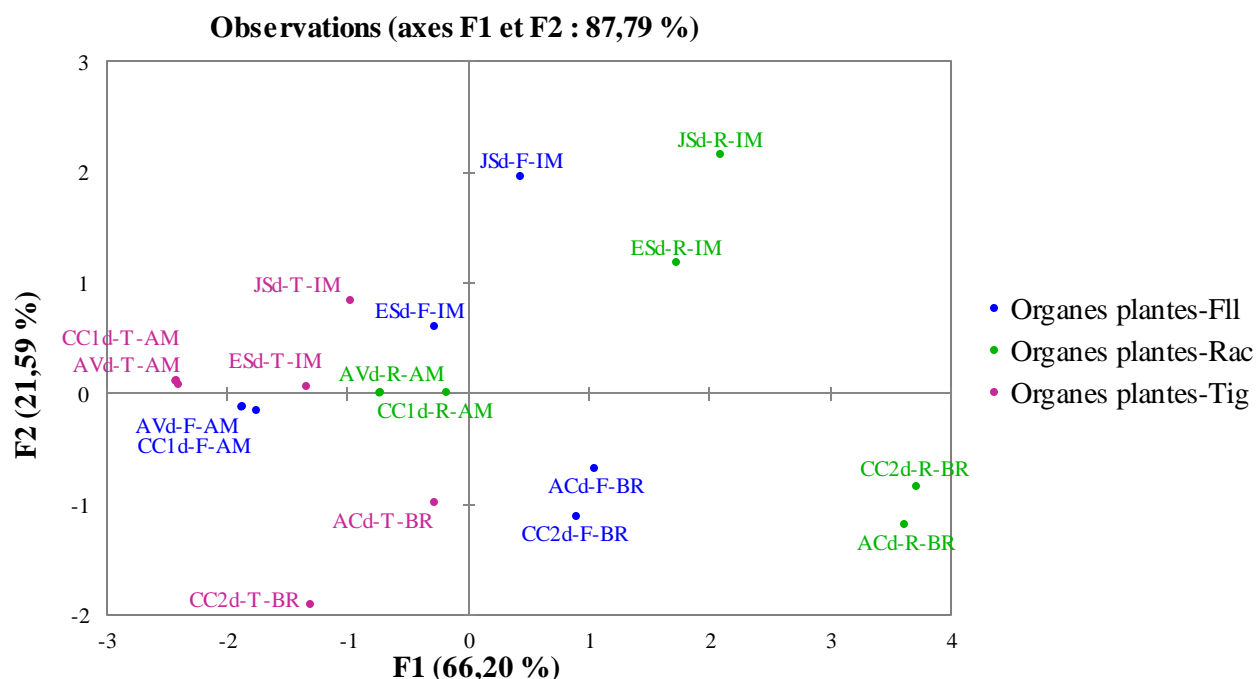


Fig. 28. Variabilité de la distribution des ETM en fonction des différents d’habitats et des organes des plantes médicinales récoltées à Douala.  
 (AC : *Ageratum conyzoides* ; AV : *Aloe vera* ; CC<sub>1</sub> : *Cymbopogon citratus* ; CC<sub>2</sub> : *Cleome ciliata* ; JS : *Justicia secunda* ; ES : *Eremomastax speciosa* ; AM : alentours des maisons ; IM : immondices ; BR : bordures des routes ; F : feuilles ; T : tiges ; R : racines ; Fil : feuilles ; Rac : racines ; Tig : tiges)

### III.1.3.4.1.3. Classification Hiérarchique Ascendante des éléments traces métalliques en fonction du type d’habitat et des différents organes des plantes

La teneur en ETM a été considérée comme critère de classification. L’étude de la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) des ETM par habitat et par organe a été faite par la méthode de Ward. Elle a regroupé les données obtenues en 3 classes très hétérogènes avec des variations intra-classes de 144,57 et des variations inter-classes de 277,19 (figure 29).

La classe 1 avec 13 organes de plantes est constituée des feuilles, tiges et racines de *C. citratus* et *A. vera* récoltées aux AM ; des feuilles et des tiges de *A. conyzoides*, *C. ciliata* et *E. speciosa* récoltées près des BR et IM ; des tiges de *J. secunda* récoltées près des IM. La CHA montre aussi que les feuilles et les tiges sont très proches et forment la classe 1 (faibles teneurs). La classe 2 comprend les racines de *C. ciliata* et *A. conyzoides* prélevées près des BR. La classe 3 est composée des feuilles et racines de *J. secunda* et des racines de *E. speciosa* prélevées près des IM.

La distance euclidienne entre les classes 1 et 2 est de 32,25. Celle entre les classes 1 et 3 est d’une valeur de 43,08. Par conséquent les classes 2 et 3 sont très proches avec une distance euclidienne de 26,41 et ont des teneurs en ETM élevées comparées à celles de la classe 1. Il en ressort que les espèces végétales appartenant à ces deux classes ont de fortes teneurs qui ne sont pas très différentes. Toutefois les teneurs au niveau des espèces de la classe 3 sont encore plus grandes.

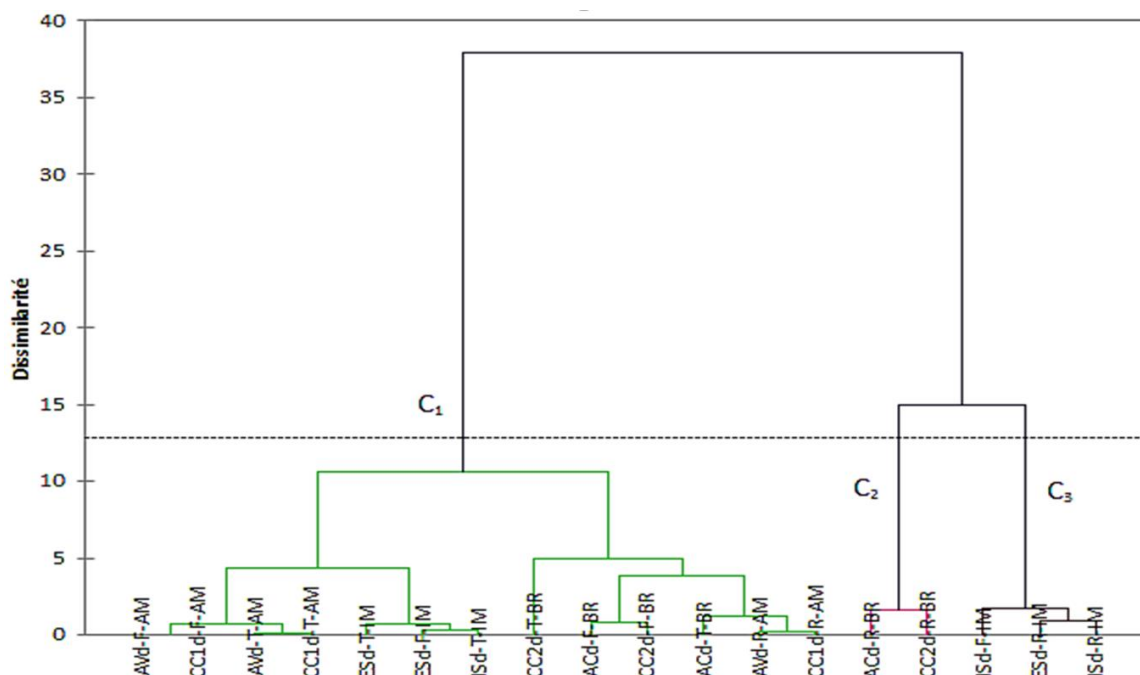


Fig. 29. Classification Hiérarchique Ascendante des ETM des plantes médicinales de Douala. (AC : *Ageratum conyzoides* ; AV : *Aloe vera* ; CC<sub>1</sub> : *Cymbopogon citratus* ; CC<sub>2</sub> : *Cleome ciliata* ; JS : *Justicia secunda* ; ES : *Eremomastax speciosa* ; AM : alentours des maisons ; IM : immondices ; BR : bordures des routes ; d : Douala ; F : feuilles ; T : tiges ; R : racines)

### III.1.3.4.2. Cas de Yabassi

#### III.1.3.4.2.1. Variabilité de la distribution des éléments traces métalliques en fonction du type d'habitat

L'ACP de la distribution des teneurs en ETM dans les organes des plantes médicinales récoltées à Yabassi a révélé que les axes F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub> comptent 88,93 % de la variabilité totale de la distribution des ETM étudiés (figure 30a). La distribution de tous les ETM étudiés est positive et fortement corrélée à F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub> qui comptent pour 71,56 % et 17,36 % respectivement de la variabilité totale. L'axe F<sub>1</sub> est positivement et légèrement corrélé aux Pb, Cd, Cr, Cu et toutes les espèces récoltées près des BR et IM, les coefficients de corrélation respectifs étant de 0,92 ; 0,65 ; 0,92 ; 0,87 ; 0,12 et 0,22. Cependant la corrélation de cet axe F<sub>1</sub> avec les AM est négative (-0,341). Par ailleurs l'axe F<sub>2</sub> ne comptant que 17,36, % a été corrélé fortement et positivement avec le Cd (0,75) et les espèces récoltées près des IM (0,73). Il n'y a aucune corrélation (-0,008) entre les espèces végétales récoltées aux AM (-0,27) et BR (-0,46) avec ce même axe F<sub>2</sub>.

De cette analyse, il ressort que les espèces récoltées près des BR ont été légèrement affectées par le Pb, Cu et Cr. Les espèces végétales récoltées près des IM ont des concentrations très significatives en Cd. Il n'y a pas de différence significative dans la distribution des ETM dans les espèces végétales récoltées aux alentours des maisons. Ceci confirme l'hypothèse selon laquelle les plantes médicinales récoltées aux alentours des maisons sont moins polluées.

### III.1.3.4.2.2. Variabilité de la distribution des éléments traces métalliques en fonction des différents organes des plantes

L'ACP de la distribution des teneurs en ETM dans les organes des plantes médicinales récoltées à Yabassi a révélé que les axes F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub> comptent 88,93 % de la variabilité totale de la distribution des ETM étudiés (figure 30b). Une variation significative, avec des teneurs extrêmement variables, a été observée dans l'accumulation des ETM étudiés au niveau des organes des plantes. L'analyse du graphe a montré que toutes les racines sont positivement et fortement corrélées à l'axe F<sub>1</sub> avec un coefficient de corrélation égale à 0,79. Toutes les tiges sont négativement corrélées à cet axe F<sub>1</sub> avec un coefficient de corrélation de -0,74. L'axe F<sub>2</sub> quant à lui est très faiblement corrélé aux tiges (0,11). L'analyse de ce graphe permet d'affirmer que les ETM s'accumulent dans les organes suivant cet ordre : racines > feuilles > tiges.

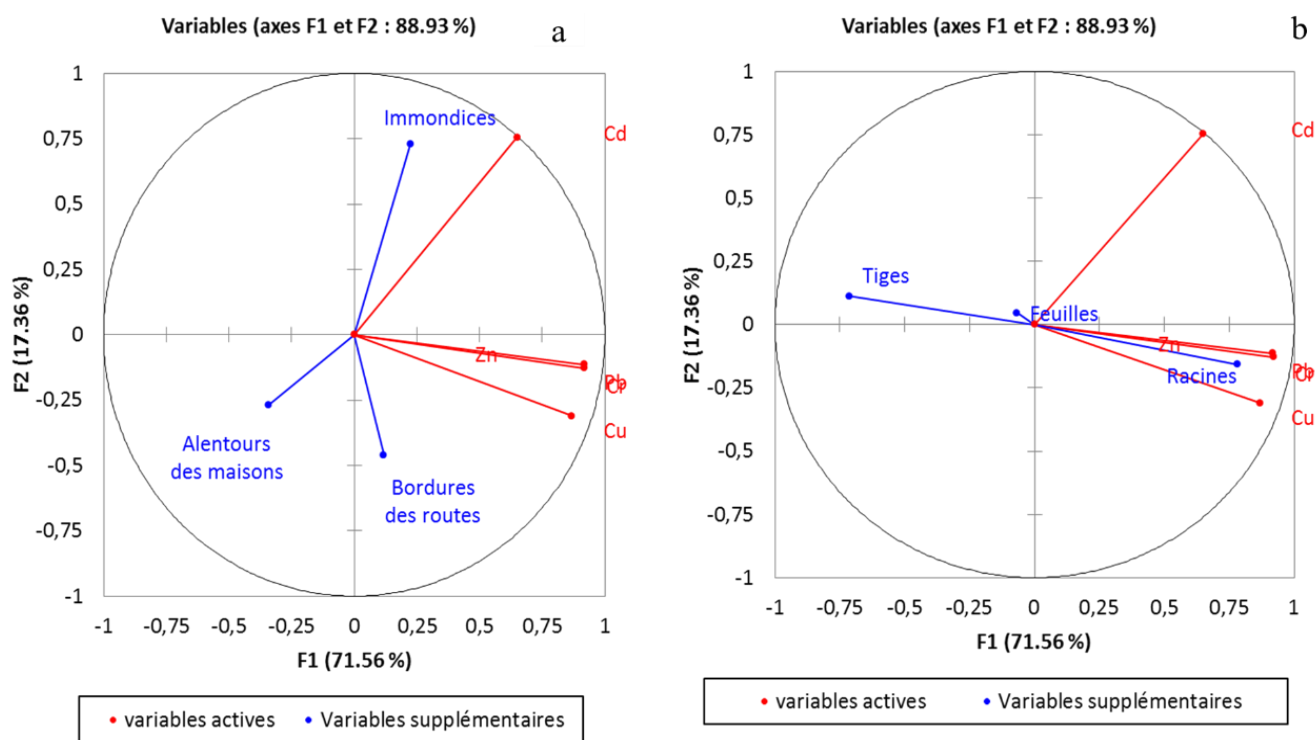


Fig. 30. Variabilité de la distribution des ETM des plantes médicinales récoltées à Yabassi en fonction de quelques paramètres.

(a : en fonction des types d'habitats ; b : en fonction des organes)

L'analyse de la figure 31 révèle que les racines de *J. secunda* et *E. speciosa* ont des teneurs plus élevées en Cu avec des coefficients de corrélation ayant de valeurs de 3,31 et 2,88 respectivement. Les racines de *C. ciliata*, *A. conyzoides* et *A. vera* ; les feuilles de *J. secunda* et *C. ciliata* présentent des teneurs élevées en Pb, Cd, Cr et Cu avec des coefficients de corrélation de 1,81 ; 1,79 ; 1,40 ; 1,32 et 0,51 respectivement. Il n'y a pas de différence significative dans la distribution des ETM au niveau des tiges de toutes les espèces végétales.

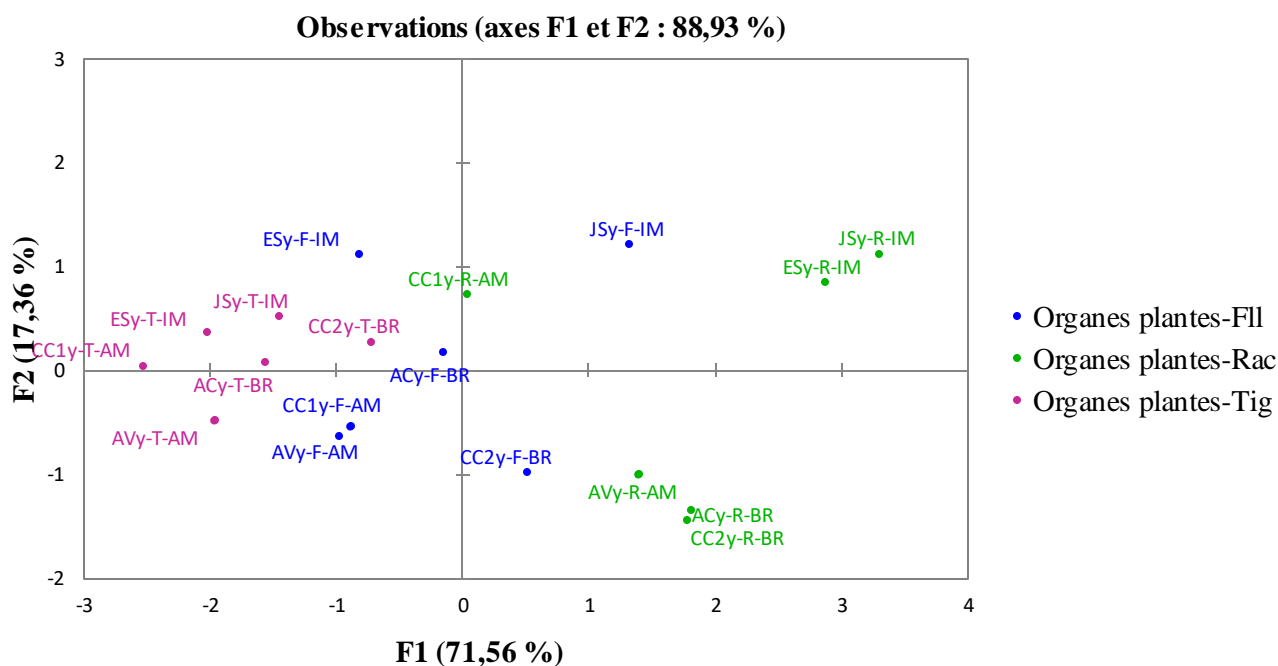


Fig. 31. Variabilité de la distribution des ETM en fonction des différents d'habitats et des organes des plantes médicinales récoltées à Yabassi.

(AC : *Ageratum conyzoides* ; AV : *Aloe vera* ; CC<sub>1</sub> : *Cymbopogon citratus* ; CC<sub>2</sub> : *Cleome ciliata* ; JS : *Justicia secunda* ; ES : *Eremomastax speciosa* ; AM : alentours des maisons ; IM : immondices ; BR : bordures des routes, y : Yabassi ; F : feuilles ; T : tiges ; R : racines)

### III.1.3.4.2.3. Classification Hiérarchique Ascendante des éléments traces métalliques en fonction du type d'habitat et des différents organes des plantes

La teneur en ETM a été considérée comme critère de classification. L'étude de la classification des ETM par habitat et par organe a été faite suivant la méthode de Ward. Elle a regroupé les données obtenues à Yabassi en 3 classes très hétérogènes avec des variations intra-classes de 1,59 et des variations inter-classes de 1,71 (figure 32).

La classe 1 avec 11 organes de plantes, est constituée des feuilles et des tiges de *C. citratus*, *A. vera*, *A. conyzoides* et *E. speciosa* ; des tiges de *C. ciliata* et *J. secunda* ; des racines de *C. citratus* récoltées dans tous les habitats. La classe 2 comprend 4 organes de plantes : les racines de *A. vera*, *C. ciliata* et *A. conyzoides* ; les feuilles de *C. ciliata* récoltées près des AM et BR. La classe 3 est composée de 3 organes de plantes à savoir les racines de *E. speciosa* et *J. secunda* ; les feuilles de *J. secunda* prélevées près des IM.

La distance euclidienne entre les classes 1 et 2 est de 2,38, celle entre les classes 1 et 3 d'une valeur de 3,44. Par conséquent les classes 2 et 3 sont très proches avec une distance euclidienne de 1,14 et ont des teneurs en ETM élevées, comparées à celles de la classe 1 (faibles teneurs). Il en ressort que les espèces végétales appartenant à ces deux classes ont des teneurs en ETM qui ne sont pas très différentes. Cependant les teneurs au niveau des espèces de la classe 3 sont encore plus grandes.

Aussi bien à Douala qu'à Yabassi, les racines de *J. secunda* et *E. speciosa*, ainsi que les feuilles de *J. secunda* se sont avérées être accumulatrices des ETM. Ceci peut être dû à leur site de collecte (IM) ou encore à leur prédisposition (liée aux facteurs génétiques) à accumuler les ETM dans leurs organes. Toutes les analyses statistiques confirment l'hypothèse selon laquelle la distribution des ETM au sein des espèces végétales varie selon le site de collecte de plantes et que ces métaux sont inégalement répartis dans une plante suivant cet ordre décroissant : racines > feuilles > tiges.

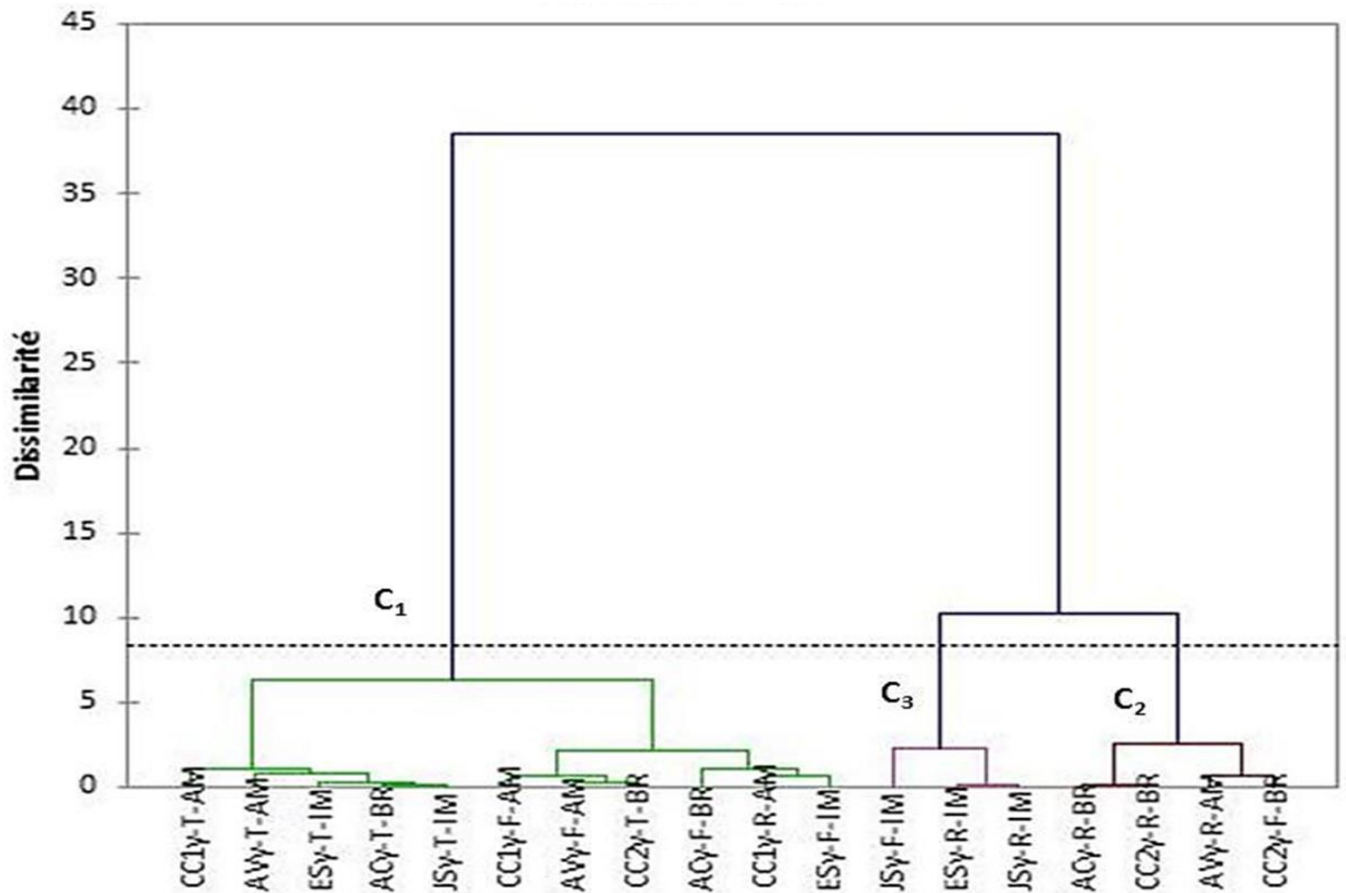


Fig. 32. Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) des ETM des plantes médicinales de Yabassi.

(AC : *Ageratum conyzoides* ; AV : *Aloe vera* ; CC<sub>1</sub> : *Cymbopogon citratus* ; CC<sub>2</sub> : *Cleome ciliata* ; JS : *Justicia secunda* ; ES : *Eremomastax speciosa* ; AM : alentours des maisons ; IM : immondices ; BR : bordures des routes, y : Yabassi ; F : feuilles ; T : tiges ; R : racines)

### III.1.3.4.3. Comparaison de la variabilité de la distribution des éléments traces métalliques dans les plantes médicinales en fonction des différentes localités étudiées

La comparaison de la distribution des teneurs en ETM dans les différents organes des plantes médicinales sélectionnées à Douala et Yabassi s'est faite à l'aide de l'ACP qui a révélé que les axes F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub> comptent 94,85 % de la variabilité totale de la distribution des ETM étudiés (figure 33). La distribution de tous les ETM étudiés est positive et fortement corrélée à F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub> qui comptent pour 84,34 % et 10,52 % respectivement de la variabilité totale. L'axe F<sub>1</sub> est fortement et positivement corrélé avec l'ensemble des espèces récoltées à Douala et tous les paramètres étudiés avec des coefficients de corrélation respectifs de 0,95 pour le Pb ; 0,90 pour le Cd ; 0,87 pour le Cr ; 0,96 pour

le Zn et 0,92 pour le Cu. Cependant la corrélation de cet axe F<sub>1</sub> avec l'ensemble des espèces récoltées à Douala et à Yabassi est négative (-0,84). L'axe F<sub>2</sub> ne comptant que 10,52 % n'a été corrélé positivement qu'avec l'ensemble des espèces récoltées à Yabassi avec un coefficient de 0,39 et le Cr avec un coefficient de 0,50. La corrélation avec le Pb et Zn n'est pas significative avec des coefficients de corrélation respectifs de 0,1 et 0,06. Toujours sur cet axe F<sub>2</sub>, la corrélation avec le Cd et Cu est négative avec des coefficients respectifs de -0,42 et -0,30 (figure 33).

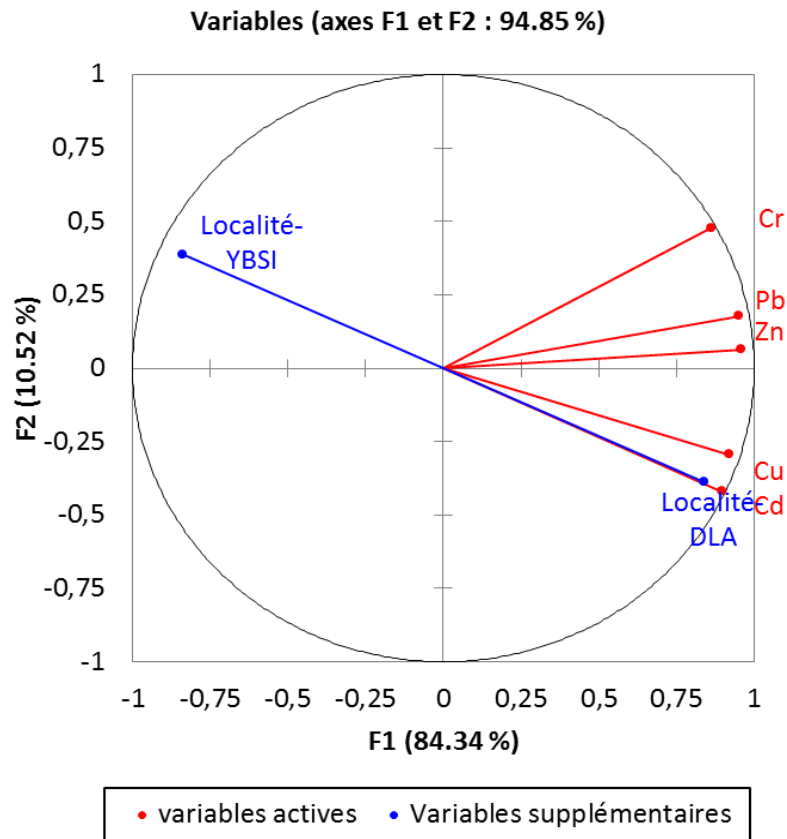


Fig. 33. Variabilité de la distribution des ETM dans les plantes médicinales en fonction des différentes localités.  
(YBSI : Yabassi ; DLA : Douala)

De cette analyse, il ressort qu'il y a une différence très hautement significative entre les espèces végétales récoltées à Douala et à Yabassi. Autrement dit toutes les espèces végétales récoltées à Douala et indépendamment des sites de collecte et organes de la plantes ont des teneurs en Pb, Cd, Cr, Zn et Cu très élevées, comparées à celles récoltées à Yabassi dans les mêmes conditions.

#### **III.1.3.4.4. Classification Hiérarchique Ascendante des éléments traces métalliques dans les plantes étudiées dans les sites d'étude**

La teneur en ETM a été considérée comme critère de classification. L'étude de la classification des ETM par habitat et par organe dans l'ensemble des deux sites (Douala et Yabassi) a été faite par la méthode de Ward. Elle a regroupé les données obtenues en 3 grandes classes homogènes avec des

variations intra-classes de 126,58 et inter-classes de 476,07 (figure 34). La classe 1, essentiellement représentée par les espèces récoltées à Douala, comprend 12 organes, plus précisément les feuilles et les tiges de *C. citratus*, *A. vera*, *J. secunda* et *E. speciosa* ; les tiges de *C. ciliata*, et *A. conyzoides* ; les racines de *C. citratus* et *A. vera* récoltées dans tous les différents habitats. La classe 2, essentiellement représentée par les espèces récoltées à Douala, comprend 6 organes de plantes : les racines et les feuilles de *C. ciliata* et *A. conyzoides* ; les racines de *E. speciosa* et *J. secunda* récoltées près des BR et IM. La classe 3, essentiellement représentée par les espèces récoltées à Yabassi, est composée de 18 organes de plantes, représentant les feuilles, tiges et les racines des six espèces étudiées.

La distance euclidienne entre les classes 1 et 3 est de 30,58, celle entre les classes 2 et 3 est de 57,09. Par conséquent les classes 1 et 2 sont très proches et ont des teneurs en ETM élevées par rapport à celles de la classe 3 (faibles teneurs). Il en découle que les espèces végétales appartenant à ces deux classes (1 et 2) ont des teneurs en ETM qui sont élevées et pas très différentes. Néanmoins les teneurs au niveau des espèces de la classe 2 sont encore plus grandes.

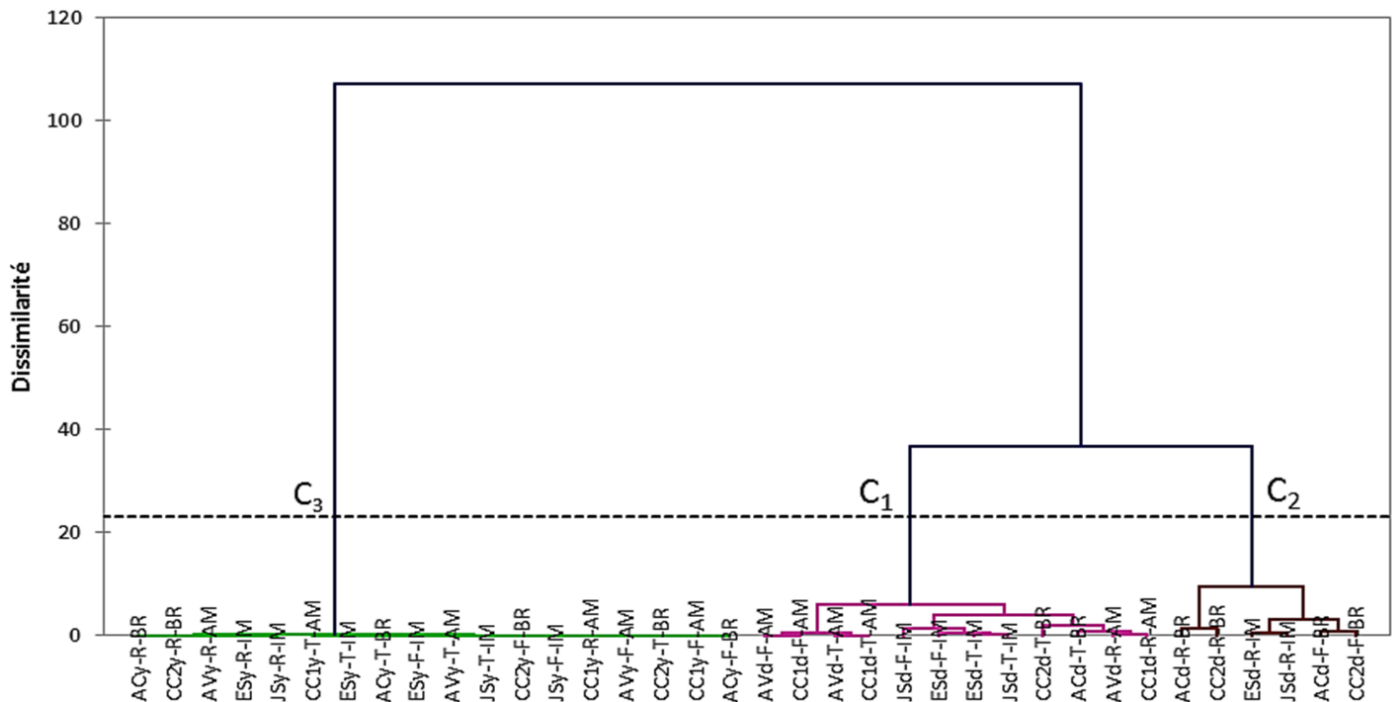


Fig. 34. Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) des ETM des plantes médicinales des localités de Douala et Yabassi.

(AC : *Ageratum conyzoides* ; AV : *Aloe vera* ; CC<sub>1</sub> : *Cymbopogon citratus* ; CC<sub>2</sub> : *Cleome ciliata* ; JS : *Justicia secunda* ; ES : *Eremomastax speciosa* ; AM : alentours des maisons ; IM : immondices ; BR : bordures des routes ; d : Douala ; y : Yabassi ; F : feuilles ; T : tiges ; R : racines).

### III.1.3.5. Accumulation et translocation des éléments traces métalliques du sol vers les différents organes des plantes

Les calculs des facteurs de bioaccumulation (FBA) et de transfert (FT) ont été utilisés pour caractériser l'intensité d'absorption des éléments chimiques par les plantes étudiées à partir de leurs substrats et estimer leur potentiel de phyto-remédiation



### III.1.3.5.1. Facteur de bio-accumulation

Le calcul du facteur de bio-accumulation (FBA) permet de déterminer l'accumulation relative des ETM du sol vers les racines des échantillons de plantes. Le tableau XXXVII présente les facteurs de bio-concentration de toutes les plantes étudiées à Douala et Yabassi. Toutes ces valeurs des FBA diffèrent en fonction des plantes.

Dans la ville de Douala, les valeurs des FBA les plus élevées ont été observées chez *Aloe vera* et *Cleome ciliata* pour le Cd (0,77), chez *Ageratum conyzoides* pour le Cr (0,99), chez *Cymbopogon citratus* pour le Zn (0,87), chez *Justicia secunda* pour le Cu (0,84) et le Pb (0,71). De même dans la ville de Yabassi, les valeurs les plus élevées du FBA ont été observées chez *Aloe vera* pour le Pb (0,50), chez *Cymbopogon citratus* pour le Cd (0,15), chez *Ageratum conyzoides* pour le Cr (0,83) et le Cu (0,38). Il convient de noter que l'espèce *Ageratum conyzoides* collectée dans la ville de Douala présente la valeur de FBA la plus élevée (0,99), bien que sa concentration totale moyenne en Cr dans les racines soit de  $16,90 \pm 0,03$  mg/kg (tableau XXXVII). Toutes ces valeurs sont relativement faibles et inférieures à 1 pour tous les ETM étudiés dans les organes des plantes étudiées, ce qui permet de dire qu'on a une forte rétention des ETM sur les colloïdes du sol et une mauvaise efficacité des plantes à transférer les ETM du sol aux tissus des plantes. La tendance générale du FBA des ETM des plantes médicinales étudiées suit cet ordre : Cr > Zn > Cu > Cd > Pb à Douala et Cr > Pb > Cu > Cd > Zn à Yabassi.

Tableau XXXVII. Facteurs de bio-concentration des ETM des plantes médicinales étudiées. (FBA : facteur de bio-accumulation ; Dla : Douala ; Ybsi : Yabassi)

Espèces végétales	FBA									
	Pb		Cd		Cr		Zn		Cu	
	Dla	Ybsi	Dla	Ybsi	Dla	Ybsi	Dla	Ybsi	Dla	Ybsi
<i>Ageratum conyzoides</i>	0,55	0,09	0,72	0,01	0,99	0,83	0,54	-	0,75	0,38
<i>Aloe vera</i>	0,53	0,50	0,77	0,04	0,42	0,49	0,67	-	0,64	0,26
<i>Cleome ciliata</i>	0,68	0,10	0,77	0,02	0,76	0,73	0,52	-	0,78	0,35
<i>Cymbopogon citratus</i>	0,70	0,04	0,76	0,15	0,53	0,65	0,87	-	0,79	0,17
<i>Eremomastax speciosa</i>	0,52	0,23	0,64	0,04	0,72	0,43	0,40	-	0,71	0,30
<i>Justicia secunda</i>	0,46	0,24	0,70	0,05	0,39	0,46	0,61	-	0,84	0,31

### III.1.3.5.2. Facteur de transfert

Le calcul du facteur de transfert (TF) donne une idée la capacité de transport des ETM des racines vers les tiges (TF<sub>rt</sub>), des tiges vers les feuilles (TF<sub>tf</sub>). Ces valeurs de TF trouvées sont regroupées dans le tableau XXXVIII.

A Douala, les valeurs les plus élevées du TF<sub>rt</sub> ont été observées chez *Justicia secunda* pour le Pb (0,61), chez *Aloe vera* pour le Cd (0,9), chez *Cleome ciliata* pour le Cr (0,42), chez *Ageratum conyzoides* pour le Zn (0,62), chez *Eremomastax speciosa* pour le Cu (0,62). A Yabassi, les valeurs les plus élevées du TF<sub>rt</sub> ont été observées chez *Ageratum conyzoides* pour le Pb (0,08), chez *Cleome*

*ciliata* pour le Cd (1,05) et le Cr (0,72), chez *Cymbopogon citratus* pour le Cu (0,32). L'espèce *Cleome ciliata* collectée dans la ville de Yabassi a eu la valeur de  $TF_{tf}$  la plus élevée en général pour les tous les ETM étudiés (1,5).

La quasi-totalité des valeurs des  $TF_{rt}$  des plantes étudiées est inférieure à 1, ce qui indique qu'il n'y a pas translocation et stockage des ETM des racines vers les tiges. On peut conclure que les ETM étudiés s'accumulent principalement dans les racines des plantes et ne sont pas transférés vers les tiges. En revanche, le Cd a été le plus efficacement transféré des racines aux tiges à Yabassi, avec des  $TF_{rt}$  moyens variant de 1,00 chez *Ageratum conyzoides* à 1,5 chez *Cleome ciliata*. Une valeur de  $TF$  supérieure à 1 indique une accumulation des ETM et un transport dans les différentes parties de la plante. Le classement général des  $TF_{rt}$  des ETM entre les organes des plantes médicinales étudiées est le suivant :  $Cd > Zn \geq Cu > Pb > Cr$  et  $Cd > Cr > Cu > Pb > Zn$  respectivement à Douala et Yabassi.

Relativement aux calculs des  $TF_{tf}$ , les valeurs les plus élevées obtenues dans la ville de Douala ont été observées chez *Aloe vera* pour le Pb (2,12), chez *Cleome ciliata* pour le Cd (1,98), chez *Cymbopogon citratus* pour le Cr (3,00) et le Zn (2,74), chez *Justicia secunda* pour le Cu (1,61). A Yabassi, les valeurs les plus élevées du  $TF_{tf}$  ont été observées chez *Justicia secunda* pour le Pb (14,33), chez *Eremomastax speciosa* pour le Cd (2,5) et le Cu (4,26), chez *Cymbopogon citratus* pour le Cr (9,67). Le classement général des  $TF_{tf}$  des ETM entre les organes des plantes médicinales étudiées suit cet ordre :  $Cr > Zn > Pb > Cu > Cd$  et  $Pb > Cr > Cu > Cd > Zn$  respectivement à Douala et Yabassi.

Toutefois dans la ville de Douala, les valeurs des  $TF_{tf}$  sont supérieures à 1 pour la majorité les plantes, indiquant une capacité de transfert de ces ETM des tiges vers les feuilles, sauf au niveau de *Aloe vera* et *Cymbopogon citratus* où les  $TF_{tf}$  sont faibles pour le Cd (0,95) et chez *Ageratum conyzoides* (0,92) pour le Zn (tableau XXXVIII). Ceci signifie qu'on a une translocation et un stockage moindre des ETM des tiges vers les feuilles au niveau de ces espèces (valeurs des  $TF_{tf}$  proches de 1). Parmi les plantes étudiées, *Justicia secunda* est la plus efficace pour accumuler le Pb ( $TF_{tf} = 14,33$ ), *Cymbopogon citratus* le Cr (9,67) et le Zn (2,74), *Eremomastax speciosa* le Cu (4,26).

Tableau XXXVIII. Facteurs de transfert des ETM entre les organes des plantes médicinales étudiées. (TF : facteur de transfert ; TF<sub>rt</sub> : facteur de transfert entre racines et tiges ; TF<sub>tf</sub> : facteur de transfert entre tiges et feuilles ; Dla : Douala ; Ybsi : Yabassi ; en gras = valeurs > 1)

Espèces végétales	TF	ETM									
		Pb		Cd		Cr		Zn		Cu	
		Dla	Ybsi	Dla	Ybsi	Dla	Ybsi	Dla	Ybsi	Dla	Ybsi
<i>Ageratum conyzoides</i>	TF <sub>rt</sub>	0,37	0,08	0,70	<b>1,00</b>	0,36	0,36	0,62	-	0,58	0,24
	TF <sub>tf</sub>	<b>1,46</b>	<b>0,67</b>	<b>1,20</b>	<b>2,00</b>	<b>1,92</b>	<b>1,69</b>	0,92	-	<b>1,46</b>	<b>2,62</b>
<i>Aloe vera</i>	TF <sub>rt</sub>	0,37	0,02	0,90	0,00	0,03	0,52	0,28	-	0,59	0,13
	TF <sub>tf</sub>	<b>2,12</b>	<b>3,00</b>	0,95	0,00	<b>2,40</b>	<b>1,60</b>	<b>1,87</b>	-	<b>1,39</b>	<b>3,59</b>
<i>Cleome ciliata</i>	TF <sub>rt</sub>	0,38	0,07	0,36	<b>1,50</b>	0,42	0,72	0,38	-	0,54	0,23
	TF <sub>tf</sub>	<b>1,51</b>	<b>13,80</b>	<b>1,98</b>	0,33	<b>1,46</b>	<b>1,29</b>	<b>1,98</b>	-	<b>1,30</b>	<b>1,80</b>
<i>Cymbopogon citratus</i>	TF <sub>rt</sub>	0,47	0,00	0,87	0,20	0,01	0,07	0,17	-	0,46	0,32
	TF <sub>tf</sub>	<b>1,57</b>	<b>0,00</b>	0,95	<b>1,00</b>	<b>3,00</b>	<b>9,67</b>	<b>2,74</b>	-	<b>1,50</b>	<b>3,61</b>
<i>Eremomastax speciosa</i>	TF <sub>rt</sub>	0,52	0,02	0,62	0,25	0,34	0,30	0,32	-	0,62	0,06
	TF <sub>tf</sub>	<b>1,08</b>	<b>2,50</b>	<b>1,27</b>	<b>2,50</b>	<b>1,69</b>	<b>1,77</b>	<b>1,96</b>	-	<b>1,19</b>	<b>4,26</b>
<i>Justicia secunda</i>	TF <sub>rt</sub>	0,61	0,03	0,69	0,33	0,25	0,37	0,34	-	0,58	0,20
	TF <sub>tf</sub>	<b>1,13</b>	<b>14,33</b>	<b>1,21</b>	<b>2,33</b>	<b>1,95</b>	<b>2,12</b>	<b>1,57</b>	-	<b>1,61</b>	<b>2,26</b>

### III.1.4. Concentrations des éléments traces métalliques dans les extraits des feuilles des plantes médicinales sélectionnées

Les teneurs en ETM ont été déterminées dans les extraits des feuilles issus des décoction et infusion qui sont les principaux modes de préparation et consommation des plantes médicinales.

Dans l'ensemble on a observé une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de tous les ETM entre les extraits des feuilles brutes, les extraits issus des décoctions et infusions.

#### III.1.4.1. Détermination des éléments traces métalliques dans les décoctions des feuilles

##### III.1.4.1.1. Plomb

La valeur moyenne de Pb dans les extraits issus des décoctions est de  $4,83 \pm 3,76$  mg/kg. Le tableau XLI montre qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de Pb entre les teneurs moyennes des extraits issus des décoctions des différentes feuilles des plantes. La teneur moyenne de Pb la plus élevée ( $12,26 \pm 0,07$  mg/kg) est observée chez *C. ciliata* et la plus petite chez *A. vera* ( $1,56 \pm 0,06$  mg/kg). Les teneurs en Pb décroissent suivant l'ordre ci-après : *C. ciliata* > *A. conyzoides* > *J. secunda* > *E. speciosa* > *C. citratus* > *A. vera*.

Toutes les moyennes des teneurs en Pb contenues dans les extraits issus des décoctions des feuilles de *C. ciliata* sont supérieures à la valeur limite de l'OMS pour le Pb (10 mg/kg). Par contre les décoctés des autres plantes ont des teneurs inférieures à cette valeur limite pour le Pb.

#### III.1.4.1.2. Cadmium

La moyenne des teneurs en Cd dans les extraits de décoction est de  $1,6 \pm 0,51$  mg/kg. La teneur la plus élevée est observée chez *J. secunda* ( $2,12 \pm 0,06$  mg/kg) et la plus faible chez *C. citratus* ( $0,75 \pm 0,12$  mg/kg). Au niveau des espèces, la comparaison des moyennes par paires montre une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) dans l'accumulation du Cd entre les teneurs moyennes des extraits issus des décoctions des différentes plantes. Ces concentrations sont rangées suivant l'ordre ci-après : *J. secunda* > *A. conyzoïdes* > *A. vera* > *E. speciosa* > *C. ciliata* > *C. citratus* (tableau XLI).

Tous les extraits de décoction des espèces végétales étudiées ont largement excédé la norme OMS pour le Cd (0,3 mg/kg).

#### III.1.4.1.3. Chrome

La moyenne des teneurs en Cr dans les extraits de décoction est de  $1,08 \pm 1,27$  mg/kg. La teneur la plus élevée est observée chez *A. conyzoïdes* ( $3,19 \pm 0,10$  mg/kg), les plus faibles (présentes à l'état de trace) sont chez *C. citratus* et *A. vera*. Par ailleurs la comparaison des moyennes par paires montre une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) dans l'accumulation du Cr entre les teneurs moyennes des extraits issus des décoctions des différentes plantes (sauf entre *C. citratus* et *A. vera* où il n'y a pas de différence ( $P > 0,05$ )). Ces concentrations sont rangées suivant l'ordre ci-après : *A. conyzoïdes* > *C. ciliata* > *E. speciosa* > *J. secunda* > *A. vera* = *C. citratus* (tableau XLI).

Seules les moyennes des teneurs en Cr dans les extraits des décoctions des feuilles de *A. conyzoïdes* et *C. ciliata*, sont largement au-dessus de la norme canadienne pour le Cr (2 mg/kg).

#### III.1.4.1.4. Zinc

La moyenne des teneurs en Zn dans les extraits de décoction est de  $1,34 \pm 0,85$  mg/kg. La teneur la plus élevée est observée chez *C. ciliata* ( $2,57 \pm 0,17$  mg/kg) et les plus faibles sont chez *C. citratus* et *J. secunda* qui ont des concentrations égales ( $0,68 \pm 0,05$  et  $0,68 \pm 0,09$  respectivement). La comparaison des moyennes par paires au niveau des espèces montre que la différence n'est pas significative ( $P > 0,05$ ) entre les extraits issus des décoctions de *C. ciliata* et *A. conyzoïdes*, *C. citratus* et *A. vera*. Cependant cette différence est très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) dans l'accumulation du Zn pour les extraits des autres espèces. Ces concentrations sont rangées suivant l'ordre ci-après : *C. ciliata* > *A. conyzoïdes* > *E. speciosa* > *A. vera* > *C. citratus*  $\geq$  *J. secunda* (tableau XLI).

Tous les extraits issus des décoctions des espèces végétales étudiées sont largement en-dessous de la norme OMS pour le Zn (27,4 mg/kg).

#### III.1.4.1.5. Cuivre

La moyenne des teneurs en Cu dans les extraits de décoction est de  $22,15 \pm 12,32$  mg/kg. La teneur la plus élevée est observée au niveau de *J. secunda* ( $43,61 \pm 0,05$  mg/kg) et la plus faible au niveau de *C. citratus* ( $9,12 \pm 0,14$  mg/kg). Au niveau des espèces, la comparaison des moyennes par paires montre une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) dans l'accumulation du Cu entre les teneurs moyennes des extraits issus des décoctions des différentes plantes. Ces concentrations sont rangées suivant l'ordre ci-après : *J. secunda* > *A. conyzoides* > *E. speciosa* > *C. ciliata* > *A. vera* > *C. citratus* (tableau XLI).

Tous les extraits de décoction provenant de *J. secunda*, *A. conyzoides* et *E. speciosa* ont largement excédé la norme Chinoise pour le Cu (20 mg/kg).

Dans l'ensemble, l'ordre de rangement des différents ETM dans les décoctions est le suivant : Cu > Pb > Cd > Zn > Cr.

#### III.1.4.2. Détermination des éléments traces métalliques dans les infusions des feuilles

##### III.1.4.2.1. Plomb

La moyenne des teneurs en Pb dans les extraits des infusions est de  $8,72 \pm 4,85$  mg/kg. Le tableau XXXIX montre qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de Pb entre teneurs moyennes des extraits issus des infusions des feuilles des différentes plantes. La teneur moyenne de Pb la plus élevée ( $17,99 \pm 0,23$  mg/kg) est observée chez *Cleome ciliata* et la plus petite chez *Aloe vera* ( $4,35 \pm 0,40$  mg/kg). Les teneurs en Pb décroissent suivant cet ordre : *C. ciliata* > *A. conyzoides* > *E. speciosa* > *J. secunda* > *C. citratus* > *A. vera*.

Seules les teneurs en Pb dans les extraits des infusions de *C. ciliata*, *A. conyzoides* sont au-dessus de la norme OMS pour le Pb (10 mg/kg).

##### III.1.4.2.2. Cadmium

La moyenne des teneurs en Cd dans les extraits des infusions est de  $3,74 \pm 0,78$  mg/kg. Le tableau XXXIX montre qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de Cd entre teneurs moyennes des extraits issus des infusions des feuilles des différentes plantes. La teneur moyenne de Cd la plus élevée ( $5,07 \pm 0,10$  mg/kg) est observée au niveau de *J. secunda* et la plus faible au niveau de *A. conyzoides* ( $3,07 \pm 0,09$  mg/kg). Les teneurs en Cd sont rangées suivant l'ordre ci-après : *J. secunda* > *E. speciosa* > *A. vera* > *C. citratus* > *C. ciliata* > *A. conyzoides*. Tous les extraits des feuilles obtenus par infusion ont largement excédé la norme OMS pour le Cd (0,3 mg/kg).

### III.1.4.2.3. Chrome

La moyenne des teneurs en Cr dans les extraits des infusions est de  $2,44 \pm 2,39$  mg/kg. Dans l'ensemble on a observé une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de Cr entre les valeurs des teneurs moyennes des extraits issus des infusions des différentes plantes. La comparaison des moyennes par paires montre que les teneurs en Cr dans ces extraits sont significativement différentes ( $P < 0,0001$ ), sauf entre *A. vera* et *C. citratus*, où on n'a pas observé de différence significative ( $P > 0,05$ ). La teneur moyenne de Cr la plus élevée ( $6,37 \pm 0,18$  mg/kg) est observée au niveau de l'extrait de *A. conyzoides* et les plus faibles sont au niveau des extraits de *C. citratus* et *A. vera* qui ont des concentrations nulles. Les teneurs en Cr décroissent suivant l'ordre ci-après : *A. conyzoides* > *C. ciliata* > *E. speciosa* > *J. secunda* > *A. vera* = *C. citratus* (tableau XXXIX).

Seules les moyennes des teneurs en Cr dans les extraits issus des infusions des différentes feuilles des plantes de *A. conyzoides*, *C. ciliata*, *E. speciosa*, *J. secunda* sont largement au-dessus de la norme canadienne pour le Cr (2 mg/kg).

### III.1.4.2.4. Zinc

La moyenne des teneurs en Zn dans les extraits issus des infusions des feuilles est de  $3,62 \pm 1,51$  mg/kg. Dans l'ensemble on observe une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de Zn entre les teneurs moyennes des extraits issus des infusions des différentes feuilles des plantes. La teneur moyenne de Zn la plus élevée ( $5,82 \pm 0,06$  mg/kg) est observée chez *C. ciliata* et la plus petite chez *E. speciosa* ( $2,23 \pm 0,11$  mg/kg). Les teneurs en Zn décroissent suivant l'ordre ci-après : *C. ciliata* > *A. conyzoides* > *J. secunda* > *A. vera* > *C. citratus* > *E. speciosa*.

Tous les extraits issus des infusions des espèces végétales étudiées ont des teneurs largement en-dessous de la norme OMS pour le Zn (27,4 mg/kg) (tableau XXXIX).

### III.1.4.2.5 Cuivre

La moyenne des teneurs en Cu dans les extraits issus des infusions est de  $29,67 \pm 14,70$  mg/kg. La comparaison des moyennes par paires montre que les teneurs en Cu au niveau des extraits issus des infusions des feuilles sont significativement différentes ( $P < 0,0001$ ), sauf entre *A. conyzoides* et *E. speciosa* où il n'y a pas de différence ( $p > 0,05$ ). La teneur moyenne de Cu la plus élevée ( $55,36 \pm 0,09$  mg/kg) est observée au niveau de *J. secunda* et la plus faible au niveau de *C. citratus* ( $14,00 \pm 0,23$  mg/kg). Les teneurs en Cu décroissent ainsi qu'il suit : *J. secunda* > *A. conyzoides* > *E. speciosa* > *C. ciliata* > *A. vera* > *C. citratus* (tableau XXXIX).

Toutes les teneurs des extraits issus des infusions provenant de *J. secunda*, *A. conyzoides*, *E. speciosa* et *C. ciliata* ont largement excédé la norme prescrite par la Chine pour le Cu (20 mg/kg).

Dans l'ensemble, l'ordre de rangement des différents ETM dans les infusions est le suivant : Cu > Pb > Cd > Zn > Cr.

Tableau XXXIX. Tableau récapitulatif des ETM dans les extraits des feuilles des plantes médicinales

Espèces végétales	Extraits issus des feuilles	Moyenne± écart-type (mg/kg) des ETM				
		Pb	Cd	Cr	Zn	Cu
<i>Ageratum conyzoides</i>	Feuilles brutes	14,89±0,10 <sup>a</sup>	6,63±0,02 <sup>a</sup>	11,70±0,05 <sup>a</sup>	8,52±0,03 <sup>a</sup>	44,13±0,04 <sup>a</sup>
	Infusion	10,32±0,67 <sup>b</sup>	3,07±0,09 <sup>b</sup>	6,37±0,18 <sup>b</sup>	5,42±0,25 <sup>b</sup>	35,68±0,40 <sup>b</sup>
	Décoction	6,44±0,05 <sup>c</sup>	1,09±0,19 <sup>c</sup>	3,19±0,10 <sup>c</sup>	2,41±0,06 <sup>c</sup>	28,12±0,07 <sup>c</sup>
<i>Aloe vera</i>	Feuilles brutes	6,79±0,06 <sup>a</sup>	6,03±0,05 <sup>a</sup>	0,12±0,02 <sup>a</sup>	4,28±0,03 <sup>a</sup>	20,06±0,08 <sup>a</sup>
	Infusion	4,35±0,40 <sup>b</sup>	3,75±0,10 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>b</sup>	2,56±0,09 <sup>b</sup>	14,46±0,09 <sup>b</sup>
	Décoction	1,56±0,06 <sup>c</sup>	1,91±0,13 <sup>c</sup>	0,00±0,00 <sup>b</sup>	0,79±0,06 <sup>c</sup>	9,92±0,12 <sup>c</sup>
<i>Cleome ciliata</i>	Feuilles brutes	22,70±0,06 <sup>a</sup>	6,27±0,03 <sup>a</sup>	8,16±0,08 <sup>a</sup>	9,10±0,05 <sup>a</sup>	35,19±0,04 <sup>a</sup>
	Infusion	17,99±0,23 <sup>b</sup>	3,08±0,09 <sup>b</sup>	4,40±0,13 <sup>b</sup>	5,82±0,06 <sup>b</sup>	24,18±0,04 <sup>b</sup>
	Décoction	12,26±0,07 <sup>c</sup>	1,33±0,11 <sup>c</sup>	2,27±0,06 <sup>c</sup>	2,57±0,17 <sup>c</sup>	16,47±0,12 <sup>c</sup>
<i>Cymbopogon citratus</i>	Feuilles brutes	8,65 ±0,10 <sup>a</sup>	6,14±0,03 <sup>a</sup>	0,09±0,03 <sup>a</sup>	4,38±0,02 <sup>a</sup>	19,58±0,04 <sup>a</sup>
	Infusion	5,11±0,08 <sup>b</sup>	3,13±0,13 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup> ±0,00	2,42±0,14 <sup>b</sup>	14,00±0,23 <sup>b</sup>
	Décoction	2,26±0,06 <sup>c</sup>	0,75±0,12 <sup>c</sup>	0,00±0,00 <sup>b</sup>	0,68±0,05 <sup>c</sup>	9,12±0,14 <sup>c</sup>
<i>Eremomastax speciosa</i>	Feuilles brutes	11,28±0,04 <sup>a</sup>	7,27±0,04 <sup>a</sup>	4,25±0,01 <sup>a</sup>	4,59±0,02 <sup>a</sup>	44,31±0,02 <sup>a</sup>
	Infusion	7,04±0,26 <sup>b</sup>	4,33±0,21 <sup>b</sup>	2,45±0,06 <sup>b</sup>	2,23±0,11 <sup>b</sup>	34,65±0,12 <sup>b</sup>
	Décoction	3,17±0,06 <sup>c</sup>	1,46±0,11 <sup>c</sup>	0,80±0,06 <sup>c</sup>	0,89±0,09 <sup>c</sup>	25,63±0,13 <sup>c</sup>
<i>Justicia secunda</i>	Feuilles brutes	10,45±0,03 <sup>a</sup>	8,61±0,59 <sup>a</sup>	2,46±0,02 <sup>a</sup>	5,26±0,03 <sup>a</sup>	66,46±0,04 <sup>a</sup>
	Infusion	6,33±0,23 <sup>b</sup>	5,07±0,10 <sup>b</sup>	1,41±0,39 <sup>b</sup>	3,25±0,31 <sup>b</sup>	55,36±0,09 <sup>b</sup>
	Décoction	3,28±0,04 <sup>c</sup>	2,12±0,06 <sup>c</sup>	0,19±0,07 <sup>c</sup>	0,68±0,09 <sup>c</sup>	43,61±0,05 <sup>c</sup>

### III.1.4.3. Comparaison générale entre les différents extraits des feuilles des plantes

#### III.1.4.3.1. Plomb

Les moyennes des teneurs en Pb sont de 12,46±5,36 mg/kg, 8,72±4,85 mg/kg et 4,83±3,76 mg/kg respectivement au niveau des extraits des feuilles brutes, infusion et décoction. La comparaison des moyennes par paires de ces moyennes montrent qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre elles. Ces valeurs permettent de les classer en ordre décroissant ainsi qu'il suit : feuilles brutes > infusion > décoction.

Les teneurs en Pb obtenues au niveau des extraits des feuilles de *Ageratum conyzoides*, *Cleome ciliata*, *Eremomastax speciosa* et *Justicia secunda* sont supérieures à la norme OMS pour le Pb (10 mg/kg). Bien que ces teneurs en Pb soient réduites dans les extraits des feuilles préparés (infusion et décoction), elles sont toujours au-dessus de cette norme OMS dans les extraits des infusions de *Ageratum conyzoides* et *Cleome ciliata*, dans les extraits de la décoction de *Cleome ciliata*. Ces extraits, dans ces cas, ne peuvent être consommés sans risque pour la santé.

#### **III.1.4.3.2. Cadmium**

Les moyennes des teneurs en Cd sont de  $6,83 \pm 0,94$  mg/kg,  $3,74 \pm 0,78$  mg/kg et  $1,61 \pm 0,51$  mg/kg respectivement au niveau des extraits des feuilles brutes, infusion et décoction. La comparaison des moyennes par paires de ces moyennes montrent qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre elles. Ces valeurs permettent de les classer en ordre décroissant ainsi qu'il suit : feuilles brutes > infusion > décoction.

Bien que les concentrations en Cd soient réduites dans les extraits préparés, toutes les valeurs obtenues ont largement excédé la norme OMS pour le Cd (0,3 mg/kg). Elles seraient donc toujours impropres à la consommation.

#### **III.1.4.3.3. Chrome**

Les moyennes des teneurs en Cr sont de  $4,46 \pm 4,36$  mg/kg,  $2,44 \pm 2,39$  mg/kg et  $1,08 \pm 1,27$  mg/kg respectivement au niveau des extraits des feuilles brutes, infusion et décoction. La comparaison des moyennes par paires de ces moyennes montrent qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre elles. Ces valeurs permettent de les classer en ordre décroissant ainsi qu'il suit : feuilles brutes > infusion > décoction.

Les teneurs en Cr obtenues au niveau des extraits des feuilles brutes de *A. conyzoides*, *C. ciliata*, *E. speciosa* et *J. secunda* sont supérieures à la norme canadienne pour le Cr (2 mg/kg). Malgré que ces concentrations en Cr soient réduites dans les extraits des feuilles préparés, elles restent toujours supérieures à cette norme OMS dans les infusions et décoctions de *C. ciliata* et *A. conyzoides* et dans l'infusion de *E. speciosa*. Ces extraits constituent un danger pour la santé.

#### **III.1.4.3.4. Zinc**

Les moyennes des teneurs en Zn sont de  $6,02 \pm 2,06$  mg/kg,  $3,62 \pm 1,51$  mg/kg et  $1,34 \pm 0,85$  mg/kg respectivement au niveau des extraits des feuilles brutes, infusion et décoction. La comparaison des moyennes par paires de ces moyennes montrent qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre elles. Ces valeurs permettent de les classer en ordre décroissant ainsi qu'il suit : feuilles brutes > infusion > décoction.

Les teneurs en Zn obtenues au niveau de tous les extraits des feuilles sont en-dessous de la norme OMS pour le Zn (27,4 mg/kg). Ceux-ci peuvent alors être consommés sans risques pour la santé.

#### **III.1.4.3.5. Cuivre**

Les moyennes des teneurs en Cu sont de  $38,29 \pm 16,57$  mg/kg,  $29,67 \pm 14,70$  mg/kg et  $22,15 \pm 12,32$  mg/kg respectivement au niveau des extraits des feuilles brutes, infusion et décoction.



La comparaison des moyennes par paires de ces moyennes montrent qu'il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre elles. Ces valeurs permettent de les classer en ordre décroissant ainsi qu'il suit : feuilles brutes > infusion > décoction.

Seules les teneurs en Cu obtenues au niveau des extraits des feuilles brutes de *Cymbopogon citratus* sont inférieures à la norme chinoise pour le Cu (20 mg/kg). Les valeurs des concentrations en Cu bien qu'étant réduites dans les extraits préparés, restent au-dessus de cette norme dans les infusions et décoctions de *E. speciosa*, *J. secunda* et *A. conyzoides* et dans l'infusion de *C. ciliata*. Ces extraits ne peuvent être consommés dans ces conditions sans risques pour la santé.

On constate que pour l'ensemble des extraits des feuilles des plantes récoltées, les concentrations de tous les ETM diminuent lors des infusions et encore plus lors de la décoction. L'ordre en général pour tous les ETM étudiés étant : feuilles brutes > infusion > décoction.

## **III.2. Discussion**

### **III.2.1. Enquêtes ethno-pharmacologiques**

#### **III.2.1.1. Caractéristiques démographiques des participants à l'étude**

En général la transmission des connaissances ancestrales et expériences sur les recettes de traitements à base des plantes médicinales se fait de manière orale dans les communautés autochtones. Il n'y a pas d'enregistrement de données. La plupart des enquêtés étaient des hommes ayant une moyenne d'âge de 52 ans. La croyance africaine est que les guérisseurs traditionnels devraient être masculins (Cheikhoussef et al., 2011). Cette moyenne d'âge a été rapportée dans d'autres études d'enquêtes ethnobotaniques réalisées en Ethiopie (Chekole et al., 2015), en Ouganda (Tugume et al., 2016), en Turquie (Cakilcioglu et al., 2011), en Inde (Hong et al., 2015). Les personnes âgées (de 51 à 80 ans) dans la société ont plus de connaissances sur les plantes médicinales en raison d'un contact direct et prolongé avec ces ressources végétales. En revanche, les personnes plus jeunes s'intéressent peu à la médecine traditionnelle en général et il y a un risque de perte de connaissances si rien n'est fait pour les motiver.

#### **III.2.1.2. Diversité des plantes médicinales**

Cette étude a permis de recenser 192 espèces végétales réparties en 139 genres et 55 familles. Le nombre élevé d'espèces inventoriées indique que cette zone d'étude a une flore variée qui est utilisée dans le traitement de diverses affections. Cela fait de la région de Douala une source importante d'approvisionnement en plantes médicinales pour les communautés urbaines.

Les familles des Asteraceae, Fabaceae-Papilionoideae, Poaceae, Acanthaceae, Amaranthaceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Solanaceae et Cucurbitaceae sont les plus riches en termes d'espèces. Ceci se rapproche des études réalisées dans différentes régions du

Cameroun par Ladoh et *al.* (2016) et Bayengue et *al.* (2017) qui ont révélé que les espèces appartenant à ces familles sont largement représentées dans les préparations à base de plantes. Des résultats similaires ont aussi été rapportés en Ouganda où Tugume et *al.* (2016), dans une étude sur les plantes médicinales, ont affirmé que les familles des plantes avec le plus grand nombre d'espèces utilisés à des fins médicales étaient les Fabaceae-Papilionoideae, Asteraceae, Lamiaceae, Cucurbitaceae, Apiaceae et Solanaceae. Mesfin et *al.* (2009) ont déclaré que les Fabaceae-Papilionoideae et Lamiaceae sont les familles les plus représentées dans l'inventaire des espèces de plantes médicinales réalisé dans le Nord-Ouest de l'Éthiopie. De même Moerman (1998) dans un inventaire des plantes retrouvées en Amérique du Nord, a recensé un grand nombre de familles et constaté que les espèces de plantes appartenant à la famille des Asteraceae étaient largement utilisées à des fins ethnobotaniques au-delà de ce qui serait attendu par leur occurrence dans les environnements locaux. Leur utilisation généralisée pourrait être attribuée à leur large gamme de composés bioactifs (Leonti et *al.*, 2003).

Par ailleurs une majorité d'espèces végétales recensées est déclarée traiter plus d'une catégorie de maladies. C'est le cas de *Peperomia pellucida*, *Phyllanthus amarus* qui interviennent dans le traitement de 16 catégories de maladies, *Moringa oleifera* (15 catégories de maladies), *Ageratum conyzoides*, *Costus afer* et *Solanum incanum* (14 catégories de maladies), *Capsicum frutescens* (11 catégories de maladies). L'utilisation d'une plante pour traiter plusieurs affections est probablement attribuable à la présence de nombreux métabolites dans cette plante et aussi le fait que la même molécule peut être active contre différents agents pathogènes (Leonti et *al.*, op cit.). Certains remèdes sont des monothérapies préparées à partir d'une seule plante. D'autres sont des combinaisons de plantes utilisées dans la préparation d'un remède pour traiter certaines maladies, ce qui illustre les effets synergiques de ces plantes. À titre d'exemple, les feuilles de *Vernonia amygdalina*, *Bidens pilosa*, *Eremomastax speciosa* entrent dans les recettes de traitement de la bronchite ; les feuilles de *Persea americana*, *Annona muricata*, *Theobroma cacao* sont utilisées dans le traitement du mal des nerfs ; les feuilles de *Persea americana*, *Carica papaya*, *Annona muricata*, *Ocimum gratissimum*, *Cymbopogon citratus*, *Citrus limon* et *Bidens pilosa* sont utilisées dans le traitement de la typhoïde.

La plupart des espèces de plantes médicinales collectées et identifiées dans la zone d'étude ont également été utilisées médicalement pour traiter les mêmes ou différentes affections aussi bien dans d'autres régions du Cameroun qu'ailleurs. Entre autres, on peut citer des études menées :

- dans d'autres régions du Cameroun, notamment à l'Ouest (Zapfack et *al.*, 2006, Nguenguim et *al.*, 2012 ; Tchuenguem et *al.*, 2017), au Nord-ouest (Focho et *al.*, 2009a), au Sud (Noumi & Tchakonang, 2001 ; Betti & Lejoly, 2009), au Sud-ouest (Abondo et *al.*, 1991 ; Focho et *al.*, 2009b ; Fongod et *al.*, 2014) au Centre (Noumi & Yomi, 2001), à l'est (Etame-Loe et *al.*, 2018) etc. ;

- en Afrique, notamment en Côte d'Ivoire (N'Guessan et al., 2010 ; 2011), en Ethiopie (Mengesha, 2016), en Ouganda (Onwa et al., 2016), en RDC (Fundiko et al., 2017), en Afrique du Sud (Weta et al., 2010 ; Bath, 2013) ; au Nigéria (Oluwafemi et al., 2015 ; Aliyu et al., 2017), au Bénin (Kpètèhoto et al., 2017), au Gabon (Ziblim et al., 2013), etc. ;
- en Asie, dans les pays comme l'Inde (Dhal et al., 2015 ; Bharali et al., 2017), le Bangladesh (Sohel et al., 2016), la Thaïlande (Neamsuvan et al., 2012), le Vietnam (Ueda et al., 2002), le Népal (Bhattarai et al., 2006), la Malaisie (Keat et al., 2010 ; Chan et al., 2016), le Pakistan (Mustafa et al., 2016), l'Iran (Haddad et al., 2017), etc. ;
- en Amérique dans les pays comme le Brésil (Oliveira et al., 2015 ; Palheta et al., 2017), le Mexique (Ma et al., 2003 ; Alonso-Castro et al., 2011), le Paraguay l'Argentine (Trillo et al., 2010), etc. ;
- en Europe les pays tels que la Suisse (Ankli et al., 2002), la Roumanie (Nedelescu et al., 2015 ; 2017) etc.

Les activités biologiques de ces plantes entrant dans le traitement de plusieurs maladies confirment leurs utilisations ethnobotaniques. Par exemple, *Capsicum frutescens* est utilisée dans la gestion de différents cancers et une activité attribuée à la présence de capsaïcine qui possède des activités anti-mutagènes et anti-cancérogènes (Surh, 2002). Aussi, les études pharmacologiques des extraits, des fractions ou des composés isolés de *Peperomia pellucida* ont montré des activités analgésiques, anti-inflammatoires, antipyrétiques, antioxydantes, anti-hyperglycémiques, anti-hyperuricémiques, antidiarrhéiques, anti-ostéoporotiques, des effets dépresseurs, gastro-protecteurs, hypotenseurs, cytotoxiques, antimicrobiens, thrombolytiques, et fibrinolytiques (Kartika et al., 2016). En conclusion, ces plantes ont de larges utilisations traditionnelles et pharmacologiques dans divers états pathologiques et physiologiques. Par conséquent, ce sont des sujets attrayant pour d'autres recherches expérimentales et cliniques.

La similarité des mêmes espèces de plante pour des utilisations ethno-médicales identiques ou divergentes, dans les différentes régions du monde et les différents groupes culturels, est une indication fiable du potentiel de bio-activité de ces espèces de plantes (Maroyi, 2013).

### **III.2.1.3. Organes de plantes utilisés**

Les résultats d'enquêtes ont révélé que la majorité des recettes à base de plantes médicinales est élaborée à partir de feuilles (86,98 %). L'utilisation de feuilles pour préparer les remèdes à base de plantes médicinales est une pratique courante dans de nombreuses communautés. Ceci a été confirmé au Cameroun par Dibong et al. (2011a) ; Ngene et al. (2015) dans les études sur les plantes médicinales utilisées dans la région du Littoral, Betti & Lejoly (2009) dans la réserve du Dja et dans d'autres pays comme l'Ouganda (Tugume et al., 2016), la Côte d'Ivoire (Ambe et al., 2015),

l'Amazonie (Saltos et *al.*, 2016) et la Bolivie (Thomas et *al.*, 2009). Ces taux élevés d'utilisation des feuilles peuvent être attribués à la facilité avec laquelle elles peuvent être obtenues en grandes quantités par rapport aux autres parties de la plante. Les feuilles sont le principal organe photosynthétique chez les plantes et sont considérées comme un élément clé de la pharmacie naturelle pour la synthèse des constituants, en particulier ceux qui sont plus pharmacologiquement actifs contre les maladies. La préférence des feuilles par rapport aux autres parties de la plante est donc due à l'accumulation d'ingrédients actifs comme les tanins et autres alcaloïdes (Passulacqua et *al.*, 2007).

Comme le signale Cunningham (2001), la surexploitation des feuilles peut entraîner une détérioration des plantes médicinales, car l'élimination des feuilles limite la transformation du développement végétatif en développement reproductif, comme la production des fleurs et le développement des semences/fruits, ce qui limite la régénération naturelle des plantes. La récolte des racines, d'autre part, est plus destructrice, car elle implique souvent le déracinement des plantes entières qui, par conséquent, affecte la régénération pour une utilisation durable. Les préparations à base de plantes fabriquées à partir de plus de deux organes végétaux peuvent mettre en danger l'espèce à moins que des mécanismes d'utilisation durable soient mis en place. De nombreuses études ont montré que les feuilles de différentes plantes possèdent des substances bio-actives contre différentes maladies et agents pathogènes (Millogo-Kone et *al.*, 2008 ; Searels et *al.*, 2013).

Étant donné que la récolte des feuilles est moins destructrice que celle des racines ou des écorces, il est nécessaire de tester l'efficacité des feuilles en fonction de différentes affections traitées, dans le cas où les racines et les écorces sont impliquées dans le traitement de ces affections. Ceci permet de minimiser les risques de surexploitation. À titre d'exemple, les feuilles de *Vernonia amygdalina* se sont révélées efficaces contre le paludisme (Lawal et *al.*, 2012 ; Ngarivhume et *al.*, 2015 ; Mèdoatinsa et *al.*, 2016). La récolte de ses racines peut être évitée.

#### **III.2.1.4. Types morphologiques des plantes médicinales**

Les herbacées sont le type morphologique le plus couramment utilisé à des fins médicinales (72,92 %). Des résultats similaires ont été rapportés par d'autres études à travers le monde entier où les auteurs ont affirmé que les populations se procurent leurs médicaments à partir des herbacées parce que la récolte de celles-ci nécessite moins de temps et d'efforts et aussi en raison du fait que les forêts sont dégradées à un rythme effréné au fil du temps (Stepp, 2004). Toutefois, la récolte des herbes qui sont dans la plupart des cas des plantes annuelles est un indicateur que la collecte de plantes médicinales n'est pas une grande menace pour la conservation. Cela pourrait être attribué à leur abondance tout au long de l'année, comme indiqué précédemment en Ouganda (Namukobe et *al.*, 2011). La popularité des herbacées comme source de thérapies à base de plantes est souvent attribuée à leurs constituants pharmacologiquement actifs élevés par rapport aux plantes ligneuses, à leurs

accessibilités sans contraintes et aisées pour les populations locales (Stepp, 2001). Les arbustes sont aussi préférés en raison de leur disponibilité toute l'année, et aussi parce qu'ils ne sont pas affectés par les variations saisonnières comme les herbacées (Tolossa et *al.*, 2013).

### **III.2.1.5. Sites de collecte des plantes médicinales**

Les participants à l'enquête dans le cadre de cette étude réalisée à Douala ont affirmé manquer de jardins de plantes médicinales et collectaient par conséquent les plantes médicinales partout. Une tendance similaire a été signalée au Zimbabwe (Ngarivhume et *al.*, 2015) et en Ouganda (Tugume et *al.*, 2016). Cependant les vendeurs des organes végétaux nécessitent de grandes quantités. Ils exercent donc une pression sur la population végétale et par conséquent, la surexploitation peut conduire à la disparition de nombreuses espèces de valeur économique et d'autres utilisations, mettant en échec les défis de conservation de ces plantes au Cameroun et dans le continent africain dans son ensemble (Moyo et *al.*, 2015).

### **III.2.1.6. Préparation et administration des plantes médicinales**

La voie principale de l'administration des plantes médicinales était orale. Ce mode d'administration est couramment utilisé dans de nombreux traitements à base de plantes, dans diverses régions du monde, notamment en Inde (Bharali et *al.*, 2017), au Brésil (Chaves et *al.*, 2017), au Nigéria (Aliyu et *al.*, 2017), au Bénin (Mèdoatinsa et *al.*, 2016 ; Houmènou et *al.*, 2017).

Le choix de l'administration orale peut être lié à l'utilisation de certains solvants ou additifs tels que l'eau et les aliments qui sont généralement considérés comme un véhicule pour transporter les remèdes. Ces additifs améliorent l'extraction des molécules bioactives lors de la préparation des remèdes. Les additifs sont également importants pour minimiser les inconforts, améliorer le goût et réduire les effets indésirables tels que les vomissements et la diarrhée (Tugume et *al.*, 2016).

Les décoctions ont été citées comme la méthode la plus commune de préparation des remèdes à base de plantes. L'ébullition est efficace dans l'extraction de matériaux végétaux et, en même temps, conserve les remèdes à base de plantes pour une période plus longue par rapport à l'extraction à froid. Les infusions et les extraits froids n'offrent pas une longue durée de conservation pour les préparations (Hirt & M'pia, 2008).

### **III.2.1.7. Facteur de Consensus Informateur**

Dans la présente étude, les valeurs FCI se situent entre 0,86 et 0,26. Les maladies signalées ont été regroupées en 23 catégories. Les maladies infectieuses et endocrino-métaboliques avaient le score FCI le plus élevé (0,86 chacune), suivi des troubles digestifs (0,83), des troubles respiratoires (0,81), des maladies gynécologiques (0,80), des affections dermatologiques (0,77), des affections d'ordre

générale (0,75), des affections cardiologiques (0,73) et des affections hématologiques (0,72). Les principales pathologies traitées sont le paludisme, le diabète, la diarrhée, la toux et la bronchite, les IST, les plaies et blessures, céphalées, l'hypertension artérielle et l'anémie respectivement pour chaque catégorie de maladies citée ci-dessus. Ces grandes valeurs de Fic indiquent un accord entre les informateurs sur les différentes espèces de plantes utilisées pour soigner les maladies particulières dans ces catégories de maladies (Heinrich et al., 1998).

Par ailleurs les valeurs de FCI proches de 0 obtenues sont indicatives d'un faible accord informel sur l'usage de la plante. La valeur la plus faible de FCI (0) a été obtenue dans les catégories des maladies hépatologiques, des maladies mystiques et des empoisonnements. Ces valeurs de FCI nulles indiquent un manque d'harmonie dans les réponses relatives à l'utilisation des espèces végétales dans le traitement des maladies spécifiques ou encore que différentes espèces sont citées par les enquêtés pour traiter une maladie particulière. Dans ce cas on peut conclure que la même espèce est utilisée pour le traitement de nombreuses affections distinctes dans une communauté (Gazzaneo et al., 2005).

Ces résultats de FCI élevés corroborent ceux de Ladoh et al., (2016) qui, dans une étude menée sur les plantes médicinales de la ville de Douala au Cameroun, ont calculé les valeurs de FCI et révélé que 3 catégories ont atteint des valeurs élevées : les troubles asthéniques (0,8), dermatologiques (0,6), gynéco-obstétriques et urologiques (0,5), infectieuses et mystiques (0,4). Mesfin et al. (2009) en Ethiopie ont trouvé que la catégorie paludisme, fièvre et maux de tête avait la valeur de FCI la plus grande (0,82), suivie des catégories de l'ascariose, de la diarrhée et des maux d'estomac, qui avaient chacune un FCI égal à 0,78. Dans les études d'Akerreta et al. (2007) menées dans les Pyrénées, Cakilcioglu et al. (2011) en Turquie, les valeurs maximales des FCI trouvées étaient de 0,65 et 0,58 respectivement. Toutefois, ces valeurs obtenues et proches de 1, sont inférieures aux valeurs obtenues dans cette étude (0,86) et d'autres menées en Ouganda (Tugume et al., 2016) où le FCI maximal est égal à 0,9 pour les troubles hématologiques. En d'autres termes les plantes médicinales présumées efficaces dans le traitement d'une certaine maladie dans une localité ont des valeurs de FCI plus élevées (Teklehaymanot & Giday, 2007).

Les plantes importantes suivantes *Aloe vera*, *Capsicum annum*, *Carica papaya*, *Citrus aurantifolia*, *C. limon*, *C. medica*, *Cymbopogon citratus*, *Elaeis guineensis*, *Manihot esculenta*, *Passiflora foetida*, *Persea americana*, *Psidium guajava*, *Solanum melongena*, *Vernonia amygdalina*, et *Zingiber officinale* font parties des plantes entrant dans les traitements des catégories de maladies comportant des grandes valeurs de FCI. Les études des constituants bioactifs de ces espèces végétales ont révélé que ces plantes possèdent beaucoup de substances phytochimiques qui incluent les alcaloïdes, les flavonoïdes, les tanins, les saponines, les triterpénoïdes et les phénols. Les plantes à phénols renferment pour la plupart les antioxydants, qui agissent comme des poubelles à radicaux libres, produits lorsque les cellules utilisent l'oxygène pour produire de l'énergie. Elles possèdent des

propriétés antiseptiques, antalgiques, anti-inflammatoires, antidiurétiques, immuno-tenseurs, antioxydantes, plaquettaires, analgésiques et antipaludéennes, réduisant ainsi ces maladies (Rumbaoa et al., 2009 ; Mpondo et al., 2012a).

### III.2.1.8. Indices de fidélité

Les espèces végétales ci-après : *Ageratum conyzoides*, *Annona muricata*, *Eremomastax speciosa*, *Justicia secunda*, *Kalanchoe coccinea*, *Vernonia amygdalina*, *Zingiber officinale*, ont chacune un degré de fidélité de 100 % et sont classées parmi les meilleures plantes dans les traitements respectifs du paludisme, du mal des nerfs, de l'érythème fessier, de l'anémie, de l'otite, des helminthiases et de la toux. Les données similaires ont été rapportées dans d'autres régions du Cameroun (Oben et al., 2006 ; Priso et al., 2012 ; Jiofack et al., 2010 ; Dibong et al., 2011a ; Fonge et al., 2012 ; Bouopda et al., 2016 ; Bayengue et al., 2017). Ces espèces avec des indices de fidélité très élevés pour certaines maladies, sont utilisées pour plusieurs autres affections, probablement en raison d'une large gamme de composés bioactifs dans leurs organes (Tugume et al., 2016). Ces indices de fidélité élevés indiquent aussi que ces espèces sont considérées comme ayant une grande signification culturelle dans la zone d'étude. Le choix à 100 % par les informateurs-clés d'utiliser ces espèces pour le traitement des maladies citées ci-dessus est un indicateur du potentiel des diverses propriétés médicinales contenues dans les extraits de ces plantes. Ces résultats montrent le fort potentiel de ces espèces à être considérées comme sources de nouveaux médicaments. Les autres propriétés médicinales de ces plantes ont été recensées .

Au Cameroun, la plante entière de *Ageratum conyzoides* est utilisée pour traiter l'infertilité, les infections microbiennes, les infections génitales (Noumi & Dibakto, 2000 ; Igoli et al., 2005). Sa décoction est également utilisée pour traiter le diabète au Nigéria (Soladoye et al., 2012). Au Gabon ses feuilles sont utilisées pour soigner la diarrhée, le nettoyage du vagin (Vliet, 2012). En Côte d'Ivoire, les extraits des feuilles brutes sont utilisés pour faciliter l'accouchement et atténuer les céphalées ; la décoction de la plante entière est utilisée contre le diabète et l'hypertension (Konkon et al., 2017). En Inde, les infusions et décoctions des feuilles de la plante entière sont utilisées dans le traitement des gastralgies (diarrhée, dysenterie, colique intestinale, flatulence), du rhumatisme, de la fièvre (Chopra et al., 2002). Au Vietnam, les parties aériennes sont utilisées comme anti-inflammatoire (Ueda et al. 2002). Ses constituants chimiques sont : les flavonoïdes, alcaloïdes et terpènes (Okunade, 2002).

Les feuilles et graines de *Annona muricata* sont utilisées dans les traitements des névralgie, hypertension, insomnie et divers cancers au Cameroun (Dibong et al., 2011c ; Ladoh et al., 2016). Au Gabon, les feuilles et tiges de *A. muricata* sont utilisées dans le traitement des problèmes respiratoires, le suivi de la femme enceinte (Vliet, 2012). En Côte d'Ivoire, ses feuilles (infusion) et fruits (sirop)

sont utilisées pour soigner le diabète et le paludisme (Konkon et al., 2017). En Malaisie ses feuilles sont utilisées pour traiter l'hypertension et le mal d'estomac (Samuel et al., 2010). En Inde, elles sont aussi utilisées pour soigner la hernie, les helminthiases (Baskar et al., 2007). Au Brésil ses feuilles sont utilisées pour soigner l'obésité et la diarrhée (Palheta et al., 2017). Les activités anti-diarrhéiques, anti-spasmodiques, sédatives, anti-tumorales et anti-bactériennes ont été démontrées par Baskar et al. (op cit.), les activités anti-cancérigènes par Sun et al., (2016), anti-ulcérogéniques par Bento et al. (2016), antidiabétiques et antioxydantes par (Ngueguim et al., 2014). Ses propriétés anti-inflammatoires et anthelminthiques ont aussi été signalées (Pimenta et al., 2011). Ces activités biologiques seraient imputables à divers métabolites secondaires qu'elles contiennent notamment les flavonoïdes, alcaloïdes, glycosides, réducteurs de sucre, stéroïdes et de tanins (Ferreira et al., 2013).

Au Cameroun les feuilles de *Eremomastax speciosa* sont utilisées en infusion/décoction dans le traitement de la fièvre typhoïde et du paludisme (Bouopda et al., 2016), de l'aménorrhée, des hémorroïdes, de l'infertilité féminine, des infections urinaires, des douleurs abdominales, de l'anémie, de la stérilité (Kuate et al., 2013 ; Bayengue et al., 2017). Les effets anti-diarrhéiques des extraits aqueux des feuilles séchées de *Eremomastax speciosa* ont été signalés par Oben et al. (2006). Les effets antianémiques et antimicrobiens (*Salmonella typhi* et *Escherichia coli*) ont été rapportés par Okokon et al. (2007). Les tanins, phénols, flavonoïdes, alcaloïdes, saponines et terpènes sont ses constituants chimiques (Mboso et al., 2013).

Les feuilles et graines de *Justicia secunda* sont utilisées en infusion dans les traitements de l'anémie, de l'hypertension au Cameroun (Dibong et al., 2011c ; Ladoh et al., 2016). Les extraits de ses feuilles sont utilisés pour traiter le diabète au Venezuela (Otaiza et al., 2006), l'anémie et l'hypertension en Côte d'Ivoire (Kone et al., 2012), le paludisme au Bénin (Yetein et al., 2013). *Justicia secunda* a également une large gamme d'utilisations comprenant le traitement des gastrites, de l'anémie, des règles douloureuses, de la diarrhée au Brésil (Palheta et al., 2017). Les propriétés antianémiques de *Justicia secunda* ont été évaluées par Gbenou et al. (2006), et anti-drépanocytaires par Mpiana et al. (2010). L'analyse phytochimique de ces feuilles a révélé la présence des alcaloïdes et des polyphénols comme les tanins, les flavonoïdes, les quinones, les anthocyanes et les leucoanthocyanes (Mpiana et al., op cit. ; Koffi et al., 2013). Récemment les pyrrolidones et secundarellones A, B, et C ont été détectée dans ces feuilles (Theiler et al., 2014). C'est à ces molécules que seraient attribuées ces activités.

Au Cameroun, les feuilles de *Kalanchoe coccinea* sont utilisées en décoction pour soigner la toux/bronchite (Bouopda et al., 2016). Les feuilles sont chauffées et frictionnées pour soigner l'otite, le rhume infantile et la toux dans la Sanaga-maritime (Nga et al., 2016). A Santchou, ces feuilles sont aussi utilisées pour traiter les infections urinaires, le rhumatisme, les inflammations (Fonkeng et al., 2015). Au Gabon, elles sont utilisées pour traiter le rhume, la toux/bronchite, l'otalgie, la cicatrisation



du cordon ombilical (Vliet, 2012). Au Kenya, les feuilles calcinées sont utilisées pour le massage des organes enflés (foules, entorses) et muscles douloureux. Cette plante aurait aussi les propriétés anti-infectieuses (Kigen et *al.*, 2016).

En plus de la rougeole, de l'helminthiase et du paludisme, les feuilles de *Vernonia amygdalina* sont triturées pour soigner les dermatoses, les mycoses, la gale et les blessures (Tchuenguem et *al.*, 2017) ; frictionnées et macérées pour soigner le diabète (hyperglycémie), la diarrhée (Ladoh et *al.*, 2016) au Cameroun. Au Kenya, les décoctions de ses racines sont aussi utilisées pour soigner la fièvre typhoïde, la méningite, l'épilepsie, l'arthrose, les douleurs abdominales chez les enfants, le suivi de la femme enceinte (Kigen et *al.*, 2016). Au Gabon, les feuilles et les tiges sont utilisées dans le traitement de la rougeole, des helminthiases, du mal des dents, des coliques et du paludisme (Vliet, 2012). En Ouganda, une décoction de ses racines et de ses feuilles est utilisée pour traiter la syphilis, les ulcères, les problèmes de foie (Asiimwe et *al.*, 2014), sa tige est utilisée pour traiter la tuberculose (Bunalema et *al.*, 2014) et ses racines sont utilisées pour traiter la toux, les douleurs abdominales, les plaies, la hernie et le mal de tête (Kamatenesi et *al.*, 2011, cit Tugume et *al.*, 2016). L'utilisation de feuilles de *V. amygdalina* a été rapportée pour traiter les hémorroïdes au Nigéria (Soladoye et *al.*, 2010), le paludisme au Ghana (Asase et *al.*, 2010), les ballonnements, les pellicules et l'impuissance en Éthiopie (Chekole et *al.*, 2015). Les effets antipaludéens des extraits des feuilles de *Vernonia amygdalina* ont été démontrés par Tona et *al.* (2004) ; Njan et *al.* (2008) et par des études in-vitro (Masaba, 2000 ; Tona et *al.*, op cit.). *V. amygdalina* contient des glycosides stéroïdiens, des sesquiterpènes et des lactones qui sont actifs contre *Plasmodium falciparum* (Koshimizu et *al.*, 1994). Dans les essais humains, les extraits de *V. amygdalina* ont réduit la parasitémie de 32 % (Toyang & Verpoorte, 2013). Bien que *V. amygdalina* soit efficace pour le traitement du paludisme, elle peut induire un travail chez les femmes enceintes (Asiimwe et *al.*, 2014), et par conséquent peut provoquer des fausses couches et devrait donc être évitée quand on est en état de gestation.

*Zingiber officinale* est utilisé au Nigéria dans le traitement du diabète (Soladoye et *al.*, 2012). Au Brésil, les racines sont utilisées en macération pour soigner la coqueluche, en décoction et sirop pour soigner le mal de gorge, le rhume, le rhumatisme, les douleurs abdominales, l'hypotension, l'asthénie (Palheta et *al.*, 2017). Au Cameroun, ses fruits sont utilisés dans le traitement de la toux et des dermatoses (Bouopda et *al.*, 2016). Les propriétés antifongiques de ses rhizomes ont été rapportées au Nigéria (Ayodele et *al.*, 2009), les propriétés antioxydantes et anti-microbiennes par Bellik (2014).

### **III.2.2. Diversité floristique dans les différents habitats des plantes médicinales de Douala**

#### **III.2.2.1. Richesse et diversité floristiques**

L'analyse des relevés montre que la flore de la ville de Douala est assez diversifiée et reflète la variété des formations végétales des milieux ouverts qui s'y trouvent. Une superficie totale d'un

hectare a été explorée dans différents habitats de la ville de Douala. Ceci a permis d'inventorier 404 espèces végétales, réparties en 207 genres et 66 familles. La richesse spécifique observée dans ces différents sites de collecte des plantes médicinales de la ville de Douala est relativement élevée. Cette forte richesse spécifique peut s'expliquer par les conditions écologiques (la lumière, la litière, la biodisponibilité en eau et en éléments minéraux du sol, etc.) qui seraient favorables au développement des espèces végétales.

Dans la localité de Douala, la classe des Dicotylédones est de loin la plus représentée, 65,6 % contre 33,9 % pour les Monocotylédones. Ce gradient a été également relevé par Boraud (2000) et Traoré *et al.* (2005), qui ont observé des tendances de 2/3 de Dicotylédones et 1/3 de Monocotylédones en Côte d'Ivoire. Cette forte représentativité des dicotylédones est également observée au Maroc par Taleb & Maillet (1994). Ces résultats traduisent une certaine constance au niveau des types d'adventices en Afrique.

La distribution des taxons en classe de fréquences indique que les espèces moins présentes dans le milieu (classe I), c'est-à-dire les plus rares, sont les plus nombreuses avec 380 espèces végétales (soit 94,06 %). Les classes II et III sont très faiblement représentées (4,46 % et 1,49 % respectivement) et les classes IV et V sont absentes. La flore étudiée est stable car on a la répartition suivante : classe I > classe II > classe III > classe IV ≥ classe V. Selon Gounot (1969) et Guinochet (1973), la forme unimodale des histogrammes en «J», permet d'affirmer que les milieux d'étude sont floristiquement homogènes.

Concernant la composition floristique, les familles des Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Fabaceae-Papilionoideae, Acanthaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae et Malvaceae sont les plus représentées aux niveaux génériques et spécifiques. Elles ont aussi les recouvrements relatifs les plus élevés et constituent les familles les plus importantes au sein de tous les habitats étudiés. La prédominance de ces familles dans la zone d'étude n'est pas une particularité de la région du Littoral, mais une caractéristique générale de la flore du Cameroun (Letouzey, 1985). Ces résultats corroborent ceux d'Adjanooun (1962) qui, dans son étude a trouvé que les espèces de la famille des Poaceae étaient les plus nombreuses, suivies de celles des Légumineuses et des Cyperaceae dans les milieux ouverts de la Côte d'Ivoire. Bello *et al.* (2013) ont montré que ces familles sont parmi les plus abondantes dans une étude floristique des milieux ouverts au Nord-est du Bénin. Traoré & Maillet (1992), Noba *et al.* (2014) ont souligné la richesse en genres et en espèces des familles des Poaceae, Leguminosae, Asteraceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae et Malvaceae dans la flore adventice des cultures céréalières et vivrières annuelles du Burkina Faso et du Sénégal respectivement. La forte proportion des Poaceae dans toutes ces zones d'étude peut s'expliquer par le fait qu'elles sont résistantes aux aléas climatiques ; elles sont rarement atteintes de maladies cryptogamiques et

possèdent une très grande vitesse de régénération après désherbage surtout lorsque les conditions du milieu sont favorables (Traoré & Maillet, op cit.).

L'examen de la composition floristique permet aussi d'affirmer que les familles les plus diversifiées sur le plan générique sont celles ayant le plus grand nombre d'espèces. Maillet (1981) explique la prédominance des familles à espèces nombreuses par leur adaptation aux milieux très différents. Ces familles les plus dominantes, sont reconnues à la fois pour leur mode important de dissémination par le vent (anémochorie). Les espaces ouverts très favorables à l'anémochorie, expliquent la forte présence de ces familles dans le milieu d'étude (Mangara et al., 2008).

Le genre *Cyperus* est le plus riche en espèces avec 18 espèces. Les espèces appartenant à ce genre se développent en touffes compactes. Letouzey (1972) signale que le genre *Cyperus* est le plus abondant de la famille des Cyperaceae et comporte plus de 2000 espèces. En général de nombreux auteurs signalent l'inféodation des Cyperaceae aux biotopes des milieux ouverts (Mbarga et al., 2014).

Parmi les espèces inventoriées, *Eleusine indica indica* (61,48 %), *Cleome ciliata* (55,52 %), *Phyllanthus amarus* (53,71 %) et *Ageratum conyzoides* (50,39 %) sont les espèces écologiquement les plus importantes. En effet elles ont les fréquences d'apparition et les recouvrements relatifs les plus élevés au sein de tous les habitats étudiés. L'abondances de ces espèces dans ces milieux sont liées à l'état de dégradation poussée (formations anthropisées) dans lequel se trouve chaque quadrat inventorié. Par ailleurs ces espèces font partie de la liste des espèces indicatrices des milieux ouverts (Sarr et al., 2013).

Prise toute seule, la richesse spécifique est un paramètre qui ne permet pas toujours de bien montrer la diversité d'un milieu car il dépend de l'effort d'échantillonnage et de la bonne connaissance des espèces sur le terrain. C'est pour cela qu'il est important de recourir aux indicateurs de biodiversité dans les quadrats. Dans le cadre de ce travail, les quadrats faiblement recouverts présentent la plus grande diversité spécifique, suivie des quadrats moyennement recouverts et enfin des quadrats entièrement recouverts. Cette forte diversité dans ces quadrats faiblement recouverts est liée aux caractéristiques du milieu (humidité, lumière, abondance des nutriments, etc.) qui favorise l'installation de nombreuses espèces rudérales telle que : *Ageratum conyzoides*, *Alchornea cordifolia*, *Cyperus distans*, *Echinochloa pyramidalis*, *Emilia coccinea*, *Euphorbia hirta*, *Euphorbia heterophylla*, etc. La faible diversité des quadrats entièrement recouverts quant à elle est liée à la prédominance des *Cyperaceae* et *Poaceae*. Leur composition floristique est généralement réduite, ce qui a déjà été constaté pour la plupart des végétations des milieux ouverts. Ces résultats corroborent ceux de Kono (2007) dans les milieux ouverts de Yaoundé.

### III.2.2.2. Indices de diversité dans les différents habitats

Les indices de diversité floristique constituent des critères objectifs pour apprécier la diversité d'une communauté végétale (Ramade, 2003). L'indice de diversité de Shannon pour l'ensemble de la zone d'étude est de 5,32 bits et varie entre 5,07 et 5,25 bits entre les différents habitats. Ces valeurs élevées de l'indice de Shannon montrent que la flore étudiée est fortement diversifiée et toutes les espèces sont bien représentées dans chaque habitat (Shannon & Weaver, 1949).

L'indice moyen d'équitabilité de Pielou (EQ) est élevé et égal à 0,89 pour l'ensemble de la zone d'étude et oscille entre 0,78 et 0,89 bits entre les différents habitats. Cette valeur proche de 1 indique une équi-répartition élevée dans cette flore traduisant ainsi une végétation stable où toutes les espèces ont à peu près la même abondance. Ceci témoigne d'une répartition relativement bonne des effectifs entre les espèces au sein des différents habitats et stipule donc l'équilibre entre les espèces (Pielou, 1969). Frontier & Pichod-Viale (1993) et Barbault (1983 ; 2008) signalent que lorsque l'équitabilité dépasse 0,70 bits, on est en présence d'un milieu relativement stable ayant une faible compétitivité.

L'indice de Simpson moyen vaut 0,008 bits et varie entre 0,008 et 0,009 bits entre tous les habitats, indiquant aussi un maximum de diversité dans ces habitats. Toutes ces valeurs d'indices de Simpson pour cette flore proches de 0 confirment les grandes richesses et diversité floristique de la ville de Douala. En conclusion, ces valeurs obtenues pour tous ces indices laissent penser que les conditions environnementales sont stables et favorables à l'installation de nombreuses espèces.

Les valeurs des coefficients de similitude de Sorensen varient entre 81,78 % et 87,18 %. Ces valeurs sont toutes supérieures à 50 % entre les sites et permettent d'affirmer que les relevés comparés entre eux appartiennent à la même communauté végétale. Ils confirment aussi que les communautés végétales sont proches et ont un lot important d'espèces en commun.

La forte diversité floristique observée dans la zone peut être due à l'action anthropique engagée dans la ville qui perturbe ce milieu qui devient réceptif et favorable au développement de diverses espèces nouvelles. En effet les facteurs anthropiques perturbent fortement le fonctionnement des écosystèmes des zones urbaines engendrant ainsi la modification de la composition floristique et de la structure de la végétation (Sinsin, 2001 ; Fournier et *al.*, 2002). L'accroissement démographique, l'urbanisation anarchique associée à une paupérisation accentuée par la crise économique ont soumis la ville de Douala à de nombreuses dégradations. A titre d'exemple, l'extension du port de Douala a entraîné la perte d'environ 100 ha de mangrove, la création des industries, des nouveaux quartiers et infrastructures ont entraîné la dégradation de plusieurs hectares de forêts dans la région du Littoral, engendrant ainsi la perte de la biodiversité (Din et *al.*, 2008).

L'analyse des communautés laisse apparaître 3 grands groupes d'habitats. Le premier est constitué des jachères et immondices, le second est constitué des bordures de routes qui s'écartent

nettement des autres et le troisième groupe qui met en commun les terrains vagues et alentours des maisons (figure 17). Tous ces habitats renferment de nombreuses espèces rudérales et plantes médicinales, des vestiges de nombreux champs renfermant des plantes alimentaires. L'intégrité de la biodiversité des écosystèmes est notamment affectée par les pressions inhérentes à l'accroissement démographique, à l'industrialisation, la pollution, l'urbanisation anarchique, l'agriculture, l'extraction minière, la déforestation, la perte des habitats, le braconnage et l'invasion par de mauvaises herbes (Chapungu et *al.*, 2014 ; Priso, 2016).

### **III.2.2.3. Caractéristiques synthétiques de la flore**

#### **III.2.2.3.1. Types foliaires**

L'analyse des types foliaires montre la prédominance des espèces microphylles (soit 50,50 % du total des espèces et un taux de recouvrement de 57,02 %), caractéristique reconnue aux espèces herbacées, notamment aux Cyperaceae et Poaceae (Evrard, 1968). La proportion non négligeable des espèces mésophylles (31,68 %) dans les différents habitats visités sont dus à la grande disponibilité des ressources telles que la lumière et les nutriments qui favorisent leur croissance (Evrard, *op cit.*).

#### **III.2.2.3.2. Types morphologiques**

L'analyse des types morphologiques de cette étude montre que les herbacées viennent en tête et représentent 82,18 % de toute la surface étudiée. Ce résultat est semblable à ceux de Nyakabwa (1981) sur la flore rudérale de la ville de Kisangani en RDC. Ceci peut se justifier par le fait que cette végétation est très soumise à la pression humaine (urbanisation anarchique et accrue, ouverture des voies de communication, création des plantations agricoles vivrières et plantations agricoles etc. (Letouzey, 1985). Tous ces facteurs contribuent ainsi à la déforestation et à la disparition des espèces ligneuses.

#### **III.2.2.3.3. Modes de dissémination et types de diaspores**

Du point de vue dissémination, la zoochorie est la plus répandue avec 71,79 % d'espèces végétales, suivie de l'anémochorie (22,03 %). Ces espèces zoochores et anémochores ont majoritairement des diaspores de type sclérochlores. Ces diaspores, de part leur petite taille et faible poids, peuvent être disséminés par le vent (anémochorie). Mais ce transport ne peut se faire que sur de petites distances et dépend en partie de l'absence de barrières (Schnell, 1971). Cet auteur signale aussi que de part la constitution de leurs glumes, certaines Poaceae et Cyperaceae jouent un rôle primordial dans la dispersion des espèces des milieux ouverts. En effet, la structure morphologique de certaines espèces de ces deux familles permet de maintenir une certaine quantité d'air, ce qui a pour effet de favoriser leur flottaison et la survie des graines.

#### **III.2.2.3.4. Types phytogéographiques**

De nombreux auteurs expliquent les aires de distribution actuelles des espèces en faisant appel aux facteurs paléogéographiques, paléoclimatologiques ou encore chorologiques. Mais comme le souligne Schnell (1971), les aires de distribution sont aussi liées aux facteurs éco-physiologiques. Dans le cadre de la présente étude, les espèces à large distribution avec 61,14 % apparaissent mieux représentées. Il s'agit des espèces pantropicales, afro-américaines, paléo-tropicales, afro-asiatiques, pluri-régionales africaines. La proportion élevée de ces espèces dans ce milieu traduit l'ouverture de cette flore aux influences extérieures. Les espèces à large distribution sont le plus souvent des rudérales ou des espèces des milieux perturbés (Bangirina et *al.*, 2010).

#### **III.2.3. Concentrations des éléments traces métalliques dans les organes des plantes médicinales et leurs substrats d'origine à Douala et Yabassi**

Comme pour les sols, la problématique des ETM dans les plantes se définit aussi en termes d'excès et de déficit. Une étude des ETM dans les différents organes des plantes comestibles de la ville de Douala est nécessaire car elle donne une idée de la qualité des plantes consommées dans la région. En effet, un excès ou un déficit en ETM dont certains sont essentiels et d'autres toxiques peut avoir des conséquences sur la santé de l'Homme en tant que maillon essentiel de la chaîne alimentaire. Aussi la discussion porte essentiellement sur la distribution, le transfert sols-plantes, ainsi que sur les implications sur la santé humaine en rapport avec ces ETM.

##### **III.2.3.1. Caractéristiques des sols à Douala et Yabassi**

Les pH des sols varient entre 4,24 et 5,33 et dans la ville de Douala. Ces valeurs de pH caractérisent les sols acides à légèrement acides qui sont favorables à la mobilité des ETM notamment par la mise en solution des sels métalliques. Le pH du sol est classé habituellement parmi les facteurs les plus importants qui peuvent induire la solubilisation des ETM liés aux particules du sol. Les métaux (Ag, Au, Cd, Cu, Cr, Fe, Hg, Ni, Pb, Ti, U, Zn) ont tendance à se solubiliser et à devenir plus mobiles dans des conditions acides, alors que les métalloïdes (As, B, Ge, Sb, Si, Te) suivent généralement la tendance inverse (Wiegand et *al.*, 2009).

Les matières organiques totales contenues dans les sols étudiés ont des teneurs faibles comprises entre 0,06 et 0,10 % qui encouragent une plus grande mobilité et améliorent l'absorption par les tissus de la plante. Selon Zhou & Wong (2003), la diminution des teneurs en matières organiques dans le sol peut conduire à une augmentation des concentrations en ETM solubles (Zhou & Wong, 2003).

Les sols de la localité de Douala présentent des conductivités électriques variant entre 93,75 et 163,72  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La salinité de tous ces sols est élevée et augmenterait l'adsorption des composés organiques par les plantes. En effet, d'après les études faites par Tremel-Schaub & Feix (2005),

l'adsorption des composés organiques dépend de la salinité. Ils ont constaté un léger accroissement de l'adsorption de ces composés avec l'augmentation de la concentration en sel.

Les sols étudiés présentent une texture sableuse avec un taux de sable élevé compris entre 81,39 et 85,78 % pour la ville de Douala. Le contexte géologique constitué en majorité de sable pourrait offrir *à priori* des conditions favorables à la migration des polluants vers les eaux souterraines (Kabata-Pendias & Pendias, 2001).

### **III.2.3.2. Distribution des éléments traces métalliques dans les sols de la ville de Douala**

Les ETM analysés dans les sols sont inégalement répartis dans l'ensemble des échantillons (tableau XXXVIII). Pour tous les ETM étudiés, les tests statistiques montrent que la localité et le site de collecte influencent significativement ( $P < 0,0001$ ) l'accumulation des ETM dans les sols (figure 21). Les valeurs obtenues dans la ville de Douala (fortement polluée et anthropisée) sont largement supérieures à celles de la ville de Yabassi supposée moins polluée.

La comparaison par type d'habitat montre que les sols prélevés aux abords des routes (BR) ont des teneurs en Pb, Cr, Zn, Cu plus élevées, comparés aux sols des immondices (IM) et alentours des maisons (AM). Ces résultats corroborent ceux de Xiong (1998), qui montrent que les concentrations des ETM (surtout le Pb) analysés dans les sols dépendent du site de collecte. Ils affirment aussi que le trafic dense important est responsable de la présence des concentrations élevées en ETM dans les sols. D'autres études ont suggéré que le nombre élevé des voitures dans une localité est une source majeure de la contamination de ces métaux dans les sols (Ward et *al.* 1977 ; Yassoglou et *al.*, 1987). L'accumulation du Pb est généralement observée dans la partie supérieure des horizons. Elle peut donc être enrichie en surface de façon à avoir des concentrations dans les sols significativement élevées (Kabata-Pendias, 2004).

### **III.2.3.3. Distribution des éléments traces métalliques dans les plantes en fonction du type d'habitat**

La variabilité de la distribution des ETM (Pb, Cd, Cr, Z, et Cu) en fonction des différents types d'habitats a été faite et a permis d'affirmer que les espèces récoltées près des BR et IM ont des teneurs en ETM très élevées à Douala, comparées à celles récoltées aux AM. En effet, il n'y a pas d'effet significatif dans la distribution des ETM dans les organes des plantes récoltées aux AM. Ceci peut s'expliquer par le fait que ces habitats sont moins pollués par rapport aux BR et IM. Ces résultats corroborent ceux de Annan et *al.* (2013) qui ont signalé la présence du Pb, Al, Hg, Cd et As dans 10 plantes médicinales échantillonnées dans 5 régions géographiques différentes au Ghana et affirmé que les teneurs en ETM dans ces plantes variaient significativement ( $P < 0,05$ ) selon le site de collecte. Une étude de Deepalakshmi et *al.* (2014), qui ont évalué le potentiel d'accumulation des ETM dans

les plantes récoltées aux alentours des routes dans la ville de Bangalore (Inde), a trouvé des valeurs élevées de Pb ( $84,98 \pm 0,11$  mg/g), Cu ( $55,64 \pm 0,17$  mg/g), Zn ( $80,34 \pm 0,26$  mg/g), Cd ( $9,56 \pm 0,25$  mg/g) chez *Ageratum conyzoides*. En Côte d'Ivoire Messou et al. (2013) ont obtenu des résultats similaires dans leur recherche : Pb ( $48,98 \pm 0,11$  mg/g), Cr ( $6,56 \pm 0,35$  mg/g), Cu ( $59,94 \pm 0,34$  mg/g), Zn ( $67,34 \pm 0,16$  mg/g). Etim & Onianwa (2013) dans la région du Sud-Ouest du Nigéria ont révélé que les concentrations moyennes de Cu et de Pb dans les sites d'immondices étaient significativement plus élevées que les autres sites étudiés (sites de décharge des déchets industriels, zones industrielles, quartiers résidentiels).

Le flux de la circulation a également un effet significatif sur le contenu des ETM dans les plantes qui poussent le long de la route. Plus loin de la route et loin de l'intensité du trafic, les quantités de contaminants provenant du trafic automobile diminuent. D'après Modrzewska & Wyszowski (2014) ; Chumilall et al. (2005), plusieurs facteurs contrôlent l'accumulation sélective des métaux dans la plante et leur biodisponibilité : le sol et les conditions climatiques ; l'intensité du trafic routier ; le nombre, le type et la vitesse de circulation des véhicules. On peut ainsi confirmer que le substrat et l'habitat où croît la plante influencent notablement l'absorption d'ETM par les espèces végétales évaluées dans cette étude.

Dans la présente étude, les teneurs en ETM contenues dans la plupart des organes des végétaux récoltés près des sites de décharge (IM) sont aussi très élevées et très significatives en Cd et Cu. Ebong (2007) dans une étude au Nigéria a constaté que les concentrations en ETM contenus dans les sols des immondices et les organes des plantes étaient très élevées et que des différences significatives étaient observées dans l'accumulation des concentrations en ETM (Cu, Zn, Pb, Cd) entre les parties de la plante. Cela pourrait être attribué à la teneur élevée en ETM disponible dans les sols des sites de décharge qui ont finalement été accumulés par les plantes qui y croissent. Cela indique également que les concentrations des ETM dans les plantes dépendent de leur concentration dans le sol sur lequel elles poussent.

#### **III.2.3.4. Concentration des éléments traces métalliques dans les organes des plantes**

Les concentrations des ETM sont inégalement réparties dans la plante aussi bien à Yabassi qu'à Douala suivant cet ordre décroissant : racines > feuilles > tiges. Cependant les concentrations de Cu et de Pb sont les plus élevées dans tous les organes des plantes récoltés à Douala. Les résultats ont montré une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) des valeurs d'accumulation de ces ETM entre les organes (racines, tiges et feuilles) des plantes issues de Douala et Yabassi (site témoin). La capacité des plantes à accumuler plus d'ETM dans leurs racines que les autres organes des plantes a été rapportée par plusieurs auteurs. Ainsi, Ahmed & Slima (2018) en Egypte, ont révélé que *Corchorus olitorius* accumulent plus d'ETM (Pb, Cr, Cu, Fe, et Zn) dans les racines que dans les



feuilles. Lion et *al.* (2016) en Afrique du Sud ont observé que de toutes les plantes étudiées, les concentrations des ETM dans les racines de *Trifolium alexandrinum* étaient supérieures à celles enregistrées dans les tiges et feuilles avec une différence significative ( $P < 0,05$ ). Une observation similaire a également été faite par Peralta et *al.* (2001) qui ont montré que *Medicago sativa* accumule plus d'ETM dans les racines que n'importe quelle autre partie. Ils ont conclu que ces racines sont hyper-accumulatrices de ces ETM.

Ils sont contraires à ceux de Tang et *al.* (2009) qui affirment que les teneurs en ETM dans les organes de *Arabis paniculata* sont réparties selon ce gradient d'accumulation : racines > tiges > feuilles > graines et fruits. Ceci peut s'expliquer par le fait que les racines ont généralement tendance à accumuler les ETM, les parties reproductrices (fleurs, fruits, graines) à les exclure et les parties végétatives (tiges et feuilles) sont considérées comme étant intermédiaires et ont par conséquent des concentrations variables. En effet, lors de leur prélèvement par la plante, les métaux se fixent largement sur les parois cellulaires, ce qui explique pourquoi une grande partie des métaux prélevés peuvent se retrouver dans les racines comme cela a été décrit pour le plomb, le cadmium ou le zinc (Morel, 1997 ; Lasat et *al.*, 2000). Cependant le prélèvement et l'accumulation des ETM diffèrent largement selon le génotype de la plante et dépend des conditions environnementales et du type de métal (Muschitz, 2009).

On sait que certains métaux comme le Zn, Cu, Fe, Mo, Mn et Ni sont des nutriments minéraux essentiels des plantes. Ainsi, certains niveaux de base des ETM sont conservés dans les tissus végétaux même s'ils sont relativement faibles dans le sol. Par contre d'autres comme le Cd et Pb, n'ont aucune activité physiologique connue et leur transport passif depuis les racines jusqu'aux tiges est lent (McGrath et *al.*, 2001). Ces concentrations élevées dans le sol et les organes des plantes sont beaucoup plus liées aux facteurs anthropiques. Les plantes ont une disposition naturelle à absorber et à conserver des ETM à des concentrations relativement faibles en évitant une absorption et un transport excessifs de ceux-ci. Par ailleurs une concentration élevée de Cu et des autres ETM présents dans l'état de traces dans les organes des plantes peut être due à la capacité d'absorption d'ETM par ces plantes dans les sols pollués (Han et *al.*, 2006).

### **III.2.3.5. Accumulation et translocation des éléments traces métalliques du sol vers les organes des plantes**

#### **III.2.3.5.1. Facteurs de bio-accumulation**

Toutes les valeurs des FBA calculées aussi bien à Douala qu'à Yabassi sont inférieures à 1 et permettent d'affirmer qu'on a une forte rétention des ETM sur les colloïdes du sol et une absorption moindre des ETM du sol par les plantes. Sur la base des FBA de tous les échantillons de plantes, les racines des plantes ont été les plus efficaces pour absorber le Cr (FBA = 0,99), suivi du Zn (0,87) du

Cd (0,77) et du Pb (0,68) dans les sols. Ces résultats sont similaires à ceux de Stefanowicz et al. (2016) qui, dans leur étude faite sur trois herbacées (*Melica nutans*, *Mercurialis perennis*, *Mycelis muralis*), ont découvert que le Pb et le Zn sont mal transférés du sol aux plantes, comme indiqué par leurs valeurs de FBA moyennes faibles (de 0,01 à 0,29). De même Gupta et al. (2008) ont trouvé que *Lycopersicon esculentum* montre un facteur de bio-accumulation (FBA)  $< 1$  pour le Cr, Fe, Cd, Zn, Mn, Cu. Ce qui lui suggère une absorption moindre des ETM du sol. D'après ces résultats, ces plantes sont de faibles extractrices des ETM du sol car le transfert vers les parties aériennes est réduit. En conséquence, bien que les plantes soient différenciées quant à leurs teneurs élevées en ETM, les valeurs de FBA obtenues ne permettent pas de les classer comme « accumulatrices » dans le cadre de cette étude (Fitz & Wenzel, 2002 ; Dickinson & Pulford, 2005). Ceci peut s'expliquer par le fait que dans les sols certains ETM sont plus mobiles que d'autres (Zn, Cd), tandis que d'autres sont très peu mobiles (Pb) et forment facilement des complexes avec la matière organique, en plus du fait que le prélèvement des ETM par les racines est sous l'influence des facteurs liés au sol (pH, CEC, MOT), à la faune, à la plante, et aux interactions entre les ETM eux-mêmes (Greger, 2004).

### III.2.3.5.2. Facteurs de transfert

Le facteur de transfert (FT) est l'une des principales composantes de l'exposition humaine aux ETM toxiques à travers la chaîne alimentaire et pourrait révéler la biodisponibilité des ETM dans les sols étudiés. Le rapport  $TF > 1$  signifie une plus grande accumulation de ETM dans les parties aériennes de la plante (Barman et al., 2000). La quasi-totalité des valeurs des facteurs de transfert racine-tige ( $TF_{rt}$ ) des plantes étudiées est inférieure à 1, ce qui indique qu'il n'y a pas translocation et stockage des ETM des racines vers les tiges. Cependant le Cd a été le plus efficacement transféré des racines aux tiges chez *Ageratum conyzoides* et *Cleome ciliata* (collectées à Yabassi). En effet, ces plantes ont des valeurs de  $TF_{rt}$  égales à 1,00 et 1,5 respectivement. Ses valeurs de  $TF_{rt} \geq 1$  signifient qu'on a une faible translocation et un faible stockage des ETM des racines vers les tiges de ces deux espèces. Gupta et al. (2008) affirment que la translocation des ETM de la racine aux différentes parties de la plante ne suit aucun schéma spécifique; elle varie avec les types d'ETM.

Ces résultats obtenus corroborent ceux de Stefanowicz et al. (2016), qui ont trouvé que les valeurs moyennes de  $TF_{rt}$  sont relativement faibles ( $TF_{rt} < 1$ ) dans le cas du Pb chez toutes les espèces herbacées étudiées, ce qui suggère que ces ETM s'accumulent principalement dans les racines des plantes. Boechat et al. (2016) ont trouvé qu'il y a une translocation racine-tige efficace ( $TF_{rt} > 1$ ) de Cd, Mn et Zn chez *Mycelis muralis* et de Zn chez *Mercurialis perennis* poussant dans les sols contaminés. L'étude de Gómez-Bernal et al. (2017) révèle que *Eleocharis ovata* est une plante tolérante à l'accumulation des ETM car sa valeur de TF était supérieure à 1. Cette espèce peut être considérée comme bio-accumulatrice des ETM dans les sols contaminés. La restriction du mouvement

ascendant des racines vers les tiges peut être considérée comme l'un des mécanismes de tolérance (Verkleij & Schat, 1990). Ces plantes sont donc à privilégier pour éviter la mobilisation des ETM dans le sol (phyto-stabilisation) (Evlard, 2013).

Sur la base du  $TF_{tf}$  moyen de tous les échantillons de plantes, les tiges ont été les plus efficaces pour transloquer le Pb ( $TF = 14,33$ ), suivi par le Cr (9,67), par le Cu (4,26), par le Zn (2,74) et le Cd (2,50) au niveau des feuilles. Plus les valeurs TF sont élevées, plus les ETM sont mobiles/disponibles (Cui et al., 2004 ; Khan et al., 2008).

Toutefois, bien que les valeurs de transfert des ETM des racines vers les tiges et des tiges vers les feuilles restent faibles, le transfert des ETM vers les feuilles est à prendre en considération. Certains auteurs rapportent que le transfert vers les feuilles reste faible même lorsque le sol est fortement contaminé en Cd et qu'une augmentation des teneurs en ETM dans le sol ne conduit pas nécessairement à une augmentation des teneurs dans les tissus des plantes en général (Dickinson & Pulford, 2005 ; Gómez-Bernal et al., 2017). De plus, d'autres études, notamment en conditions contrôlées, indiquent que le Cd ainsi que le Pb se retrouvent essentiellement au niveau des racines car ils sont peu mobiles (Cosio et al., 2006 ; Pietrini et al., 2010). En effet après la chute des feuilles, lors du recyclage de la litière, il y a un risque que les ETM soient à nouveau rendus disponibles (Evlard, 2013). La restitution des ETM dans le sol suite à la dégradation des feuilles et leur absorption mériteraient d'être davantage investiguées.

Par ailleurs le fait que les concentrations des ETM contenus dans les feuilles soient aussi importantes peut être dû à la contamination par voie aérienne lorsque les retombées atmosphériques sont importantes et la proximité des industries métallurgiques ou à proximité d'axes routiers (résidus de combustion des carburants). Les ETM peuvent alors être prélevés par le système foliaire et peuvent pénétrer dans la plante à travers les stomates ou la cuticule des feuilles (Greger, 2004).

En comparant les valeurs des FBA et TF obtenues, on peut évaluer la capacité des différentes plantes à absorber les ETM des sols et à les transloquer aux tiges et feuilles. Les plantes tolérantes ont tendance à restreindre les transferts sol-racines et racines-tiges, par conséquent, ont une accumulation beaucoup moins importante dans leur biomasse aérienne, tandis que les hyper-accumulatrices absorbent et transposent activement les ETM dans leur biomasse aérienne. Les espèces végétales ayant à la fois un FBA et un TF supérieur à un peuvent potentiellement être utilisées pour la phyto-rémediation (phyto-extraction) des ETM (Yoon et al., 2006 ; Branzini et al., 2012). Selon Turan & Esringu (2007), la grande différence entre les concentrations des racines et des tiges indique une restriction importante du transport interne des différents ETM des racines aux tiges, ce qui entraîne de fortes concentrations dans les racines plutôt que la translocation vers les tiges.

### III.2.3.6. Implications pour la santé humaine

Si on tient compte des limites de tolérance humaine de l'OMS pour le Pb (10 mg/kg), Cd (0,3 mg/kg), Zn (27,4 mg/kg), de la norme canadienne pour le Cr (2 mg/kg), de la norme chinoise pour le Cu (20 mg/kg), les ETM analysés ont des teneurs énormes, dépassant les limites de tolérance humaine pour la quasi-totalité des plantes étudiées. Ceci constitue danger réel pour les adeptes à la consommation des plantes médicinales de la ville de Douala. Al-Saleh & Chudasama (1994), Maharia et al. (2012) ont signalé qu'une grande partie des plantes examinées, respectivement au Bahreïn et en Inde, contient de fortes concentrations d'ETM toxiques et que certaines d'entre elles dépassaient les limites de toxicité; les données trouvées indiquent un risque potentiel pour la santé. Nwoko & Mgbeahuruike (2011) ont montré que les teneurs en Zn, Cd et Pb contenues dans les remèdes prêts à l'emploi à base des plantes sélectionnés dans le Sud-Est du Nigéria dépassent les limites admissibles de l'OMS. Le risque pour la santé dû à la contamination des métaux en général, dépend de l'apport diététique quotidien moyen (Dghaim et al., 2015).

### III.2.4. Concentrations des éléments traces métalliques dans les extraits des feuilles des plantes médicinales sélectionnées

On constate que pour l'ensemble des extraits des feuilles des plantes récoltées à Douala, les concentrations de tous les ETM diminuent lors des infusions et encore plus lors de la décoction. Les plus faibles concentrations sont observées pour les Cd, Cr et Zn. Toutes les teneurs obtenues dans ces différents extraits permettent de faire le classement suivant : feuilles brutes > infusion > décoction. On constate que les ETM sont transférés des tissus des plantes vers les eaux utilisées pour faire les décoctions et infusions à différents ratios. Ce phénomène dépend du métal, de la plante, de la méthode d'extraction appliquée et du site de collecte. Les concentrations les plus élevées (exprimées en pourcentage par rapport à la concentration initiale avant la préparation) pour les Pb, Cd, Cr, Zn, Cu transférés des tissus des plantes vers les eaux par la première méthode (décoction) sont respectivement de l'ordre de 54,01 % (*Cleome ciliata*), 31,71 % (*Aloe vera*), 27,83 % (*Cl. ciliata*), 28,30 % (*Ageratum conyzoides*), 65,62 % (*Justicia secunda*). Dans la deuxième méthode (infusion), les concentrations les plus élevées (exprimées en pourcentage par rapport à la concentration initiale avant la préparation) pour les Pb, Cd, Cr, Zn, Cu transférés des tissus des plantes vers les eaux sont respectivement de l'ordre de 79,25 % (*C. ciliata*), 62,21 % (*Aloe vera*), 57,52 % (*Eremomastax speciosa*), 64,02 % (*C. ciliata*), 83,30 % (*J. secunda*). On peut donc conclure que les solutions obtenues des décoctions sont plus faibles en ETM comparées aux solutions obtenues des infusions.

Des résultats similaires ont été obtenus en Egypte par Abou-Arab & Abou Donia (2000) qui, dans une étude mesurant l'effet de la préparation sur les concentrations des ETM contenues dans les plantes médicinales et épices, ont prouvé que les concentrations résiduelles présentes dans les

extractions avec l'eau bouillante (décoction) de ces plantes sont réduites. Ils ont conclut aussi que le fait de bouillir la plante dans l'eau (décoction) conduit à l'extraction de grandes quantités d'ETM par rapport à l'immersion dans l'eau chaude (infusion). De même Korfali et *al.* (2013), Mirosławski & Paukzto (2017) au cours des évaluations des ETM dans les plantes médicinales communément utilisées et leurs infusions au Liban et Pologne respectivement ont montré que les teneurs en ETM étudiés sont plus élevées dans les extraits d'infusions que dans les préparations issues des décoctions.

**CHAPITRE IV. CONCLUSION,  
RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES**

## IV.1. Conclusion

Le travail a été initié dans le but d'estimer la diversité floristique dans différents habitats des plantes médicinales et déterminer les concentrations en éléments traces métalliques de quelques espèces fréquemment utilisées dans la ville de Douala. Pour le faire, une enquête ethno-pharmacologique avec des entretiens semi-structurés auprès des tradithérapeutes et autres personnes ressources a été réalisée ; la diversité floristique présente dans les différents habitats des plantes médicinales a été estimée par la méthode des points quadrats ; les teneurs en Pb, Cd, Cr, Zn et Cu contenues dans les organes des plantes, leurs substrats d'origine et les extraits issus des feuilles (infusions et décoctions) de six plantes médicinales importantes de la ville de Douala ont été évaluées par spectrophotométrie après une digestion acide.

Les résultats de l'enquête ethno-pharmacologique ont montré que les populations locales et tradithérapeutes de la ville de Douala utilisent une flore variée dans le traitement de diverses affections et possèdent des savoirs traditionnels riches en plantes médicinales. En effet 192 espèces de plantes réparties entre 139 genres et 55 familles ont été recensées comme plantes médicinales dans cette localité. Ces plantes entrent dans la préparation de 403 recettes de traitements de 175 maladies. Les familles des Asteraceae, Fabaceae-Papilionoideae et Poaceae sont les plus représentées. Les maladies signalées ont été regroupées en 23 catégories. Le score le plus élevé du Facteur de Consensus Informateur (FCI) est obtenu dans le traitement du groupe des maladies infectieuses et endocrino-métaboliques (FCI = 0,86 pour chacune). *Eremomastax speciosa*, *Justicia secunda*, *Annona muricata*, *Zingiber officinale*, *Kalanchoe coccinea*, *Ageratum conyzoides* et *Vernonia amygdalina* ont eu chacun un indice de fidélité (FL) de 100 % dans le traitement respectif de l'érythème fessier, l'anémie, le mal des nerfs, la toux, l'otite, les maux de tête, le paludisme et les helminthiases. Les feuilles constituent la partie des plantes la plus utilisée (43,50 %) pour la préparation des remèdes. La décoction (82,81 %) est le principal mode de préparation tandis que la voie orale (97,40 %) représente le principal mode d'administration des plantes. Les connaissances traditionnelles sur l'utilisation, la préparation et l'application de ces plantes médicinales sont habituellement transmises oralement de génération en génération. Les informations précieuses sur les plantes médicinales devraient être conservées lors des enquêtes sous forme écrite. De plus, la documentation sur les plantes médicinales peut servir comme base pour les études futures sur les nouvelles ressources médicinales.

L'inventaire floristique réalisé dans les différents sites de récoltes des plantes médicinales déclarés par les personnes ressources et tradithérapeutes de la localité de Douala a permis de recenser 404 espèces végétales appartenant à 207 genres et 66 familles. Parmi ces espèces, 304 (soit 75,25 % de l'effectif total) sont utilisées à des fins médicinales. Cinq types d'habitats ont été sélectionnés et identifiés sur la base des résultats d'enquêtes. L'analyse de la flore inventoriée dans chacun des habitats a révélé que les immondices sont les milieux les plus riches (346 espèces) et les bordures des

routes sont les moins nanties (305 espèces). Cependant il n'y a pas de différence significative en termes d'abondance et de diversité dans ces différents sites. Par ailleurs les espèces les plus importantes (Important Value Index  $\geq$  à 50 %) sont : *Eleusine indica* (61,48 %), *Cleome ciliata* (55,52 %), *Phyllanthus amarus* (53,71 %), *Ageratum conyzoides* (50,39 %). Le genre *Cyperus* est de loin le plus riche en espèces (18) dans tous les habitats et dans toute la flore général. Il est suivi des genres *Eragrostis*, *Ipomoea*, *Panicum*, *Sida*, *Spermacoce* (06 espèces pour chacune). Les familles les plus importantes (Family Important Value  $\geq$  à 10 %) sont les Poaceae (52,38 %), les Asteraceae (29,62 %), les Cyperaceae (23,75 %), les Amaranthaceae (14,74 %), les Fabaceae-Papilionoideae (13,47 %), les Rubiaceae (13,40 %), les Euphorbiaceae (11,58 %) et les Acanthaceae (10,40 %).

Les herbacées (82,18 %) sont les plus abondantes dans la ville de Douala, suivies des arbustes (12,87 %), arbres (4,46 %) et fougères (0,50 %). Le type morphologique met en évidence une nette dominance des microphylls (50,50 %), suivis des mésophylls (31,68 %). Sur le plan biologique, les chaméphytes dominent nettement la flore avec 28,71 %, suivis des thérophytes (24,75 %). Sur le plan chorologique, cette flore est constituée en majorité des espèces à distribution large (61,14 %). La zoochorie est le mode de dispersion le plus important (71,79 %). Le groupe de diaspores le plus représenté correspond aux sclérochores avec 33,42 %. Seize espèces reconnues menacées, ayant des statuts de conservation au niveau mondial selon la Liste Rouge de l'UICN, ont été recensées dans ce travail. Parmi elles, 06 espèces (*Sporobolus montanus*, *Agrostis mannii*, *Momordica camerounensis*, *Palisota flagelliflora*, *Impatiens etindensis*, *Phragmanthera longiflora*) sont classées dans la catégorie « en danger » (EN) ; 02 espèces sont en Danger Critique d'Extension (CR) : *Telfairia batesii* et *Digitaria adamaouensis*.

Le calcul des indices de Shannon (5,32 bits), de Piélu (0,89), de Simpson (0,008 bits) et du coefficient de similitude de Sorensen (valeur supérieur à 50 %) permet de dire que la végétation de la ville de Douala est diversifiée, homogène et relativement stable. En effet l'analyse des affinités floristiques entre les différents habitats montre que dans toute la zone d'étude, 195 espèces sont communes aux 5 habitats, 10 espèces sont exclusivement présentes dans les alentours des maisons, trois espèces uniquement dans les immondices, trois espèces uniquement dans les terrains vagues, une espèce exclusivement dans les jachères. La diversité floristique et l'homogénéité observée dans la ville de Douala peuvent être due à l'action anthropique marquée dans la ville qui perturbe le milieu, engendre ainsi la modification de la composition floristique (présence de diverses espèces nouvelles) et la structure de la végétation. Ces résultats permettent de confirmer l'hypothèse selon laquelle le potentiel de la diversité végétale de la région de Douala serait sous la menace constante de la croissance démographique, l'urbanisation anarchique, la pollution, l'ignorance des populations, la crise économique, et les activités anthropiques avec pour conséquence la rareté et la disparition de plusieurs espèces entrant dans les recettes de traitement à base de plantes.



L'évaluation des teneurs en ETM étudiés dans les différents organes des plantes montre une variation significative avec des teneurs extrêmement variables au niveau des organes des plantes. Les concentrations des éléments traces métalliques (ETM) ont été mesurées en mg/kg. Au niveau des feuilles, les teneurs moyennes maximales sont obtenues chez *Cleome ciliata* pour le Pb ( $22,70 \pm 0,06$ ), chez *Justicia secunda* pour le Cd ( $8,61 \pm 0,60$ ), chez *Ageratum conyzoides* pour le Cr ( $11,70 \pm 0,04$ ), chez *Eremomastax speciosa* pour le Zn ( $9,10 \pm 0,05$ ) et chez *Cymbopogon citratus* pour le Cu ( $66,46 \pm 0,035$ ). Au niveau des tiges, ces teneurs maximales sont observées chez *Cleome ciliata* pour le Pb ( $15,07 \pm 0,06$ ), chez *Justicia secunda* pour le Cd ( $7,10 \pm 0,04$ ) et le Cu ( $41,33 \pm 0,04$ ), chez *Ageratum conyzoides* pour le Cr ( $6,08 \pm 0,04$ ) et le Zn ( $9,28 \pm 0,04$ ). Au niveau des racines, les teneurs moyennes les plus élevées sont obtenues chez *Cleome ciliata* pour le Pb ( $40,00 \pm 0,05$ ), chez *Justicia secunda* pour le Cd ( $10,32 \pm 0,03$ ) et le Cu ( $71,19 \pm 0,02$ ), chez *Ageratum conyzoides* pour le Cr ( $16,90 \pm 0,03$ ) et le Zn ( $14,97 \pm 0,04$ ). Dans l'ensemble, ces teneurs sont inégalement réparties dans les organes des plantes suivant cet ordre décroissant : racines > feuilles > tiges. Les tiges seraient donc les plus recommandées pour les préparations et consommations des recettes de traitement à partir des plantes.

Les résultats de l'influence du site de collecte sur l'accumulation des ETM étudiés dans les échantillons des sols et organes des plantes médicinales sélectionnées ont montré que la différence est très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) dans l'accumulation de tous les ETM étudiés au niveau de tous ces échantillons collectionnés dans la ville de Douala (ville fortement polluée et anthropisée) et à Yabassi (site témoin). En effet tous les échantillons des plantes et sols collectés à Douala ont des valeurs de concentration très élevées pour tous ces ETM, comparées à celles obtenues de Yabassi. Ainsi les teneurs les plus élevées contenues dans les plantes de Douala sont de  $71,19 \pm 0,02$ ,  $40,00 \pm 0,05$ ,  $16,90 \pm 0,03$ ,  $14,97 \pm 0,04$  et  $10,32 \pm 0,03$  mg/kg respectivement pour le Cu, Pb, Cr, Zn, et Cd. Les plantes médicinales récoltées dans la ville de Yabassi sont donc conseillées à la consommation. Par conséquent on exhorterait les populations indigènes et tradithérapeutes de se ravitailler en plantes médicinales dans les zones éloignées du périmètre du centre-ville de Douala.

Par ailleurs les résultats de l'influence de l'habitat sur l'accumulation des ETM étudiés dans les échantillons des sols et organes des plantes médicinales sélectionnées ont montré que les espèces récoltées près des BR et IM ont des teneurs en ETM très élevées à Douala, comparées à celles récoltées aux AM. D'autre part, les espèces végétales récoltées près des IM ont des concentrations très significatives en Cd et Cu. Les teneurs sont plus élevées dans les échantillons des plantes provenant des BR, suivies des IM et enfin des AM pour le Pb, Cr et Zn (BR > IM > AM). Cette répartition suit le classement ci-après pour le Cd et le Cu : IM > BR > AM. En effet les bordures des routes avec un trafic routier très dense et les immondices essentiellement riches en matières organiques sont des potentielles sources d'éléments polluants dans ces plantes et leurs substrats. Il n'y a pas d'effet

significatif dans la distribution des ETM dans les organes des plantes récoltées aux AM. Ceci peut s'expliquer par le fait que cet habitat est moins pollué par rapport aux autres.

Parallèlement, les teneurs obtenues dans les organes des plantes collectés en bordures des routes et près des immondices dans la ville de Douala sont plus ou moins supérieures aux différentes valeurs limites admissibles dans le matériel brut des plantes médicinales et prescrites par l'OMS. Seules les plantes récoltées aux alentours des maisons (*Aloe vera*, *Cymbopogon citratus*) n'ont pas dépassé ces différentes valeurs limites dans la majorité des cas. Par ailleurs tous les échantillons de plantes collectés à Yabassi sont largement en-dessous de ces valeurs limites. Ce résultat permet de confirmer l'hypothèse selon laquelle les teneurs des ETM accumulés dans les différents organes des plantes seraient très élevées et dépasseraient les seuils acceptables prescrits par l'OMS, étant donné que Douala est une ville fortement polluée et anthropisée. Par conséquent les plantes médicinales récoltées dans la ville de Douala sont impropres à la consommation et celles récoltées dans la ville de Yabassi sont conseillées.

En revanche la répartition des ETM dans les organes de *Ageratum conyzoides* est la suivante : Cu > Pb > Cr > Zn > Cd au niveau des feuilles, Cu > Pb > Zn > Cr > Cd au niveau des tiges et racines. Chez *Aloe vera* ces teneurs décroissent suivant cet ordre : Cu > Pb > Cd > Zn > Cr dans les feuilles, Cu > Cd > Pb > Zn > Cr au niveau des tiges et racines. Chez *Cleome ciliata* cette variation est la suivante : Cu > Pb > Zn > Cr > Cd dans les feuilles, Cu > Pb > Cr > Zn > Cd au niveau des tiges et racines. Cependant chez *Cymbopogon citratus*, *Eremomastax speciosa* et *Justicia secunda*, ces concentrations décroissent suivant cet ordre : Cu > Pb > Cd > Zn > Cr à la fois au niveau des feuilles, des tiges et des racines.

L'évaluation des teneurs en ETM dans les extraits des feuilles brutes, les extraits des feuilles obtenus à partir des décoctions et des infusions des plantes étudiées dans la ville de Douala montre une variation significative avec des teneurs extrêmement variables, au niveau de l'accumulation des ETM étudiés au niveau des organes des plantes. Ainsi les teneurs moyennes maximales obtenues dans les extraits des feuilles brutes, des infusions et des décoctions sont respectivement  $12,46 \pm 5,36$ ,  $8,72 \pm 4,85$  et  $4,83 \pm 3,76$  pour le Pb ;  $6,83 \pm 0,94$ ,  $3,74 \pm 0,78$  et  $1,61 \pm 0,51$  pour le Cd ;  $4,46 \pm 4,36$ ,  $2,44 \pm 2,39$  et  $1,08 \pm 1,27$  pour le Cr ;  $6,02 \pm 2,06$ ,  $3,62 \pm 1,51$  et  $1,34 \pm 0,85$  pour le Zn ;  $38,29 \pm 16,57$ ,  $29,67 \pm 14,70$  et  $22,15 \pm 12,32$  pour le Cu. Dans l'ensemble bien que les concentrations en ETM étudiés soient réduites dans les extraits obtenus, il y a une différence très hautement significative ( $P < 0,0001$ ) d'accumulation de tous les ETM entre ces extraits. Pour chaque ETM étudié, les valeurs des moyennes obtenues permettent de les classer en ordre décroissant ainsi qu'il suit : feuilles brutes > infusion > décoction. On peut affirmer que les procédés d'infusion et de décoction diminuent les ETM contenues dans les extraits des plantes, cependant la décoction diminue encore plus une grande quantité d'ETM contenus dans ces extraits. Aussi bien dans les extraits bruts que dans les extraits issus des infusions

et décoctions, l'ordre de rangement des différents ETM est le suivant : Cu > Pb > Cd > Zn > Cr. Bien que les concentrations en ETM soient réduites dans les extraits préparés, toutes les valeurs des ETM obtenues ont largement excédé les différentes normes, à quelques exceptions près.

On constate que les ETM sont transférés des tissus des plantes vers les eaux utilisés pour faire les décoctions et infusions à différents ratios. Ce phénomène dépend du métal, de la plante, de la méthode d'extraction appliquée et du site de collecte. Ce résultat permet de confirmer l'hypothèse selon laquelle les plantes à usage médicinale récoltées anarchiquement dans les milieux pollués de la ville de Douala seraient impropres à toute consommation même après transformation (infusion, décoction). Les ETM sont présents dans les organes des plantes médicinales à des concentrations diverses qui, dans certains cas, excèdent les limites permises pour l'Homme. Ceci peut être attribué à la contamination par les eaux usées, l'utilisation des fertilisants et herbicides, engrais, et la contamination par le trafic routier. Les activités industrielles, les énergies fossiles (carburant) sont aussi une importante source d'ETM.

#### **IV.2. Recommandations**

Bien qu'un nombre élevé d'espèces de plantes médicinales citées est utilisé pour résoudre les problèmes de santé humaine, de nombreuses espèces sauvages sont menacées par divers facteurs anthropiques. Les efforts de préservation et de conservation de ces plantes devraient être entrepris par les autorités administratives et ONG de la zone d'étude par la sensibilisation et l'encouragement de la population locale au maintien et protection de la biodiversité et des connaissances ethno-médicales. Ainsi, une aide extérieure est nécessaire avec :

- la fourniture aux populations de Douala à la fois des semis ou des graines et des techniques de culture des plantes médicinales ;
- l'octroi des matériaux de plantation des espèces médicinales les plus utilisées et menacées pour la culture de ces plantes dans leurs jardins ou leurs terres agricoles ;
- la mise en place des mesures de conservation *ex-situ* et *in-situ* pour protéger les plantes médicinales préférées dans les zones d'étude contre les pertes ou disparition futures ;
- la sensibilisation du public à utiliser et gérer de manière durable ces ressources des plantes médicinales précieuses ;
- la sensibilisation du public sur le choix du site de collecte des plantes utilisées pour la phytothérapie (zones rurales, zones à faible concentration démographique, zones très éloignées des industries et exploitations agricoles).

D'autres part on recommanderait au public de la ville de Douala de :

- s'approvisionner en plantes médicinales au pire des cas aux alentours des maisons ;
- utiliser plus les tiges qui sont moins accumulatrices d'ETM.

- préférer le procédé de décoction qui élimine encore plus les ETM par rapport aux autres méthodes de préparations.

### IV.3. Perspectives

Il ressort de cette étude que la flore étudiée est fortement diversifiée, homogène et plusieurs plantes sont encore utilisées à des fins médicinales malgré les pressions anthropiques grandissantes qui pèsent sur elles. La ville de Douala recèle encore une grande diversité floristique et il est nécessaire de continuer cette étude, notamment :

- poursuivre les travaux d'inventaire floristique pour mieux connaître, protéger et valoriser la biodiversité de la région du Littoral-Cameroun ;
- étudier l'influence des saisons sur la diversité de cette flore. Etant donné que l'inventaire floristique a été réalisé en saison des pluies, les données de saison sèche seront nécessaires pour connaître l'influence des saisons sur la diversité de la flore de la ville de Douala ;
- étendre les enquêtes ethnobotaniques dans toute la région du Littoral et même du Cameroun afin de bien conserver ce patrimoine pour les générations futures ;
- trouver des solutions pour la conservation et la transmission des connaissances médicales traditionnelles de la zone d'étude ;
- analyser les éléments traces métalliques surtout toxiques dans les échantillons des autres plantes préférées de la zone d'étude afin de voir leur charge métallique ;
- faire des analyses phyto-chimiques sur les plantes recensées dans la zone d'étude et n'ayant pas encore d'usage connus par les populations. En effet 21,78 % des espèces recensées n'avaient pas d'usages connus ;
- faire des analyses chimiques pour vérifier si l'excès des ETM n'aurait pas une incidence sur l'efficacité du principe actif contenu dans ces plantes médicinales ;
- faire des analyses poussées sur les plantes qui se sont avérées être bio-accumulatrices d'ETM avec des valeurs de concentration très élevées dans leurs organes. Elles pourraient de ce fait être utilisées pour la phyto-remédiation ;
- élargir la liste des ETM étudiés à d'autres éléments tels que l'arsenic et le mercure, qui sont des polluants potentiellement plus dangereux et plus toxiques que le Pb, Cd, Cr, Cu et Zn.

# BIBLIOGRAPHIE

- Abondo A., Mbenkum F., & Thomas D., 1991. Ethnobotany and the medicinal plants of the Korup rainforest project area, Cameroon. *In: Proceeding of International Conference on Traditional Medicinal Plants.* Missouri, U.S.A, 13 p.
- Abondo-ngono R., Tchindjang M., Essi M.-J., Ngandjui T.B., Beyeme V., 2015. Cartographie des acteurs de la médecine traditionnelle au Cameroun : cas de la région du Centre. *Ethnopharmacologia*, 53: 56-63.
- Abou-Arab A.A.K. & Abou Donia M.A., 2000. Heavy metals in egyptian spices and medicinal plants and the effect of processing on their levels. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 48: 2300-2304.
- Adjanohoun E.J., 1962. Etude phytosociologie des Savanes de basse Côte d'Ivoire (Savanes lagunaires). *Vegetatio*, 11 (1-2): 138 p.
- Adjanohoun E.J., Abel A., Ake Assi L., Boniakina J., Cusset G., Doulou V., Ewzanga A., Eyme J., Goudote E., Keita A., Mpati J., Sita. P., 1988. *Médecine traditionnelle et pharmacopée. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République Populaire du Congo.* Paris, France : Edition. A.C.C.T., 605 p.
- Adjanohoun E.J., Aboubacar N.N., dramane K., Ebot M., Ekpere J.A., Anow-Orock E.G., Focho D., Keita A., Mbeukum T., Mbi C.N., Mbiele A.L., Mbome L.L., Mobiru N.K., Nancy W.L., Sofowora A., Tamze V., Wirmum C. K., 1996. *Traditional Médecine and pharmacopera. Contribution to ethnobotanical studies and floristic studies in Cameroon.* Paris, France : Edition. A.C.C.T., 640 p.
- Adriano D.C., 1986. *Trace elements in terrestrial environments.* New York : Springer-Verlag, 533p.
- Adriano D.C., 2001. *Traces elements in terrestrial environments: Biogeochemistry Bioavailability and risk of metal.* New-York, USA : Second edition Springer, 867 p.
- Agyare C., Spiegler V., Asase A., Scholz M., Hempel G., Hensel A., 2018. An ethnopharmacological survey of medicinal plants traditionally used for cancer treatment in the Ashanti region, Ghana. *Journal of Ethnopharmacology*, 212: 137-152.
- Ahmed F., Ishiga H., 2007. Trace metal concentrations in street dusts of Dhaka city, Bangladesh. *Atmospheric Environment*, 40 (21): 3835-3844.
- Ahmed D.A., Slima D.F. 2018. Heavy metal accumulation by *Corchorus olitorius* L. irrigated with wastewater. *Environmental Science and Pollution Research*, 1: 1-10.
- Aiache J.M., Aiach S., Renoux R., 2001. *Initiation à la connaissance et à la délivrance du médicament. Abrégés cours + exos. 4<sup>ème</sup> éd.* Paris, France : Edition Masson, 148 p.
- Akerreta S. Cavero R.Y., Calvo M.I. 2007. First comprehensive contribution to medical ethnobotany of Western Pyrenees. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 3 (16): 1-18.
- Albarède F., 2001. *La géochimie. Collection Géosciences.* Paris, France : Gordon & Breach Sciences, 190 p.
- Ali H., Khan E., Sajad M.A. 2013. Phytoremediation of heavy metals-Concepts and applications. *Chemosphere*. 91: 869-881.
- Aliyu M.A., Abdullahi A.A., & Ugya A.Y. 2017. Antioxydant properties of selected Poaceae species in Kano, northern Nigeria. *Eur. Jour. of Biomed. and Pharm. Sc.*, 4 (5): 577-585.
- Alloway B.J., Ayres C.D., 1997. *Chemical Principles of Environmental Pollution, 2nd ed.* London : Blackie Academic and Professional, 395 p.
- Alloway B.J., 2013. Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in soils and their Bioavailability. *Environ. Pollut.*, 22: 11-50.
- Almas A.R., Salbu B., Singh B.R. 2000. Changes in partitioning of Cadmium-109 and Zinc-65 in soil as affected by organic matter addition and temperature. *Sci. Soc. Am. Jour.*, 64 (6):1951-1958.
- Alonso-Castro A.J., Villarreal M.L., Salazar-Olivod L.A., Gomez-Sancheze M., Dominguez F., Garcia-Carranca A., 2011. Mexican medicinal plants used for cancer treatment: Pharmacological, phytochemical and ethnobotanical studies. *Journal of Ethnopharmacology*, 133: 945-972.
- Al-Saleh F.S., Chudasama S., 1994. Trace metal concentrations in the medicinal plants of the flora of Bahrain. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 46 (1-2): 56-79.
- Ambe A.A., Ouattara D., Tiebre1 M.S., Vroh B.A., Zirihi G.N., N'guessan K.E., 2015. Diversité des plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel de la diarrhée sur les marchés d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 26 (2): 4081-4096.
- Amin N., Hussain A., Alamze S., Begum S., 2013. Accumulation of heavy metals in edible parts of vegetables irrigated with waste water and their daily intake to adults and children, District Mardan, Pakistan. *Food Chemistry*, 136(4): 1515-1523.

- Ankli A., Heinrich M., Bork P., Wolfram L., Bauerfeind P., Brun R., Schmid C., Weiss C., Bruggisser R., Gertsch J., Wasescha M., Sticher O., 2002. Yucatec Mayan medicinal plants: evaluation based on indigenous uses. *Journal of Ethnopharmacology*, 79: 43-52.
- Annan K., Dickson R.A., Noon I.K. 2013. The heavy metal contents of some selected medicinal plants sampled from different geographical locations. *Pharmacognosy Research*, 5 (2): 103-108.
- Anonyme 1, 2010. *Rapport préliminaire sur l'état de l'environnement en Afrique Centrale*. UICN. Yaoundé, 94 p.
- Anonyme 2, 2002. *Mental Health Global Action Program (MHLGAP)*. WHO. Geneva, Switzerland, 67 p.
- Anonyme 3, 2005. *National policy on traditional medicine and regulation of herbal medicines: report of a global WHO survey*. WHO. Geneva, Switzerland, 132 p.
- Anonyme 4, 2015. *Tendances, profil et déterminants de la pauvreté au Cameroun entre 2011-2014. Quatrième enquête camerounaise auprès des ménages (ECAM 4)*. Institut National de la Statistique INS., Yaoundé, Cameroun, 72 p.
- Anonyme 5, 2008. Plan d'action de l'Organisation Des Bois Tropicaux 2008-2011. OIBT. N° 18, Série Développement des Politiques. Nishi-Ku, Yokohama, Japon, 27 p.
- Anonyme 6, 2017. Analyse Thématique : principaux indicateurs - Etat et Structure Troisième Rapport Général des Populations et des Habitats, Volume 2. BUCREP. Yaoundé, Cameroun. 22 p.
- Anonyme 7, 1996. *Trace elements in human nutrition and health, A Report of a re-evaluation of the role of trace elements in human health and nutrition*. WHO. Geneva, 156 p.
- Anonyme 8, 2013. *Stratégies de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2014-2013*. OMS. Genève, 72 p.
- Anonyme 9, 1978. *La qualité des médicaments sur le marché pharmaceutique africain : étude analytique de 3 pays*. OMS. Genève, 78 p.
- Anonyme 10, 2000. *Rapport sur la santé dans le monde*. OMS, Genève, Suisse, 234 p.
- Anonyme 11, 2014. *Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : cuivre, composés et alliages*. INERIS. DRC-14-136881-02236A, France, 91 p.
- Anonyme 12, 1998. *Quality Control methods for medicinal plant materials*. WHO. Geneva, 68 p.
- Anonyme 13, 2007. *Guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues*. WHO. Geneva, Switzerland, 222 p.
- Anonyme 14, 2010. *Troisième Rapport Général des Populations et des Habitats : la population du Cameroun en 2010*. BUCREP. Yaoundé, 10 p.
- Anonyme 15, 2011. *Rapport annuel des activités du Nkam*. MINADER. Yaoundé, Cameroun, 53 p.
- Anonyme 16, 2011. *Monographie départementale du Nkam*. INC. Yaoundé, Cameroun, 46 p.
- Anonyme 17, 1985. *Pharmacopée africaine. Vol. I. 1ère Ed. CSTR/OUA*. OUA. Lagos, Nigeria, 274 p.
- Anonyme 18, 2009. *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III*. The Angiosperm Phylogeny Group. Botanical Journal of the Linnean Society, The Linnean Society of London, 161: 105-121.
- Anonyme 19, 2012. *Catégories et critères de la Liste Rouge de l'UICN : Version 3.1*. UICN. Commission de la sauvegarde des espèces de l'UICN. Deuxième édition. Gland, Suisse, Cambridge et Royaume-Uni, vi + 32 p.
- Anonyme 20, 2012. *Hach Water analysis handbook. Second edition*. HACH. Colorado, USA, 831 p.
- Anonyme 21, 1997. *Directives pour la description des sols*. FAO, Rome, 72 p.
- Anonyme 22, 2005. *Standard methods for the examination of water and wastewater. 21<sup>st</sup> edition*. APHA/AWWA/WEF (American Public Health Association (APHA), the American Water Works Association (AWWA), and the Water Environment Federation (WEF). Washington D.C, 405 p.
- Antoniadis V., Robinson J.S., Alloway B.J., 2008. Effects of short-term pH fluctuations on cadmium, nickel, lead, and zinc availability to ryegrass in a sewage sludge amended field. *Chemosphere*, 71: 759-764.
- Archibald D.A., 2014. Bioremediation of contaminated sites using the phytoremediation technology: a review. *Journal of Applied Thought*, 3 (1): 181-196.
- Asase A., Akwetey G.A., Achel D.G., 2010. Ethnopharmacological use of herbal remedied for the treatment of malaria in the Dangne West District of Ghana. *J. Ethnopharmacol.*, 129: 367-376.
- Asiimwe S., Namutebi A., Borg-Karlsson A., Kamatenesi-Mugisha M., Oryem O.H., 2014. Documentation and Consensus of Indigenous knowledge on medicinal plants used by the local communities in Western Uganda. *J. Nat. Prod. Plant Res.*, 4 (1): 34-42.
- Ata S., Tayyab S., Rasool A., 2013. Analysis of non-volatile toxic heavy metals (Cd, Pb, Cu, Cr and Zn) in *Allium sativum* (Garlic) and soil samples, collected from different locations of Punjab, Pakistan by atomic

- absorption spectroscopy. In: Proceedings of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment. EDP Sciences (ed). Rome, Italie, 1: 1-3.
- Ayodele S.M., Ilondu E.M. & Onwubolu N.C., 2009. Antifungal properties of some locally used spices in Nigeria against some rot fungi. *African Journal of Plant Science*, 3 (6): 139-141.
- Baker A.J.M., Brooks R.R., 1989. Terrestrial Higher Plants which Hyperaccumulate Metallic Elements - A Review of their Distribution, Ecology and Phytochemistry. *Biorecovery*, 1: 81-126.
- Bangirinama F., Bigendako J., Lejoly J., Noret N., De Cannière C. & Bogaert J., 2010. Les indicateurs de la dynamique post-culturale de la végétation des jachères dans la partie savane de la réserve naturelle forestière de Kigwena (Burundi). *Plant Ecology and Evolution*, 143 (2): 138-147.
- Barbault R., 2008. *Écologie générale-6e éd.: Structure et fonctionnement de la biosphère. Collection Sciences de la vie*. Paris : Dunod, 400 p.
- Barbault R., 1983. *Écologie générale*. Paris: Masson, 273 p.
- Barber S., 1974. Influence of the plant root on ion movement in soil. In: *The Plant and its Environment*. Carson E.W. (ed). USA : Charlottesville University : 525-564.
- Bargagli R., 1998. *Trace elements in terrestrial plants: an Ecophysiological approach to biomonitoring and biorecovery*. New-york : Springer-Verlag, 324 p.
- Barman S.C., Sahu R.K., Chatterjee C., 2000. Distribution of heavy metals in wheat, mustard, and weed grown in field irrigated with industrial effluents. *Bull. Envir. Cont. Toxicol.*, 64: 489-496.
- Baskar R., Rajeswari V., Kumar T.S., 2007. In vitro antioxidant studies in leaves of *Annona* species. *Indian Journal of Experimental Biology*, 45: 480-485.
- Bath R.B., 2013. Medicinal plants and traditional practices of Xhosa people in the Transkei region of Eastern Cape, South Africa. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 13 (2): 292-298.
- Bayengue B.S., Ndomou M., Mogtomo K.L., Ngane N.A. & Tchiegang C., 2017. Ethnobotanical survey of medicinal plants used for treating preschool children anemia in an urban setting, Douala-Cameroon. *African Journal of Plant Science*, 11 (5):160-167.
- Béal A., 2014. L'ethnopharmacologie à travers l'exemple de l'Iboga : la conservation des savoirs thérapeutiques ethniques et leur transfert en médecine occidentale. Thèse de doctorat Ph.d, Faculté de Pharmacie, Université de Nantes, 120.p.
- Begaa S., Messaoudi M., 2018. Toxicological aspect of some selected medicinal plant samples collected from Djelfa, Algeria region. *Biological Trace Element Research*, 1: 1-6.
- Bellik Y., 2014. Total antioxidant activity and antimicrobial potency of the essential oil and oleoresin of *Zingiber officinale* Roscoe. *Asian Pacific J. Trop. Dis.*, 4: 40-44.
- Bello S., Ahanchédé A., Gbèhounou G., Amadji G., Aho N., 2013. Diversité floristique, ethnobotanique et taxonomie locale des mauvaises herbes de l'oignon au Nord-est du Bénin. *Tropicicultura*, 31 (2): 143-152.
- Benghanou M., 2012. La phytothérapie entre la confiance et méfiance. Mémoire professionnel infirmier de la sante publique, Institut de Formation Paramédical CHETTIA (Alger), Algérie, 56 p.
- Benkhnigou O., Akka F.B., Sallhi F.B., Fadli M., Douira A., Zidane L., 2014. Catalogue des plantes médicinales utilisées dans le traitement du diabète dans la région d'Al Haouz-Rhamna (Maroc). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 23(1): 3539 - 3568.
- Bensalah F., 2014. Contribution à l'étude phytochimiques et l'effet hémolytique de l'extrait brut hydroalcoolique de la partie aérienne de *Marrubium vulgare* L. Master II, Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen, 49 p.
- Bento E.B., Júnior F.B., Oliveira D.R., Fernandes C.N., Delmondes G.A., Cesário F.S., Rodrigues C.S, Sales V.S, Lem I.S., Monteiro A.B., Menezes I.A., Costa J.M., Kerntopf M.R., 2016. Antiulcerogenic activity of the hydroalcoholic extract of leaves of *Annona muricata* Linnaeus in mice. *Saudi J. Biol. Sci.* (In Press, Corrected Proof), 1-13.
- Betti J.L. & Lejoly J., 2009. Contribution to the knowledge of medicinal plants of the Dja Biosphere Reserve, Cameroon: Plants used for treating jaundice. *J. Med. Pl. Res.*, 3 (12): 1056-1065.
- Bharali R., Bharali L., Borkotoky D., Singh R.K., 2017. Ethno medicinal plants used in traditional health care by Chakhesang tribe of Phek district. *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci.*, 6 (1): 46-49.
- Bhattarai S., Chaudhary R.P., Taylor R.S.L., 2006. Ethnomedicinal plants used by the people of Manang district, central Nepal. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2 (41): 1-8.
- Bi X., Feng X., Yang Y., Li X., Qiu G., Li G., Fu Z., 2009. Allocation and source attribution of lead and cadmium in maize (*Zea mays* L.) impacted by smelting emissions. *Environ Pollut.*, 157: 834-839.

- Boechat C.L., Carlos F.S., Gianello C., Camargo F.A.O., 2016. Heavy metals and nutrients uptake by medicinal plants cultivated on multi-metal contaminated soil samples from an abandoned gold ore processing site. *Water Air Soil Pollut.*, 10: 390: 392.
- Boraud N.K.M., 2000. Etude floristique et phytoécologique des adventices des complexes sucriers de Ferké 1 et 2, de Borotou-Koro et de Zuénoula, en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat 3<sup>e</sup> Cycle, UFR Biosciences, Université d'Abidjan-Cocody, 157 p.
- Bouchouata O., Ouadri H., El Abidi A. El Morhit M., Attarassi B., 2012. Bioaccumulation des métaux lourds par les cultures maraîchères au niveau du Bassin de Sebou (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 34 (2): 189-203.
- Bouopda T.S.P., Riwoom E.S.H., Etoa F.X., 2016. Plants used in Bandjoun village (La'Djo) to cure infectious diseases: An ethnopharmacology survey and in-vitro Time-Kill Assessment of some of them against *Escherichia coli*. *The Journal of Phytopharmacology*, 5 (2): 56-70.
- Bouquet A., 1964. *Inventaire des plantes médicinales et toxiques du Congo Brazzaville*. Paris : Recherches Scientifiques et techniques Outre-mer (O.R.S.T.O.M), 392 p.
- Braun-Blanquet J., 1964. *Pflanzensoziologie Grundzüge der vegetations-kunde*, 3<sup>rd</sup> edition. New York : Springer-Verlag, 865 p.
- Branzini A., González R.S., Zubillaga M., 2012. Absorption and translocation of copper, zinc and chromium by *Sesbania virgate*. *Journal of Environmental Management*, 102: 50-54.
- Briat J.F., Lebrun M., 1999. Les réponses des plantes à la toxicité des métaux. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie*, 322 (1): 43-54.
- Brooks R.R., 1998. Phytochemistry of hyperaccumulator. In: *Plants that Hyperaccumulate Heavy Metals: their role in phytoremediation, microbiology, archaeology, mineral exploration and phytomining*. Brooks R. (Ed). U.K. : CAB International : 15-53.
- Bruneton J., 1999. *Pharmacognosie : Phytochimie, plantes médicinales*, 4<sup>ème</sup> édition. Paris, France : Tec et Doc, pp. 288-276.
- Bruni A., Ballero M., Poli F., 1997. Quantitative ethno-pharmacological study of Campidano Valley and Urzulei district, Sardinia, Italy. *Journal of Ethnopharmacology*, 7: 97-104.
- Bunalema L., Obakiro S., Tabuti J.R.S., Waako P., 2014. Knowledge on plants used traditionally in the treatment of tuberculosis in Uganda. *Journal of Ethnopharmacology*, 151: 999–1004.
- Cakilioglu U., Khatun S., Turkoglu I., Hayta S., 2011. Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Maden (Elazig-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 137: 469-486.
- Callender E., Rice K.C., 2000. The urban environmental gradient: Anthropogenic influences on the spatial and temporal distributions of lead and zinc in sediments. *Environ. Sci. Technol.*, 34 (2): 232-238.
- Carvalho Bertoli A., Gabriel Cannata M., Carvalho R., Ribeiro Bastos A.R., Puggina F.M., dos Santos Augusto A., 2012. *Lycopersicon esculentum* submitted to Cd-stress full conditions innutrition solution: Nutrient contents and translocation. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 86: 176-181.
- Caussey D., Gochfeld M., Gurzau E., Cornelius N., Heinz R., 2003. Lessons from case studies of metals: investigating exposure, bioavailability and risk. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 25: 45-51.
- Chan Y.S., Khoo K.S., Sit N.W., 2016. Investigation of twenty selected medicinal plants from Malaysia for anti-Chikungunya virus activity. *International Microbiology*, 19 (3): 175-182.
- Chapungu L., Takuba N., Zinhiva H., 2014. A multi-method analysis of forest fragmentation and loss: The case of ward, Chiredzi District of Zimbabwe. *Afr. Jour. of Environ. Sc. and Tech.*, 8 (2): 121-128.
- Charnay F., 2005. Compostage des déchets urbains dans les pays en développement : élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Thèse de Doctorat Ph.d, Université de Limoge, pp. 64-89.
- Chaves D.S.A., Siqueira R.C.S., Souza L.M., Sanches M.N.G., Dos Santos A.M., Riger C.J., 2017. Traditional uses of medicinal plants at Seropédica, Rio de Janeiro. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 5 (1): 1-14.
- Cheikhyoussef A., Shapi M., Matengu K., Mu Ashekele H., 2011. Ethnobotanical study of indigenous knowledge on medicinal plant use by traditional healers in Oshikoto region, Namibia. *J. Ethnobiol. Ethnomed.*, 7 (10): 1-11.
- Chekole G., Asfaw Z., Kelbessa E., 2015. Ethnobotanical study of medicinal plants in the environs of Tara-gedam and Amba District noerthwest Ethiopia. *J Ethnobiol Ethnomed.*, 11 (4): 28-38.
- Chikezie P.C. & Ojiako O.A., 2015. Herbal medicine: yesterday, today and tomorrow. *Journal of Alternative & Integrative Medicine*, 4: 3-9.



- Chinmayee M.D., Mahesh B., Pradesh S., Mini L. Swapna T.S., 2012. The assessment of phytoremediation potential of invasive weed *Amaranthus spinosus* L. *Appl. Bioch. and Biotech.*, 167 (6): 1550-1559.
- Chopra R.N., Nayar L., Chopra I.C., 2002. *Glossary of Indian Medicinal Plants*. New Delhi : NISCIR, 9 p.
- Chunilall V., Kindness A., Jonnalagadda S.B., 2005. Heavy metal uptake by two edible *Amaranthus* herbs grown on soils contaminated with lead, mercury, cadmium, and nickel. *Jour. of Environ. Sc. and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 40 (2): 375-384.
- Clemens S., 2006. Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants. *Biochimie*, 88: 1707-1719.
- Cobbett C., 2003. Heavy metals and plants - model systems and hyperaccumulators. *New Physiologist*, 159 (2): 289-293.
- Cocozza C., Palumbo G., Colombo C., Pinto V., Tognetti R., 2012. Ecophysiological characteristics and cadmium accumulation in Downy Oak (*Quercus pubescens* Willd.). *Forest*, 9: 217-226.
- Cosio C., Vollenweider P., Keller C., 2006. Localization and effects of cadmium in leaves of a cadmium-tolerant willow (*Salix viminalis* L.). I. Macrolocalization and phytotoxic effects of cadmium. *Environmental and Experimental Botany*, 58 (1-3): 64-74.
- Costa G., Morel J.L., 1994. Efficiency of H<sup>+</sup>-ATPase activity on cadmium uptake four cultivars of lettuce. *Jour. Plant Nutr.*, 17: 627-637.
- Cottam G., Curtis J.T., 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37: 451-460.
- Cunningham A.B., 2001. *Applied Ethnobotany: People, wild plant use and Conservation*. London and Sterling, U. K.: Eartn Scan Publication Ltd, 295 p.
- Cui Y.J., Zhu Y.G., Zhai R.H., 2004. Transfer of metals from soil to vegetables in an area near a smelter in Nanning, China. *Environment International*, 30 (6): 785-791.
- Daget J., 1976. *Les méthodes mathématiques en écologie*. Paris : Masson, 172 p.
- Daget P., Poissonnet J. 1971. Une méthode d'analyse phytosociologique des prairies. *Ann. Agron.*, 22(1) : 5 - 41.
- Dansereau P. & Lems K., 1957. The grading of dispersal types in plant communities and their significance. *Contr. Inst. Bot.*, 71: 1-52.
- Darnley A.G., Bjorklund A., Bolviken B., Gustavsson N., Koval P.V., Plant J.A., Steenfelt A., Tauchid M., Xuejing X., 1995. *A global geochemical database for environmental and resource management*. Paris, France : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 134 p.
- De Fries R.S., Rudel T., Uriarte M. & Hansen M., 2010. Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. *Nature Geoscience*, 3: 178-181.
- De Rosny E., Esso J., Lobe G., Nkongo O.B., 1987. *Les cahiers du Male ma makom. Pharmacopée traditionnelle douala. Tome I*. Douala, Cameroun : Edition Cedila, 225 p.
- De Rosny E., Kingue K.N., Nkongo O.B., Tongo E.S., Moussongo A., Nsangue O.A., 1994. *Les cahiers du Male ma makom. Pharmacopée traditionnelle Douala. Tome II*. Douala, Cameroun : Edition Cedila. 206 p.
- De Wasseige C., Devers D., De Marcken R, Eba'a Atyi R., Mayaux P., 2009. *Les Forêts du Bassin du Congo: état des Forêts 2008*. Luxembourg : Office des publications de l'Union européenne, 426 p.
- Deepalakshmi A. P., Ramakrishnaiah H., Ramachandra Y.L., Kumar N.N., 2014. Leaves of Higher Plants as Indicators of Heavy Metal Pollution along the Urban Roadways. *International Journal of Science and Technology*, 3 (6): 340-346.
- Dghaim R., Al-Khatib S., Rasool H., Khan M., 2015. Determination of heavy metals concentration in traditional herbs commonly consumed in the United Arab Emirates. *J. Env. & Publ. Health*, 4: 1-6.
- Dhal N.K., Panda S.S., Muduli S.D., 2015. Traditional uses of medicinal plants by native people in Nawarangpur district, Odisha, India. *Asian Journal of Plant Science and Research*, 5 (2): 27-33.
- Dibong S.D., Mpondo M.E., Ngoye A., kwin M.F., 2011a. Plantes médicinales utilisées par les populations Bassa de la région de Douala au Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5 (3): 1105-1117.
- Dibong S.D., Mpondo M.E., Ngoye A., kwin M.F., Betti J.L., 2011b. Ethnobotanique et phytomédecine des plantes médicinales de Douala, Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, 37: 2496-2507.
- Dibong S.D., Mpondo M.E., Ngoye A., Priso R.J., 2011c. Modalities of exploitation of medicinal plants in Douala's region. *Am. J. Food. Nutr.*, 1 (2): 67-73.
- Dibong S.D., Mvogo Ottou P.B., Vandi D., Ndjib R.C., Tchamaha F.M., Mpondo E., 2015. Ethnobotanique des plantes médicinales anti hémorroïdaires des marchés et villages du Centre et du Littoral Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, 96: 9072-9093.

- Dickinson I.D., Pulford N.M., 2005. Phytoremediation technologies using trees. In: *Trace Elements in the Environment: Biogeochemistry, Biotechnology, and bioremediation*. Prasad M.N.V., Sajwan K.S., Naidu R. (Eds). Royaume-Uni : Taylor and Francis Group : 383-401.
- Din N., Priso R.J., Dibong D.S. & Amougou A., 2001. Identification des principales causes de dégradation des mangroves dans l'estuaire du Cameroun. *Sci. Technol. Dev.*, 8 (1): 1-7.
- Din N. Priso R.J., Kenne M., Mgollo-Dina E., Blasco F., 2002. Early growth stages and natural regeneration of *Avicennia germinans* (L.) Stearn in the Wouri estuarine mangroves (Douala, Cameroun). *Wetlands Ecology and Management*, 10 (6): 462-472.
- Din N., Priso R.J., & Amougou A., 2008. Logging activities in mangrove: a case study of Douala Cameroun. *African Journal of Environmental. Science and Technology*, 2 (2): 22-30.
- Djofang C., 2007. Eléments en traces dans les plantes comestibles et les sols du bassin versant du Noun (Cameroun). Base pour une gestion géochimique de l'environnement. Thèse de doctorat/Ph.d, Université de Yaoundé I, Cameroun, 217 p.
- Dos Santos L., Fleurentin L., 1991. L'ethnopharmacologie, une approche pluridisciplinaire. In : Actes du 1er Colloque Européen d'Ethnopharmacologie : Ethnopharmacologie : sources, méthodes, objectifs. Fleurentin J., Cabalion P., Mazars G., Dos Santos J. (ed(s)). Paris, Orstom : 26-39.
- Doucet J.L., 2003. L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon. Thèse de Doctorat Ph.d, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 323 p.
- Du Laing G., Vanthuyne D.R.J., Vandecasteele B., Tack F.M.G., Verloo M.G., 2007. Influence of hydrological regime on pore water metal concentrations in a contaminated sediment-derived soil. *Environ. Pollut.*, 147: 615-625.
- Ebong G.A., Etuk H.S., Johnson A.S., 2007. Heavy metal accumulation by *Talinum triangulare* grown on waste dumpsite in Uyo Metropolis, Akwa Ibom State, Nigeria. *J. Appl. Sc.*, 7 (10): 1404-1409.
- Ekere R.N., Ihedioha N.J., Ayogu I.J., Ogbefi-Chima I.F., Onoja U.S., L.O., 2018. Assessment of heavy metals content of some plant based medicines in parts of Southern Nigeria, West Africa. *Int. J. Pharm. Sci. Res.*, 9(2): 775-783.
- El Bishlawi H., Shin J.Y., Jaffe P.R., 2013. Trace metal dynamics in the sediments of a constructed and natural urban tidal marsh: The role of iron, sulfide, and organic complexation. *Ecol. Eng.*, 58: 133-141.
- Elujoba A.A., Odeleye O.M., Ogunyemi C.M., 2005. Traditional medicine development for medicinal and dental primary care delivery system in Africa. *Afr. J. Tradit. Compl. Altern. Med.*, 2: 46-61.
- Etame-Loe G., Ngoule C.C., Mbome B., Pouka C.K., Ngene J.P., Yinyang J., Ebongue C.O., Ngaba G.P., Dibong S.D. 2018. Contribution à l'étude des plantes médicinales et leurs utilisations traditionnelles dans le Département du Lom et Djerem (Est, Cameroun). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 35 (1) : 5560-5578.
- Etim E.U., Onianwa P.C. 2013. Heavy Metal Pollution of Topsoil in the Vicinity of an Industrial Estate Co-Located with a Housing Estate in Southwestern Nigeria. *J. Environ. Protec.*, 4: 91-98.
- Evrard C., 1968. Recherches écologiques sur le peuplement forestier des sols hydromorphes de la cuvette centrale congolaise. Bruxelles, Belgique : Publ. INEAC, *Ser. Scient.*, 110: 214-295.
- Evlard A., 2013. Le potentiel du saule pour la phytostabilisation des sols pollués par les éléments-traces métalliques. Thèse de Doctorat Ph.d, Université de Liège, Belgique, 208 p.
- Ferreira L.E., Castroa P.M.N., Chagas A.C.S., França S.C., Belebani R.O., 2013. In vitro anthelmintic activity of aqueous leaf extract of *Annona muricata* L. (Annonaceae) against *Haemonchus contortus* from sheep. *Experimental Parasitology*, 134(3) : 327-332.
- Fitz W.J., Wenzel W.W., 2002. Arsenic transformations in the soil-rhizosphere-plant system: fundamentals and potential application to phytoremediation. *Journal of Biotechnology*, 99 : 259-278.
- Fleurentin J., 2008. Ethnopharmacologie : des savoirs traditionnels aux médicaments de demain. *Biofutur lavoisier*, 290: 27-46.
- Focho D.A., Nkeng E.A.P., Lucha C.F., Ndam W.T., Afegenui A., 2009a. Ethnobotanical survey of plants used to treat diseases of the reproductive system and preliminary phytochemical screening of some species of Malvaceae in Ndop Central Sub-division, Cameroon. *J. Med. Plants Res.*, 3 (4): 301-314.
- Focho D.A., Ndam W.T., Fonge B.A., 2009b. Medicinal plants of Aguambu-Bamumbu in the Lebialem highlands, southwest province of Cameroon, *Afr. J. Pharmacy Pharmacology*, 3 (1): 1-13.
- Fonge B.A., Egbe E.A., Fongod A.G.N., Focho D.A., Tchetcha D.J., Nkembi L. & Tacham W.N., 2012. Ethnobotany survey and uses of plants in the Lewoh- Lebang communities in the Lebialem highlands, South West Region, Cameroon. *J. Med. Plants Research*, 6 (5): 855-865.

- Fongod A.G.N., Ngoh L.M., & Veranso M.C., 2014. Ethnobotany, indigenous knowledge and unconscious preservation of the environment: An evaluation of indigenous knowledge in South and Southwest Regions of Cameroon. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 6 (1): 85-99.
- Fonkeng L.S., Mouokeu R.S., Tume C., Njateng G.S. Kamcthueng M.O., Nfozon J.N. & Kuate J.R., 2015. *Anti-Staphylococcus aureus* activity of methanol extracts of 12 plants used in Cameroonian folk medicine. *BMC Res. Notes*, 8 (710): 1-6.
- Fournier A., Yoni P. & Zombre M., 2002. Les jachères à *Andropogon gayanus* en savane soudanaise dans l'ouest du Burkina Faso : flore, structure, déterminants et fonction dans l'écosystème, Burkina Faso. *Etudes flor. Vég.*, 5: 3-32.
- Foy C.D., Chaney R.L., White M.C., 1978. The Physiology of metal toxicity in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology.*, 29: 551-566.
- Friedman J., Yaniv Z., Dafni A., Palewitch D., 1986. A preliminary classification of the healing potential of medicinal plants, based on rational analysis of an ethnopharmacological field survey among Bedouins in Negev Desert, Israel. *J Ethnopharmacol.*, 16: 275-287.
- Frontier S., Pichod-Viale D., 1993. *Ecosystème: structure, fonctionnement, évolution*, 2<sup>ème</sup> édition. Paris : Masson, 447 p.
- Fundiko Marie-C., Mandango M.A., & Mutambala B.M., 2017. Etude Ethnobotanique des plantes utilisées dans le traitement des maladies de l'appareil digestif à Kinshasa et ses environs, République Démocratique du Congo. *Inter. J. Inn. Sci. Res.*, 31 (1): 194-203.
- Gartlan J.S., 1989. *La conservation des écosystèmes forestiers du Cameroun*. Switzerland & Cambridge, U. K : UICN Tropical Forest Programme. UICN, Gland, 196 p.
- Gazzaneo L.R., Lucena R.F., Albuquerque U.P., 2005. Knowledge and use of medicinal plants by local specialists in a region of Atlantic Forest in the state of Pernambuco (Northern Brazil). *J Ethnobiol. Ethnomed.*, 1 (9): 1-9.
- Gbenou J.D., Tossou R., Dansou P., Fossou M., 2006. Etude des propriétés antianémiques de *Justicia secunda* vahl. (Acanthaceae) chez des rats de souche wistar. *Phaml. Méd. Trad. Afr.*, 14: 45-54.
- Géhu J.M. & Géhu J., 1980. Essai d'objection de l'évaluation biologique des milieux naturels. Exemples littoraux. In : *Séminaire de Phytosociologie Appliquée*. Géhu J.M. (ed). Metz : Amicale Francophone de Phytosociologie : 75-94.
- Giaccio L., Cichella D., Vivo, B., De Rosa M., 2012. Does heavy metals pollution affect semen quality in men? A case study in the metropolitan area of Naples (Italy). *J. Geochem. Explor.*, 112: 218-225.
- Gillet F., Foucault B., Julve P., 1991. La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts. *Candollea*, 46: 315-340.
- Gómez-Bernal J.M., Ruiz-Huerta E.A., Armienta-Hernández M.A., Luna-Pabello V.M., 2017. Evaluation of the removal of heavy metals in a natural wetland impacted by mining activities in Mexico. *Environmental Earth Sciences*, 76 (801):1-12.
- Gounot M., 1969. *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Paris : Masson, 341 p.
- Greger M., 1999. Metal availability and bioconcentration in plants. In : *Heavy metal stress in plants-from molecules to ecosystems*. Prasad M.N.V. & Hagemeyer J. (eds). Berlin : Springer : 5-37.
- Greger M., 2004. *Metal availability, uptake, transport and accumulation in plants*. Berlin Heidelberg : M.N.V. Prasad, Springer-Verlag, 27 p.
- Guedje N.M., Tadjouteu F., Dongmo R.F., Jiofack R.B., Tsabang N., Fokunang C.N., Fotso S., 2012. Médecine Traditionnelle Africaine (MTR) et phytomédicaments: défis et stratégies de développement. *Health Sci. Dis.*, 12 (3): 1-25.
- Guillaumet J.L., 1967. Recherches sur la végétation et la flore de la région du Bas-Cavally (Côte d'Ivoire). *Cahiers de l'ORSTOM, série Biologie*, 20: 223-247.
- Guinochet M., 1973. *Phytosociologie*. Paris : Masson, 227 p.
- Gupta R., Gabrielsen B., Ferguson S., 2005. Nature's medicines: traditional knowledge and intellectual property management. Case studies from the National Institutes of Health (NIH), USA. *Curr. Drug. Discov. Technol.*, 2: 203-219.
- Gupta S., Nayek S., Saha R.N., Satpati S., 2008. Assessment of heavy metal accumulation in macrophyte, agricultural soil, and crop plants adjacent to discharge zone of sponge iron factory. *Environ. Geol.*, 55: 731-739.
- Haddad M., Mahbodfar H., Zamani Z., Ramazani A., 2017. Antimalarial evaluation of selected medicinal plant extracts used in Iranian traditional medicine. *Iranian J. basic. med. Sc.*, 20 (4): 415-422.

- Hamilton A.C., 2004. Medicinal plants, conservation and livelihoods. *Biodiver. Conserv.*, 13 : 1477-1517.
- Han R., Li H., Li Y., Zhang J., Xiao H., Shi J., 2006. Biosorption of copper and lead ions by waste beer yeast. *Journal of Hazardous Materials*, 137 (3): 1569-1576.
- He M.M., Li W.H., Liang X.Q., Tian G., 2009. Effect of composting process on phytotoxicity and speciation of copper, zinc and lead in sewage sludge and swine manure. *Waste Manage*, 29: 590-597.
- Heinrich M., Ankil A., Frei B., Weimann C., Sticher O., 1998. Medicinal plants in Mexico; Healers, Consensus and Cultural importance. *Soc. Sci. Med.*, 47: 1863-1875.
- Herren T, Feller U., 1997. Transport of cadmium via xylem and phloem in maturing wheat shoots: comparison with the translocation of zinc, strontium and rubidium. *Annals of Botany*, 80: 623-628.
- Hirth H.M. & M'pia B., 2008. *Natural Medicine in the Tropics*. 3<sup>rd</sup> ed. Kisubi, Uganda : Marianum Press, 304 p.
- Hodson M.E., 2004. Heavy metals - geochemical bogey men? *Environ Pollut.*, 129: 341-343.
- Hoffman B., Gallaher T., 2007. Importance indices in ethnobotany. *Ethnobotany Research & Applications*, 5: 201-218.
- Hogervorst J., Plusquin M., Vangronsveld J., Nawrot T., Cuypers A., Van Hecke E., Roels H.A., Carleer R., Staessen J.A., 2007. House dust as possible route of environmental exposure to cadmium and lead in the adult general population. *Environmental Research*, 103 (1): 30-37.
- Hong L., Guo Z., Huang K., Wei S., Liu B., Meng S. & Long C., 2015. Ethnobotanical study on medicinal plants used by Maonan people in China. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11 (32):1-35.
- Hopkins W.G., 2003. *Physiologie végétale*. 2<sup>ème</sup> édition. Paris : Boeck et Lancier, 514 p.
- Houmènou V., A. Adjatin, Gbénou F.A.J., Akoègninou A., 2018. Etude phytochimique et de cytotoxicité de quelques plantes utilisées dans le traitement de la stérilité féminine au sud-bénin. *European Scientific Journal*, 14(6) : 156-171.
- Hseu Z.Y., 2004. Evaluating heavy metal contents in nine composts using four digestion methods. *Bioresource Technology*, 95: 53-59.
- Hsu M.J, Selvaraj K., Agoramorthy G., 2006. Taiwan's industrial heavy metal pollution threatens terrestrial biota. *Environ Pollut.*, 143: 327-334.
- Hutchinson J., Dalziel J.M., 1968. *Flora of West Tropical Africa, 2nd Ed. vol II*. London and Tombridge. Great Britain's : Whitefriars Press LTD, 574 p.
- Igoli J.O., Ogaji O.G., Tor-Anyiin T.A. & Igoli N.P., 2005. Traditional medicine practice amongst the Igede people of Nigeria. Part II. *Afr. J. Trad. CAM*, 2 (2): 134-152.
- Iserin P., Masson M., Restellini J.P., Ybert E., De Laage De Meux A., Moulard F., Zha E., De La Roque R., De La Roque O., Vican P., Deelesalle -Feat T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J., Botrel A., 2001. *Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins*. Hong Kong, Chine : 2<sup>ème</sup> édition de VUEF, 335 p.
- Iwu, M.M., 1993. *Handbook of Africa medicinal plants*. Florida, USA : CRC Press, Boca Raton, 435 p.
- Jiofack T., Fokunang C., Guedje N., Kemeuze V., Fongnzossie E., Nkongmeneck B. A., Mapongmetsem P. M. & Tsabang N., 2010. Ethnobotanical uses of medicinal plants of two ethnoecological regions of Cameroon. *International Journal of Medicine and Medical Sciences*, 2 (3): 60-79.
- Johnson S. A., Ostroumov J. F., Tyson B., Xing., 2011. Study of the Interactions between *Elodea canadensis* and CuO Nanoparticles. *Russian Journal of General Chemistry*, 81 (13): 2688-2693.
- Juste C., 1988. Appréciation de la mobilité et de la biodisponibilité des éléments en traces du sol. *Sci. Sol.*, 26 (2): 103-112.
- Kabata-Pendias A., 2004. Soil-plant transfer of trace elements- an environmental issue. *Geoderma*, 122: 143-149.
- Kabata-Pendias A. & Pendias H., 2001. *Trace elements in soils and plants*. London, New-York, Washington D.C, 3rd CRC Press, Boca Raton, 413 p.
- Kabata-Pendias A. & Mukherjee A. B., 2007. *Trace Elements from Soil to Human*. New York. USA : Springer-Verlag, 447 p.
- Kartika I.G., Insanu M., Safitri D., Putri C.A., Adnyana, I.K., 2016. New update: traditional uses, phytochemical, pharmacological and toxicity review of *Peperomia pellucida* (L.) Kunth. *Pharmacologyonline*, 2 (31): 30-43.
- Kasperek M., al-Janabi S., 2008. *Plantes médicinales - La diversité biologique au service de la santé. Fiche thématique*. Allemagne, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 152-179.
- Kasolo J., Bimenya S.G., Ojok L., Ochieng J., Ogwal-Okeng W.J., 2010. Phytochemicals and uses of *Moringa oleifera* leaves in Uganda rural communities. *J. of Med. Plants Res.*, 4 (9): 753-757.

- Kassi n'dja J., 2006. Successions secondaires post-culturelles en forêt dense semi-décidue de Sanaimbo (Côte d'Ivoire) : nature, structure et organisation fonctionnelle de la végétation. Thèses de Doctorat Ph.D, Université Jules Picardie Verne, France, 232 p.
- Keat N.B., Umar R.U., Lajis N.H., Chen T.Y., Li T.Y., Sukari M.A., 2010. Chemical constituents from two weed species of *Spermacoce* (Rubiaceae). *The Malaysian J. Anal. Sci.*, 14 (1): 6-11.
- Keay R.W.J., 1989. *Trees of Nigeria*. United Kingdom : Cambridge University Press, 476 p.
- Kelly J., Thornton I., Simpson P.R., 1996. Urban Geochemistry: A study of the influence of anthropogenic activity on the heavy metal content of soils in traditionally industrial and non-industrial areas of Britain. *Applied Geochemistry*, 11 (1): 363-370.
- Khan S., Cao Q., Zheng Y.M., Huang Y.Z., Zhu Y.G., 2008. Health risks of heavy metals in contaminated soils and food crops irrigated with wastewater in Beijing, China. *Environ. Poll.*, 152 (3): 686-692.
- Kigen G., Maritim A., Some F., Kibosia J., Rono H., Chepkwony S., Kipkore W. & Wanjoh B., 2016. Ethnopharmacological survey of the medicinal plants used in tindiret, nandi county, Kenya *Afr J Tradit. Compl. Altern. Med.*, 13 (3): 156-168.
- Kinghorn A.D, Balandrin M.F., 1993. *Human Medicinal Agents from Plants*. San Francisco. USA : America Chemical Society, 22 p.
- Koffi E.N., Guernevé C.L., Lozano P.R., Meudec E., Adjé F.A., Bekro Y., Lozano Y.F., 2013. Polyphenol extraction and characterization of *Justicia secunda* Vahl. leaves for traditional medicinal uses. *Ind Crops Prod.*, 49: 682-689.
- Konan A., 2012. Place de la médecine traditionnelle dans les soins de santé primaire à Abidjan (Côte d'Ivoire). Thèse d'Etat, Université de Toulouse III - Paul Sabatier, France, 270 p.
- Kone W.M., Koffi A.G., Bomisso E.L., Bi F.T., 2012. Ethnomedical study and iron content of some medicinal herbs used in traditional medicine in Cote d'Ivoire for the treatment of anaemia. *Afr. J Tradit. Compl. Altern. Med.*, 9: 81-87.
- Kong J.M., Goh N. K., Chia L.S., Chia T.F., 2003. Recent advances in traditional plant drugs and orchids. *Acta Pharmacol. Sin.*, 24: 7-21.
- Konkon N.G, Ouatarara D., Kpan W.B., & Kouakou T.H., 2017. Medicinal plants used for treatment of diabetes by traditional practitioners in the markets of Abidjan district in Côte d'Ivoire. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 5 (2): 39-48.
- Kono L., 2007. Biodiversité et signification écologique des *Cyperaceae* de la ville de Yaoundé et ses environs. Mémoire de D. E. A., Université de Yaoundé I, 60 p.
- Korfali S.I., Mroueh M., Al-Zein M., Salem R., 2013. Metal concentration in commonly used medicinal herbs and infusion by Lebanese population: health impact. *J. Food Research*, 2 (2): 70-82.
- Koshimizu K., Ohigashi H., Huffman M.A., 1994. Use of *Vernonia amygdalina* by Wild Chimpanzee: possible role of its bitter and related constituents. *Physiol. Behav.*, 56: 1209-1216.
- Kpètèhoto W.H., Dougnon S.H., Boni R.C., Houéto E.E., Assogba F., Pognon E., Loko F., Boko M., Gbénou J., 2017. Étude ethnobotanique, phytochimique et écotoxicologique de *Ocimum gratissimum* Linn (Lamiaceae) à Cotonou. *Journal of Applied Biosciences*, 109: 10609-10617.
- Kuete V., Voukeng I.K., Tsobou R., Mbaveng A.T., Wiench B., Beng V.P., 2013. Cytotoxicity of *Elaeophorbia drupifera* and other Cameroonian medicinal plants against drug sensitive and multidrug resistant cancer cells. *BMC Compl Altern Med.*, 13 (250): 1-8.
- Kulhari A., Sheorayan A., Bajar S., Sarkar S., Chaudhury A., Kalia R.K., 2013. Investigation of heavy metals in frequently utilized medicinal plants collected from environmentally diverse locations of north western India. *Springer Plus*, 2 (1): 676-684.
- Ladoh-Yemeda. C.F, Vandi D., Dibong S.D., Mpondo M.E., Wansi J., Betti J.L., Choula F., Ndongo D., Tomedi E.M., 2016. Étude ethnobotanique des plantes médicinales commercialisées dans les marchés de la ville de Douala, Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, 99: 9450- 9468.
- Lakhdar A., Iannelli M. A., Debez A., Massacci A., Jedidi N., Abdelly C., 2010. Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge use on wheat (*Triticum aestivum*): growth, heavy metal accumulation and antioxidant activity. *J. Sci. Food Agric.*, 90: 965-971.
- Lasat M.M., Pence N.S., Garvin D.F., Ebbs D., Kochian L.V., 2000. Molecular physiology of zinc transport in the Zn hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens*. *J. Exper. Botan.*, 51 (342): 71-79.
- Lawal H.O., Adewuyi G.O., Fawehinmi A.B., Etatuvie S.O., 2012. Chemical evaluation of mosquito repellent formulation prepared from essential oils of plants. *J. Nat. Prod.*, 6:33-37.

- Lebreton J. & Yaccoz N., 1987. Multivariate analysis of bord count data. *Acta Oecol. / Oecol. Gener.*, 8: 125-144.
- Legendre L. & Legendre P., 1984. *Ecologie numérique : la structure des données écologiques*. Quebec, Canada : Masson Presses de l'Université du Québec, 335 p.
- Leonti M.M., Pamirez F., Sticher O., Heinrich M. 2003. Medicinal flora of the Populca: A botanical systematical perspective. *Econ Bot.*, 57: 218-30.
- Letouzey R., 1972. *Manuel de botanique forestière. Afrique tropicale. Tome 2B*. Paris : Centre. Technique. Forestier. Tropical, Nogent-sur-Marne, 461 p.
- Letouzey R., 1985. *Notice de la Carte Phytogéographique du Cameroun. 1 :500 000. Domaine de la forêt dense humide semi-caducifoliée*. Toulouse et Yaoundé : Institut de la Carte Internationale de Végétation et Institut de la Recherche Agronomique, 230 p.
- Levy B., Madden E., 1933. The point method of pasture analysis. *New Leaf. Jr. Arg.*, 46: 267-279.
- Li J.L., He M., Han W., Gu Y., 2009. Analysis and assessment on heavy metal sources in the coastal soils developed from alluvial deposits using multivariate statistical methods. *J. Hazard. Mater.*, 164: 976-981.
- Lion G., Olowoyo J. & Modise T., 2016. Trace Metals Bioaccumulation Potentials of Three Indigenous Grasses Grown on Polluted Soils Collected Around Mining Areas in Pretoria, South Africa. *West African Journal of Applied Ecology*, 24 (1): 123-130.
- Liu H.C., You C.F., Huang B.J., Huh C.A., 2013. Distribution and accumulation of heavy metals in carbonate and reducible fractions of marine sediment from offshore Midwestern Taiwan. *Pollut. Bull.*, 73: 37- 46.
- Lopareva-Pohu A., 2011. Intérêt de la phytostabilisation aidée pour la gestion des sols pollués par des éléments traces métalliques (Cd, Pb, Zn). Thèse de Doctorat Ph.d, Université de du Littoral Côte d'Opale, France, 288 p.
- Lopes C., Herva M., Franco-Uría A., Roca E., 2012. Multi-correlation models and uptake factors to estimate extractable metal concentrations from soil and metal in plants in pasturelands fertilized with manure. *J. Environ. Pollut.*, 166: 17-22.
- Lubini A., 1997. La végétation de la Réserve de biosphère de Luki au Mayombe (Zaire). *Opera Bot. Belg.*, 10: 155 p.
- Lyubenova L., Schröder P., 2010. Soil Heavy Metals. *Soil. Biol.*, 19: 65-58.
- Ma J., Luo, X. ., Protiva P., Yang H., Ma, C., Basile M.J., Weinstein I.B., Kennelly E.J., 2003. Bioactive novel polyphenols from the fruit of *Manilkara zapota* (Sapodilla). *J. Nat. Prod.*, 66: 983-986.
- Maharia R.S., Dutta R.K., Acharya R., Reddy A.V.R., 2012. Heavy metal bioaccumulation in selected medicinal plants collected from Khetri copper mines and comparison with those collected from fertile soil in Haridwar, India. *J. Environ. Sci. Health Part B*, 45: 148-174.
- Maillet J., 1981. Evolution de la flore adventice dans le Montpellierais sous la pression des techniques culturales. Thèse de Docteur Ingénieur, USTL- Montpellier, 200 p.
- Mangara A., N'da Adopo A. A., Boraud M. K. N., Kobenan K., Lejoly J., Traore D., 2008. Inventaire de la flore adventice en culture d'ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) dans la localité de Bonoua en basse Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 20 (1) : 23-35.
- Mari S., Gendre., D., Pianelli K., Ouerdane L., Lobinski R., Briat J.F., Lebrun M., 2006. Root-to-shoot long-distance circulation of nicotinamine and nicotinamine-nickel chelates in the metal hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens*. *J. Exp. Bot.*, 57: 4111-4122.
- Markert B., 1993 *Plant as biomonitors - Indicators for heavy metals in the terrestrial environment*. Weinheim, Germany : VCH Verlagsgesellschaft, 644 p.
- Maroyi A., 2013. Local Knowledge and use of Marula (*Sclerocarya birrea* (A. rich.) Hochst. in South-central Zimbabwe. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 12: 398-403.
- Marschner H., 1995. *Mineral nutrition of higher plants. Second edition*. London : Academic Press, 889 p.
- Martin G.J., 1995. *Ethnobotany : a methods manual*. London : Chapman & Hall, 268 p.
- Masaba S.C., 2000. The anti malarial activity of *Vernonia amygdalina* Del (Compositae). Transactions of the Royal Society. *Am. Trop. Med. Hyg.*, 94: 694-699.
- Mazess R., Barden H., 1991. Bone density in premenopausal women; effect of age, dietary intake, physical activity, smoking and birth control pills. *Am. J. Clin. Nutr.*, 53: 132-142.
- Mbarga B.M.A., Kono L.D., Biyé E.H., Angoni H., Endanga H.G.H., 2014. Diversité et écologie des Cyperaceae rudérales de la ville de Yaoundé et ses environs. *Cam. J. Biol. Bioch. Sci.*, 22: 1-9.
- Mboso O.E., Eyong E.U., Odey M.O., Osakwe E. 2013. Comparative phytochemical screening of *Ereromastax speciosa* and *Ereromastax polysperma*. *J. Nat. Prod. Plant Resour.*, 3 (2): 37-41.

- McGrath S. P., Zhao F. J., Lombi E. 2001. Plant and rhizosphere processes involved in phytoremediation of metal-contaminated soils. *Plant and Soil*, 232 (1-2): 207-214.
- Mèdoatinsa S.E., Dossa C.P.A., Yédomonhan H., Ahissou H., Gbohaïda V. & Sohounhloué D. 2016. Ethnobotanical study of plants used by the lacustrine population of southern Benin in the treatment of Malaria. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5(6): 430-436.
- Mengel K., Kirby E.A., 2001. *Principles of plant nutrition. 5th Edition*. Netherlands : Kluwer Academic Publishers, 849 p.
- Mengesha G.G, 2016. Ethnobotanical survey of medicinal plants used in treating human and livestock health problems in Mandura Woreda of Benishangul Gumuz, Ethiopia. *Adv. Med. Plant Res.*, 4 (1): 11-26.
- Mesfin T., Debela H., Yehenew G. 2009. Survey of medicinal plants used to treat human diseases in Seka Chekorsa, Jimma zone, Ethiopia. *Ethiop. J. Health. Sci.*, 15 (2): 89-107.
- Messou A., Coulibaly L., Doumbia L., Gourene G. 2013. Plants diversity and phytoaccumulators identification on the Akouedo landfill (Abidjan, Côte d'Ivoire). *Afr. J. Biotech.*, 12 (3): 253-264.
- Millogo-Kone H., Guissou I.P., Nacoulma O., Traoré S.A. 2008. Comparative study of leaf and stem bark extracts of parkia biglobasa against enterobacteria. *Afr J Trad Compl. Alter. Med.*, 5 (3): 238-43.
- Min S.H., Han J.S., Shin E.W., Park J.K. 2013. Improvement of cadmium ion removal by base treated juniper fiber. *Water Res.*, 38: 1289-1295.
- Mirowski J. & Paukszto A. 2017. Determination of the cadmium, chromium, nickel, and lead ions relays in selected polish medicinal plants and their infusion. *Biol. Trace Elem. Res.*, 5: 45-58.
- Modrzewska B., Wyszowski M. 2014. Trace metals content in soils along the state road 51(northeastern Poland). *Environ. Monit. Assess.*, 186: 2589-2597.
- Moerman D.E., 1998. *Native American Ethnobotany*. Portland, Oregon : Timber Press, pp. 305-386.
- Momo S.M.C., 2009. Influence des activités anthropiques sur la végétation du Mont Oku (Cameroun). Thèse de Doctorat Ph.d, Université de Picardie Jules Verne, France, 271 p.
- Monterroso C., Rodríguez F., Chaves R., Diez J., Becerra-Castro C., Kidd P.S., Macías F. 2014. Heavy metal distribution in mine-soils and plants growing in a Pb/Zn mining area in NW Spain. *App. Geochem.*, 44: 3-11.
- Morel J.L., Bitton G., Schwartz C., Schiavon M., 1996. Bioremediation of soils and waters contaminated by micropollutants: which role for plants ? In : *Ecotoxicology : Responses, Biomarkers and Risk Assessment*. Zelikoff J.T. (ed). USA : SOS Publications, Fair Haven : (4) 37-74.
- Morel J.L. 1997. Bioavailability of trace elements to terrestrial plants. In: *Soil Ecotoxicology*. Tarradellas, J., Bitton G., Rossel D. (Eds). New York, London, Tokyo : Lewis Publishers, Boca Raton : 141-178.
- Mori S.A., Boom B.M., De Carvalino A.M. 1983. Ecological importance of Myrtaceae in Eastern Brazilian wet forest. *Biotropica*, 15: 68-70.
- Moyo M., Aremu A.O., Vanstaden J. 2015. Medicinal Plants: An invaluable dwindling resource in Sub-Saharan Africa. *J. Ethnopharmacol.*, 174: 595-606.
- Mpiana P.T, Ngbolua K.N, Bokota M.T, Kasonga T.K, Atibu E.K, Tshibangu D.S, Mudogo V., 2010. In vitro effects of anthocyanin extracts from *Justicia secunda* Vahl. on the solubility of haemoglobin S and membrane stability of sickle erythrocytes. *Blood Transfus.*, 8: 248-254.
- Mpondo M.E., Dibong D.S., Priso R.J., Ngoye A., Yemeda C.F., 2012a. État actuel de la médecine traditionnelle dans le système de santé des populations rurales et urbaines de Douala (Cameroun). *Journal of Applied Biosciences*, 55: 4036-4045.
- Mpondo M.E., Dibong D.S., Yemeda L., Priso R., Ngoye A., 2012b. Les plantes à phénols utilisées par les populations de la ville de Douala. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 15 (1): 2083-2098.
- Muschitz A., 2009. Réponses physiologiques de végétaux supérieurs aux stress métalliques. Caractérisation du rôle des parois cellulaires dans les stratégies défensives des cellules de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) face aux éléments traces métalliques. Thèse Doctorat Ph.d, Université d'Artois, Lilles, France, 234 p.
- Mustafa S.B., Mehmood Z., Akhter N., Kauser A., Hussain I., Rashid A., Akram M., Tahir I.M., Munir N., Riaz M., Niazi S.G., Ali A., Naz U., Ahmed H., Shah S. & Usmanhany K., 2016. Medicinal plants and management of Diabetes Mellitus: A review. *Pak. J. Pharm. Sci.*, 29 (5): 1885-1891.
- Naithani V., Kakkar, P., 2006. Effect of ecological variation on heavy metals content of some medicinal plants used as herbal tea ingredients in India. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 76: 285-292.
- Namukobe J., Kasenene J.M, Kiremire B.T., Byamukama R., Kamatenesi-Mugisha M., Krief S., 2011. Traditional plants used for medicinal purposes by local communities around the Northern sector of Kibale National Park, Uganda. *J Ethnopharmacol.*, 136: 236-245.

- Neamsuvan O., Singdam P., Yingcharoen K. & Sengnon N., 2012. A survey of medicinal plants in mangrove and beach forests from sating Phra Peninsula, Songkhla Province, Thailand. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6 (12): 2421-2437.
- Nedelescu M., Bălălaşu D., Baconi D., Jula M., Morar D., Gligor A., Bălălaşu C., 2015. Preliminary assessment of heavy metals content of vegetables grown in industrial areas in Romania. *Farmacía*, 63 (2): 296-300.
- Nedelescu M., Baconi D., Neagoe A., Iordache V., Stan M., Constantinescu P., Ciobanu A.M., Vardavas A., Tsatsakis M.A., 2017. Environmental metal contamination and health impact assessment in two industrial regions of Romania. *Science of the Total Environment*, 580: 984-995.
- Nga E.N., Pouka C.K., Ngo Boumsong P.C., Dibong S.D. & Mpondo E.M., 2016. Inventaire et caractérisation des plantes médicinales utilisées en thérapeutique dans le département de la Sanaga Maritime: Ndom, Ngambe et Pouma. *Journal of Applied Biosciences*, 106: 10333-10352.
- Ngarivhume T., Van't Klooster C.I., de Jong J.M., Westhuizen J.H.V., 2015. Medicinal plants used by traditional healers for the treatment of malaria in Chipinge district in Zimbabwe. *J Ethnopharmacol.*, 159: 224-237.
- Ngene J.P., Ngoule C. C., Pouka K.C.M., Mvogo O.P.B., Ndjib R.C., Dibong S.D., Mpondo M.E., 2015. Importance dans la pharmacopée traditionnelle des plantes à flavonoïdes vendues dans les marchés de Douala est (Cameroun), *Journal of Applied Biosciences*, 88: 8194-8210.
- Ngono N.R., Koanga M.M., Tchinda T.A., Magnifouet H., Motso C.P., Mballa B.Z., Ebelle E.R., Ndifor F., Biyiti L. & Amvam Zollo P.H., 2011. Ethnobotanical survey of some Cameroonian plants used for treatment of viral diseases. *African Journal of Plant Science*, 5 (1): 15-21.
- Ngueguim T.F., Khan M.P., Donfack J.H., Siddiqui J.A., Tewari D., Nagarb G.K., Tiwari S.C., Dimo T., Mauryad R., Chattopadhyay N., 2012. Evaluation of Cameroonian plants towards experimental bone regeneration. *Journal of Ethnopharmacology*, 141: 331-337.
- Ngueguim T.F., Benoit M.Z., Jonas K., Tchuidjang A., Dzeufiet D.P., Kamtchouing P., Dimo T., 2014. Antidiabetic and antioxidant effects of *Annona muricata* (Annonaceae), aqueous extract on streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 151 (2):784-790.
- N'guessan K., Kouassi K.H., Ouattara D., 2010. Plants used to treat anaemia, in traditional medicine, by Abbey and Krobou populations, in the South of Côte-d'Ivoire. *J Appl Sci Res.*, 6: 1291-1297.
- N'guessan K., Soro D., Amon A. D., 2011. Plantes utilisées en médecine traditionnelle dans le traitement des maladies cardiovasculaires, en pays Abbey et Krobou, dans le Sud de la Côte d'Ivoire. *Phytothérapie*, 9: 199-208.
- Njan A.A., Adzu B., Agaba A.G, Byarugaba D., Diias-Liera S., Bangsberg D.R., 2008. The analgesic and antiplasmodial activities and toxicology of *Vernonia amygdalina*. *J. Med. Food*, 11: 574-581.
- Nkongmeneck B.A. 2007. Répertoire des plantes médicinales du Cameroun. *Cameroon Journal of Ethnobotany*, 1 (2): 36-46.
- Noba K., Ba A.T., Caussanel J.P., Mbaye M.S., Barralis G., 2014. Flore adventice des cultures vivrières dans le sud du Bassin arachidier (Sénégal). *J. Plant Taxon. Geograph.*, 59 (2): 293-308.
- Noumi E., Dibakto T.W., 2000. Medicinal plants used for peptic ulcer in the Bagangté region, Western Cameroon. *Fitoterapia*, 71 (4): 406-412.
- Noumi E. & Tchakonang N.Y., 2001. Plants used as abortifacients in the Sangmelima region of Southern Cameroon. *Journal of Ethnopharmacology*, 76 (3): 263-268.
- Noumi E. & Yomi A., 2001. Medicinal plants used for intestinal diseases in Mbalmayo Region, Central Province, Cameroon. *Fitoterapia*, 72 : 246-254.
- Noumi E., 2005. Flore et groupements végétaux de l'inselberg Minloua et la région orientale limitrophe du massif de Yaoundé. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Yaoundé I, Cameroun, 265p.
- Nriagu J.O., 1990. Global metal pollution: Poisoning the Biosphere? *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 32 (7): 7-33.
- Nwoko C.O., Mgbeahuruike L., 2011. Heavy metal contamination of ready-to-use herbal remedies in South Eastern Nigeria. *Pakistan J. Nutr.*, 10 : 959-964.
- Nyakabwa M., 1981. *Flore et végétation rudérales de la zone Makiso à Kisangani (Haut-Zaïre) : Etude floristique, phytosociologie et écologique*. Bruxelles : Dissertation de DES, INIKIS, 216 p.
- Oben J.E., Assi S.E., Agbor G.A., Musoro D.F., 2006. Effect of *Eremomastax speciosa* on experimental diarrhea. *Afr. J. Tradit. Compl. Med.*, 3 (1): 95-100.
- Okigbo R.N., Mmeka E.C., 2006. An appraisal of phytomedicine in Africa. *Sci. Tech. J.*, 6: 83-93.
- Okokon J.E., Antia B.S., Udoh A.E., Akpan M.M., 2007. Anti-anemic and Antimicrobial Activity of *Eremomastax speciosa*. *J. Pharm. Toxicol.*, 2: 196-199.



- Okunade A.L., 2002. *Ageratum conyzoides* L. Asteraceae. *Fitoterapia*, 73: 1-13.
- Olajire A.A., Ayodele E.T., Oyedirdan G.O., Oluyem E.A., 2003. Levels and speciation of heavy metals in soils of Industrial southern Nigeria. *Environ. Monit. Assess.*, 85: 135-156.
- Oliveira G.L., M Oliveira A.F. & Holanda L.D., Andrade C., 2015. Medicinal and toxic plants from Muribeca Alternative Health Center (Pernambuco, Brazil): an ethnopharmacology survey. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 14 (6): 470- 483.
- Olivry J.C., 1986. *Fleuves et rivières du Cameroun. Monographie hydrologique*. Paris : MESRES/ORSTOM, 9 :733 p.
- Oluwafemi K., Jesumoroti O., Tinubu B. & Uadia J., 2015. Antioxidant Activities, Total Flavonoid and Total Phenolic Contents of Whole Plant of *Kyllinga Erecta* Shum.” *J. Food Nutr. Res.*, 3 (8): 489-494.
- Onwa C.N., Bbira M., Magaji S., 2016. Antibacterial activities of *Plectranthus cyaneus* leaf extracts, against five bacterial wound pathogens in Uganda. *Spec. bact. patholog. J.*, 1 (2): 32-36.
- Otaiza G.R., Arzola C.J., Rodríguez A.M., 2006. Plantas Medicinales de la Mesa de Los Indios, Municipio Campo Elías (Estado Mérida, Venezuela). *Plantula*, 4: 55-67.
- Pacheco A.G., Freitas M.C., Baptista M.S., Vasconcelos M. D., Cabral J. P., 2008. Elemental levels in tree-bark and epiphytic-lichen transplants at a mixed environment in mainland Portugal, and comparisons with an in situ lichen. *Environ. Pollut.*, 151: 326-333.
- Pagnanelli F., Mainelli S., Bornoroni L., Dionisi D., Toro L., 2009. Mechanisms of heavy-metal removal by activated sludge. *Chemosphere*, 75: 1028-1034.
- Palheta I.C., Tavares-Martins A.C., Lucas F.C.A. & Jardim M.A., 2017. Ethnobotanical study of medicinal plants in urban home gardens in the city of Abaetetuba, Pará state, Brazil. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 16 (3): 206-262.
- Park J H., Lamb D., Paneerselvam P., Nanthi Bolan N., Chung J.W., 2011. Role of organic amendments on enhanced bioremediation of heavy metal(loid) contaminated soils. *J. Hazard. Mater*, 185: 549-574.
- Passulacqua N.G., Guariera P.M., De Fine G., 2007. Contribution to the knowledge of folk plant medicine in Calabria region (Southern Italy). *Phytoterapia*, 78: 52-68.
- Peakall D., Berger J., 2011. Methodologies for assessing exposure to metals: speciation, bioavailability of metals, and ecological host factors. *Ecotox. Environ. Safe*, 56: 110-121.
- Pelt J.M., 1980. *Les drogues, leur histoire et leurs effets*. Paris : Édition Doin, 221 p.
- Peralta J. R., Gardea-Torresdey J. L., Tiemann K. J., Gomez E., Arteaga S., Rascon E., Carrillo G., 2001. Uptake and effects of five heavy metals on seed germination and plant growth in alfalfa (*Medicago sativa*). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 66: 727-734.
- Piélou C., 1969. *An introduction to mathematical ecology (Vol VIII)*. New York : John Wiley & Sons, 241p.
- Pietrini F., Zacchini M., Iori V., Pietrosanti L., Ferretti M., Massacci A., 2010. Spatial distribution of cadmium in leaves and its impact on photosynthesis: examples of trace metal concentrations in the medicinal plants of the flora of Bahrain. *Plant Biology*, 12 (2): 355-363.
- Pimenta L.P.S., Mendonça D.D., Pretti D.L., Cruz B.L., Leite E.A., 2011; Evaluation of in vivo antitumor activity of *Annona crassiflora* wood extract. *Inter. J. pharm. Sci. Drug Res.*, 3(3): 270-273.
- Pousset J.L., 2001. *Plantes médicinales d’Afrique. Comment les reconnaître et les utiliser*. Paris, France : Edition Clé, 288 p.
- Priso R.J., Taffouo V.D., Etame J., Kenne M., Amougou A, De Sloover J.R., 2000. A propos de l’utilisation des Commelinaceae comme indicateurs de la qualité des milieux aquatiques. *Sci. Technol., Dév.* 7 (1): 4-11.
- Priso R.J., Nnanga J.F., Etame J., Din N, Amougou A., 2011. Les produits forestiers non ligneux d’origine végétale : valeur importance dans quelques marchés de la région du littoral-Cameroun. *J. of Appl. Biosci.*, 40: 2715-2726.
- Priso R.J., Traoré S., Din N., Ouedraogo O. & Dibong S.D., 2012. Comparative analysis of plants close to house in urban and rural areas in the Littoral region of Cameroun. *Nord. J. Bot.*, 30: 3797-3811.
- Priso R.J., 2016. Diversité végétale et qualité des écosystèmes de la ville de Douala et ses environs. Thèse de doctorat Ph.d, Université de Yaoundé, Cameroun, 155 p.
- Pugh R.E., Dick D.G., Fredeen A.L. 2002., Heavy metal (Pb, Zn, Cd, Fe and Cu) contents of plant foliage near the Anvil range lead/zinc mine, Faro, Yukon Territory. *Ecotox. Environ. Safety.*, 52: 273-279.
- Queirolo F., Stegen S., Restovic M., Paz M., Ostapczuk P., Schwuger M.J., Muñoz L., 2000. Total arsenic, lead, and cadmium levels in vegetables cultivated at the Andean villages of northern Chile, *Sci. Total Environ.*, 255: 75-84.
- Ramade F., 2003. *Eléments d’écologie : écologie fondamentale. 3ème (Eds.)*. Paris : Dunod, 362 p.

- Ranathunge K., Steudle E., Lafitte R., 2005. A new precipitation technique provides evidence for the permeability of Casparian bands to ions in young roots of corn (*Zea mays* L.) and rice (*Oryza sativa* L.). *Plant, Cell and Environment*, 28 (11): 1450-1462.
- Rashid M.H., Fardous Z., Chowdhury M.A., Alam M.K., Bari M.L., Moniruzzaman, M., Gan, S.H., 2016. Determination of heavy metals in the soils of tea plantations and in fresh and processed tea leaves: An evaluation of six digestion methods. *Chemistry Central Journal*, 10 (7): 1-13.
- Raunkiaer C., 1934. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford : Clarendon Press. 632 p.
- Rauret G., López-Sánchez J-F., Sahuquillo A., Lachica M., Ure A.M., 2000. Application of a modified BCR sequential extraction (three-step) procedure for the determination of extractable trace metal contents in a sewage sludge amended soil reference material (CRM 483), complemented by a three-year study of acetic acid and EDTA extractable metal content. *J. Environ. Monit.*, 2: 228-233.
- Remon E., 2006. Tolérance et accumulation des métaux lourds par la végétation spontanée des friches métallurgiques : vers de nouvelles méthodes de bio-dépollution. Thèse de Doctorat Ph.d, Université Jean Monnet, France, 166 p.
- Renault S., 2011. Etude Ecotoxicologique des impacts des contaminations métalliques et organiques chez l'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.), dans l'estuaire de la Gironde. Thèse de Doctorat Ph.d, Université de Bordeaux I, France, 420 p.
- Rickson R.J., 2014. Can control of soil erosion mitigate water pollution by sediments? *Science of the Total Environment*, 468-469: 1187-1197.
- Rumbaoa R.O., Comago D.F., Geronimo I. 2009. Phenolic content and antioxidant capacity of hilipine potato (*Solanum tuberosum*) tubers. *J. Food Comp. Anal.*, 22 (5): 46-50.
- Salt D., Blaylock M., Kumar N., Dushenkov V., Ensley B., Chet L., Raskin L., 1996. Phytoremediation: a novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants. *Biotechnology*, 13: 468-474.
- Salto R.A., Vásquez T. R., Lazo J.A., Banguera D.V., Guayasamín P.R., Vargas J.A., Peñas I.V., 2016. The use of medicinal plants by rural populations of the Pastaza province in the Ecuadorian Amazon. *Acta Amazonica*, 46 (4): 355-366.
- Samuel A.J., Kalusalingam A., Chellappan D., Gopinath R., Radhamani S., Husain H.A., Muruganandham V., Promwichit P., 2010. Ethnomedical survey of plants used by the Orang Asli in Kampung Bawong, Perak, West Malaysia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 6 (5): 1-6.
- Sanago R., 2006. Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Thèse de doctorat Ph.d, Université de Bamako, Mali, 266 p.
- Sarni-Manchado P., Cheynier V., 2006. *Les polyphénols en agroalimentaires*. Paris, France : Tec & Doc - Lavoisier, 398 p.
- Sarr R. S., Mbaye M.S., Ba A.T., 2013. La flore adventice des cultures d'oignon dans la zone péri-urbaine de Dakar (Niayes) Sénégal. *Journal of Plant Taxonomy and Geography*, 62 (2): 23-29.
- Schnell J.B., 1971. *Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. La flore de la végétation de l'Afrique tropicale*. Paris 6ème : Gauthier-villars, 3 : 261-267.
- Schreck E., Bonnard R., Laplanche C., Leveque T., Foucault Y., Dumat C., 2012. DECA: a new model for assessing the foliar uptake of atmospheric lead by vegetation, using *Lactuca sativa* as an example. *J. Environ. Manage*, 112: 233-239.
- Searels J.M., Keen K.D., Horton J.L., Clarke D.H., 2013. Comparing Ginsenoside production in leaves and roots of wild American Ginseng (*Panax quinquefolius*). *Am. J. Pl. Sci.*, 4: 1252-1259.
- Sekomo C., Nkuranga E., Rousseau D.P., Lens P. N., 2011. Fate of heavy metals in an urban natural wetland: The Nyabugogo swamp (Rwanda). *Water, Air Soil Poll.*, 214 (1): 321-333.
- Senterre B., 2005. Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale. Thèse de Doctorat Ph.d, Université Libre de Bruxelles, Belgique, 345 p.
- Shah K., Nongkynrih J.M., Mistry C.B., 2010. Metal hyper-accumulation and bioremediation. *Biol. Plant.*, 51: 618-634.
- Shannon C.E. & Weaver W., 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana, USA : University of Illinois Press, 117 p.
- Sharma P., Dubey R.S., 2005. Lead toxicity in plants. *Braz. J. Plant Physiol.*, 17 (1): 35-52.
- Simpson E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688-698.
- Singh A., Sharma R.K., Agrawal M., Marshall F.M., 2010. Risk assessment of heavy metal toxicity through contaminated vegetables from waste water irrigated area of Varanasi, India. *J. Trop. Ecol.*, 51 (2S):375-387.

- Singh B., Dutt N., Kumar D., Singh S., Mahajan R., 2011. Taxonomy, Ethnobotany and Antimicrobial Activity of *Croton bonplandianum*, *Euphorbia hirta* and *Phyllanthus fraternus*. *Journal of Advances in Developmental Research*, 2 (1): 21-29.
- Singh S., Kalamdhad R., 2012. Phytoremediation: a sustainable alternative for environmental challenges. *Int. J. Gr. Herb. Chem.*, 1: 133-139.
- Sinsin B., 2001. Formes de vie et diversité spécifique des associations de forêts claires du nord Bénin. *Syst. Geogr. Pl.*, 71: 873-888.
- Sofowora A., 1993. *Medicinal plants and traditional medicine in Africa. 2nd Edition*. Ibadan, Nigeria : Spectrum Books, pp. 26-100.
- Sofowora A., 1996. *Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique*. Paris : Karthala, 371 p.
- Sohel M.D., Kawsar M.H., Sumon M.U. & Sultana T., 2016. Ethnomedicinal Studies of Lalmohan Thana in Bhola District, Bangladesh. *Altern. Integr. Med.*, 5 (1): 66-73.
- Soladoye M., Adetayo M., Chukwuma E. & Adetunji A., 2010. Ethnobotanical survey of plants used in the treatment of haemorrhoids in South-Western Nigeria. *Annals of Biological Research*, 1 (4): 1-15.
- Soladoye M.O., Osipitan A.A., Sonibare M.A., Chukwuma E.C., 2012. From 'Vagabonds' to Ethnobotanical Relevance: Weeds of the Campus Sites of Olabisi Onabanjo University, Ago-Iwoye, Nigeria. *Ethnobotanical Leaflets*, 14: 546-558.
- Sonké B., 1998. Etudes floristiques et structurales des forêts de la Réserve de Faune du Dja. Thèse de Doctorat. Université libre de Bruxelles, Belgique, 267 p.
- Stefanowicz A.M., Stanek M, Wochb M.W., 2016. High concentrations of heavy metals in beech forest understory plants growing on waste heaps left by Zn-Pb ore mining. *Journal of Geochemical Exploration*, 169: 157-162.
- Stepp J.R. Moerman D. E., 2001. The importance of weeds in ethnopharmacology. *J. Ethnopharmacol.*, 75 (1):19-23.
- Stepp J.R., 2004. The role of weeds as sources of pharmaceuticals. *J Ethnopharmacol.*, 92 (2):163-166.
- Sun S., Liu J., Zhou N., Zhu W., Dou Q.P., Zhou K., 2016. Isolation of three new Annonaceous acetogenins from *Graviola* fruit (*Annona muricata*) and their anti-proliferation on human prostate cancer cell PC-3. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 26: 4382-4385.
- Surh Y. 2002., Anti-tumour promoting potential of selected spice ingredients with antioxidant and anti-inflammatory activities. A short review. *Food Chem. Toxicol.*, 40 (8):1091-1097.
- Tailfer Y., 1990. *La forêt dense d'Afrique Centrale*. Néerlande : 1-2 Wageningen CTA, pp. 127-189.
- Taleb A. & Maillet J., 1994. Mauvaises herbes des céréales de la Chaouia (Maroc). I. Aspect floristique. *Weed Research*, 34 (5): 345-352.
- Tang Y.T., Qiu R.L., Zeng X.W., Ying R.R., Yu F.M., Zhou X.Y., 2009. Lead, zinc, cadmium hyperaccumulation and growth stimulation in *Arabis paniculata* Franch. *Environmental and Experimental Botany*, 66 (1): 126-134.
- Tanhan P., Kruatrachue M., Pokethitiyook P., Chaiyarat R., 2007. Uptake and accumulation of cadmium, lead and zinc by siam weed (*Chromolaena odorata* (L.)). *Chemosphere*, 68: 323-329.
- Tchuenguem R.T., Kechia F.A., Kuate J.R., Dzoyem J.P., 2017. Ethnopharmacological survey, antioxidant and antifungal activity of medicinal plants traditionally used in Baham locality (Cameroon) to treat fungal infections. *Arch. Med. Biomed. Res.*, 3(2): 91-103.
- Teklehaymanot T., Giday M., 2007. Ethnobotanical study of medicinal plants used by people in Zegie Peninsula, Northwestern Ethiopia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 3 (12): 1-11.
- Tester M., Leigh R.A., 2001. Partitioning of nutrient transport processes in roots. *Journal of Experimental Botany*, 52 (1): 445-457.
- Theiler B.A., Revoltella S., Zehl M., Dangl. C., Loe C., König J., Glasl. S., 2014. Secundarellone A, B, and C from the leaves of *Justicia secunda* Vahl. *Phytochem. Letter*, 10: 102-111.
- Thomas E., Vandebroek K., Sanca S., 2009. Cultural significance of medicinal plant families and species among Quechua farmers Apillapampa, Bolivia. *J. Ethnopharm.*, 122:60-77.
- Tokalioglu S., 2012. Determination of trace elements in commonly consumed medicinal herbs by ICP-MS and multivariate analysis. *Food Chemistry*, 134: 2504-2508.
- Tolossa K., Etana D, Spiridoula A, Adugna T, Gebeyehu G, Jos G.M., 2013. Ethnomedical study of plants used for treatment of human and livestock ailments by traditional healers in South Omo, Southern Ethiopia. *J. Ethnobiol. Ethnomed.*, 9 (32): 1-15.

- Tona L., Cimaga R.K, Mesia K., 2004. In vitro antiplasmodial activity of extracts and fractions from seven medicinal plants used in Democratic Republic of Congo. *J. Ethnopharmacol.*, 93: 27-32.
- Tongo E., Ekwalla M., Zapfack L., 2003. *Nos plantes qui soignent*. Douala, Cameroun : Edition Cedila, 131 p.
- Toyang N.J., Verpoorte R., 2013. A review of medicinal potentials of plants of the genus *Vernonia* (Asteraceae). *J. Ethnopharmacol.*, 146 (3): 681-723.
- Traoré D., 1983. *Médecine et magie africaine, manuel d'utilisation*. Saint-Maur-des-Fossés, Paris : Edition Sepia, 128 p.
- Traoré H. & Maillet J., 1992. Flore adventice des cultures céréalières annuelles du Burkina Faso. *Weed Research*, 32: 279-293.
- Traoré K., Pene C.B., Aman kadio G. & Ake S., 2005. Phytosociologie et diversité floristique Du périmètre oléicole de la mer en basse Côte d'ivoire forestière. *Agronomie Africaine*, 17 (3): 163-178.
- Tremel-Schaub A. & Feix I., 2005. *Contamination des sols. Transferts des sols vers les plantes*. Paris, France : EDP Sciences et ADEME Éditions, 135 p.
- Trillo C., Toledo B.A., Galetto L., Colantonio S., 2010. Persistence of the Use of Medicinal Plants in Rural Communities of the Western Arid Chaco (Córdoba, Argentina). *The Open Compl. Med. J.*, 2, 80-89.
- Tripathy V., Basak B.B., Varghese T.S., Saha A., 2015. Residues and contaminants in medicinal herbs-A review. *Phytochemistry Letters*, 14: 67-78.
- Trotter R.T., Logan M.H., 1986. Informant census: A new approach for identifying potentially effective medicinal plants. In: *Plants in indigenous medicine and diet*. Etkin L.N. (ed). Redgrave, Bedford Hill, New York : Stanford Libraries : 91-112.
- Tugume P., Kakudidi E.K., Buyinza M., Namaalwa J., Kamatenesi M., Kalema J., 2016. Ethnobotanical survey of medicinal plant species used by communities around Mabira Central Forest Reserve, Uganda. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12 (5): 1-28.
- Turan M., Esringu A., 2007. Phytoremediation based on canola (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*Brassica juncea* L.) planted on spiked soil by aliquot amount of Cd, Cu, Pb and Zn. *Plant Soil Environment*, 53: 7-15.
- Uddin K., Rahman A.H., Rafiul A.K., 2014. Taxonomy and traditional medicine practices of Polygonaceae (Smartweed) family at Rajshahi, Bangladesh. *Inter. J. Adv. Res.*, 2 (11): 459-469.
- Ueda J., Tezuka Y., Banskota A.H., Tran Q.L., Tran Q.K., Harimaya Y., Saiki I., Kadota S., 2002. Antiproliferative Activity of Vietnamese Medicinal Plants. *Biol. Pharm. Bull.*, 25 (6): 753-760.
- Underwood E.J., Suttle N.F., 1999. *The mineral nutrition of livestock, 3rd ed*. Wallingford, United Kingdom, USA : Eds. CAB International, pp. 124-139.
- Verkleij J.A.C., Schat H., 1990. *Mechanisms of metal tolerance in plants. Heavy metal tolerance in plants-evolutionary aspects*. Florida, USA : CRC Press, pp. 179-93.
- Viard B., Maul A., Pihan J.C., 2004. Standard use conditions of terrestrial gastropods in active biomonitoring of soil contamination. *J. Environ. Monit.*, 6: 103-107.
- Vliet E.V., 2012. Medicinal plants for women's and children's health in urban and rural areas of Gabon. The harvest of wild and cultivated plants. Master II thesis, Environmental Biology, Utrecht University, Germany, 65 p.
- Ward N.I., Brooks R.R., Roberts E., Boswell C.R., 1977. Heavy-metal pollution from automotive emissions and its effect on roadside soils and pasture species in New Zealand. *Environ. Sci. Technol.*, 11 (9): 917-920.
- Webb L.J., 1959. A physiognomic classification of Australian rain-forest. *J. Ecol.*, 47: 551-570.
- Webber M.D., Singh S.S., 1999. Towards sustainable agriculture in Canada. In: *The health of our soils*. Acton D.F. & Gregorich L.G. (eds). Ottawa : Center for Land and Biological Research : Agriculture and Agri-Food Canada : 87-96.
- Weta H., Nkwanyana M.N., Vuuren S.F., 2010. Medicinal plants used for the treatment of diarrhoea in northern Maputaland, KwaZulu-Natal Province, South Africa. *J. Ethnopharmacol.*, 130: 284-289.
- White L.J.T., 1992. Vegetation history and logging disturbance: effects of rain forest mammals unlope reserve in Gabon. Ph.d thesis, University of Edinburgh. 250 p.
- Wichtl M., Anton R., 2009. *Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique*. Paris : Édition Lavoisier, pp. 38-41.
- Wiegand J, Aschan G, Kraus U, Piontek J, Mederer J., 2009. Chemical fractionation and soil-to-plant transfer characteristics of heavy metals in a sludge deposit field of the River ruhr, Germany. *Soil & Sediment Contamination*, 18: 14-29.

- Wilke B.M., Mai M., Gattinger A., Schloter M., Gong P., 2005. Effects of fresh and aged copper contaminations on soil microorganisms. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 168 (5): 668-675.
- Wyk B.E., Van Oudtshoorn B., Gericke N., 1997. *Medicinal plants of, South Africa. 2nd Edition*. Pretoria. South Africa : Briza Publication, 213 p.
- Wyk B.E., Heerden F., Oudtshoorn B., 2002. *Poisonous plants of South Africa*. Pretoria, South Africa : Briza Publications, 288 p.
- Xiong Z., 1998. Heavy metal contamination of urban soils and plants in relation to traffic in Wuhan city, China. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 65:1-39.
- Yang Z.P., Lu W.X., Long Y.Q., Bao X.H., Yang Q.C., 2011. Assessment of heavy metals contamination in urban topsoil from Changchun City, China. *J. Geochem. Explor.*, 108: 27-38.
- Yassoglou N., Kosmas C., Asimakopoulos J., Kallianou C., 1987. Heavy metal contamination of roadside soils in the Greater Athens area. *Environmental Pollution*. 47 (4) : 293-304.
- Yetein M.H., Houessou L.G., Lougbégnona T.O., Teka O., Tente B., 2013. Ethnobotanical study of medicinal plants used for the treatment of malaria in plateau of Allada, Benin (West Africa). *Journal of Ethnopharmacology*, 146 (1): 154-163.
- Yoon J., Cao X., Zhou Q., Ma L. Q., 2006. Accumulation of Pb, Cu, and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site. *Science of the Total Environment*, 368 (1): 456-464.
- Zapfack L., Dibakto T., Tsabang N., 2006. Phytothérapie de quelques maladies infantiles dans l'Ouest Cameroun : cas des villages Foréké (Menoua) et Toukoup (Ndé). *Revue Méd. Pharm. Afr.*, 19:107-113.
- Zeng F.R., Ali S., Zhang H.T., Ouyang Y.N., Qiu B.Y., Wu F.B., Zhang G.P., 2011. The influence of pH and organic matter content in paddy soil on heavy metal availability and their uptake by rice plants. *Environ. Pollut.*, 159: 84-91.
- Zhang S., Hu F., Li H., Li X., 2009. Influence of earthworm mucus and amino acids on tomato seedling growth and cadmium accumulation. *Environmental Pollution*, 157 (10) : 2737-2742.
- Zhao K.L., Liu X.M., Xu J.M., Selim H.M., 2010. Heavy metal contaminations in a soil-rice system: identification of spatial dependence in relation to soil properties of paddy fields. *J. Hazard. Mater*, 181: 778-787.
- Zheng N., Liu J.S., Wang Q.C., Liang Z., 2010. Health risk assessment of heavy metal exposure to street dust in the zinc smelting district, Northeast of China. *Sci. Total Environ.*, 408: 726-33.
- Zhou L.X., Wong J.W., 2003. Behavior of heavy metals in soil: effect of dissolved organic matter. In: *Geochemical and hydrological reactivity of heavy metals in soils*. Selim H.M., Kingery W.L. (eds). London, New York, Washington D.C : CRC Press, Boca Raton : 10 : 245 - 270.
- Ziarati P., 2013. Determination of some heavy metals in popular medicinal plants of Tehran's market. *Journal of Pharmaceutical & Health Sciences*, 1 (3): 153-158.
- Ziblim I.A., Timothy K.A. & Deo-Anyi E.J., 2013. Exploitation and use of medicinal plants, Northern Region, Ghana. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7 (27) : 1984-1993.

# ANNEXES

## Annexe I. Fiche d'enquête ethno-pharmacologique.

### FICHE D'ENQUETE

N°.....

Date d'interview (jour/mois/année)...../...../.....

Pays : Cameroun .Région : Littorale Département.....

District.....Village.....Quartier.....

#### I. SOURCE DES DONNEES ETHNOBOTANIQUES

Nom (s) de l' (des) interviewer (s) locaux .....

Nom (s) du (des) traducteur (s) .....

Sexe :  Masculin  Féminin Age.....

Profession :  Herboriste  Tradiparticien  Herboriste  Vieillard

Guérisseur  Apprenti-tradipraticien  Sage femme  Autre .....

Lieu de résidence.....

#### II. DONNEES BOTANIQUES

Famille à laquelle appartient la plante :.....

Genre.....

Espèce.....

Nom (s) local/locaux (spécifier la langue).....

Nom scientifique.....

Type morphologique  Arbre  Arbuste  Herbe  Gui ou autre parasite

Utilité ethnobotanique non médical (utilité alimentaire, fibre, rite ou spirituelle, etc.).....

.....

Numéro donné au spécimen dans l'herbier .....

### III. DONNEES ETHNOPHARMACOLOGIQUES

1. Nom (s) de la (des) maladie (s) pour la/lesquelles la plante est utilisée :

.....  
 .....

2. Mode d'utilisation de la plante  Seule  En combinaison avec d'autres plantes

Si en combinaison, préciser les autres plantes .....

3. Organe de plante utilisée  Feuilles  Ecorces  Racines  Tige  Tronc  
 Fruit  Graine  Herbe  Rhizome  Parties aériennes  Plante entière

4. Manière d'utiliser les organes de la plante  Frais  Sec

5. Quantité de matériel végétal utilisé.....

6. méthode de préparation de l'extrait  Décoction  Macération  Infusion

Trituration

7. Solvant utilisé  Eau  Vin de palme  Huile  Autre  
 (préciser).....

8. Volume du solvant .....

9. Mode d'administration de l'extrait  Orale  Inhalation  Suppositoire

10. Dose ou quantité administrée (grammes, ml) ..... Posologie .....

11. Les incantations sont elles nécessaires ?  Oui  Non

12. Durée totale du traitement des malades.....

13. plantes de substitution en cas de pénurie de la plante :.....

14. lieu de substitution en cas de pénurie de la plante :.....

15. Sites préférés de collecte des plantes  Bordures des routes  Immondices

Alentours des maisons  Autre (préciser).....

16. Autres plantes ou ingrédients avec lesquels la plante est utilisée pour la préparation :

Nom local	organe utilisé	Nom (genre, espèce et famille)

17. Brève description détaillée de la région.....

.....  
 .....

## Annexe I. Synthèse des informations sur les plantes médicinales utilisées dans la ville de Douala.

TM : types morphologiques (A : arbre ; Ar : arbuste ; H : plante herbacée ; L : liane).

FC : fréquences de citations.

NM : nombre de maladies soignées.

PU : Parties utilisées : Ec : écorces ; Fe : feuilles ; Ti : tiges ; Ra : racines ; Fr : fruits ; Gr : graines ; PA : parties aériennes ; PE : plante entière ; Fl : fleurs ; Tub : tubercules ; Bour : bourgeons ; rhi : rhizome.

MP : Modes de préparations : Mac : macération ; Inf : infusion ; Déc : décoction, Trit : trituration ; Ext. Sèv : extraction de la sève.

MO : Modes d'administration : Vo : voie orale ; Vr : voie rectale ; Vn : voie nasale ; Vocc : voie oculaire ; Inh : inhalation

Catégories de maladies : AST : asthéniques ; CAN : cancérologiques ; CAR : cardiovasculaires ; DER : dermatologiques ; DIS : digestives et Stomacales ; EMP : empoisonnement ; ENM : endocrino-métaboliques ; GEN : autres maladies ; GYO : gynéco-obstétriques ; HEM : hématologiques ; HEP : hépatologiques ; INF : infectieuses ; MOA : morsures d'animaux ; MYS : mystiques ; NEP : néphrologiques ; NEU : neurologiques ; OPH : ophtalmologiques ; ORL : oto-rhino-laryngologiques ; PED : pédiatriques ; PSC : neuro-psychiatriques ; RES : respiratoires ; RHU : rhumatologiques ; URO : urologiques.

	Espèces végétales	Noms vernaculaires	Familles	TM	FC	NM	Catégories de maladies soignées	NCM	PU	MP	MO
1	<i>Peperomia pellucida</i>		Piperaceae	H	64,29	32	INF, CAR, GYO, URO, RES, DIS, PED, RHU, DER, HEM, ORL, OPH, ENM, PSC, GEN, CAN	16	Fe, Gr, PE	Déc, Mac,	Vo, Vr, Vc
2	<i>Phyllanthus amarus</i>		Phyllanthaceae	H	64,84	27	INF, CAR, GYO, URO, RES, DIS, DER, HEM, ORL, OPH, ENM, EMP, NEPH, HEP, GEN, CAN	16	Ra, PE	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vr, Vc, Vocc, Vn
3	<i>Moringa oleifera</i>	moringa	Moringaceae	A	89,01	37	INF, CAR, NEU, GYO, DIS, RHU, DER, HEM, ORL, OPH, ENM, AST, MOA, GEN, CAN	15	Fe, Fr	Déc, Mac, Trit	Vo, Vr, Vc, Vocc, Vn, Inh
4	<i>Ageratum conyzoides</i>	ewuda nyo na nyo, roi des herbes	Asteraceae	H	97,8	31	INF, CAR, NEU, GYO, RES, DIS, PED, DER, ENM, EMP, NEPH, MOA, GEN, MYS	14	Fe, Ti, Gr, PA	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vr, Vc, Inh
5	<i>Costus afer</i>	mwandando, canne des jumeaux	Costaceae	H	87,36	24	INF, CAR, GYO, RES, DIS, PED, RHU, DER, HEM, OPH, ENM, EMP, GEN, CAN	14	Fe, Ra, Ti, PA, PE	Déc, Mac, Trit, Ext, Sèv	Vo, Vr, Vc
6	<i>Solanum incanum</i>	nginga mbwe, tangalanga	Solanaceae	H	48,9	20	INF, CAR, GYO, RES, DIS, PED, RHU, DER, ORL, ENM, EMP, PSC, MOA, GEN	14	Fr	Déc, Trit	Vo
7	<i>Carica papaya</i>	popo, papayer	Caricaceae	Ar	84,62	31	INF, CAR, GYO, RES, DIS, RHU, DER, HEM, ORL, ENM, AST, HEP, GEN	13	Ec, Fe, RA, Fr, Gr, PE	Déc, Mac, Trit	Vo, vc
8	<i>Centella asiatica</i>		Apiaceae	H	51,1	22	INF, GYO, URO, DIS, PED, RHU, DER, HEM, ENM, AST, HEP, PSC, GEN	13	Fe, Ra, Ti, PE	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vc
9	<i>Corchorus olitorius</i>	kelenkeleng nya lagos	Tiliaceae	H	53,85	21	INF, CAR, GYO, URO, RES, DIS, RHU, HEM, ENM, AST, HEP, GEN, CAN	13	Fe, Ra, Gr	Déc, Trit, Inf	Vo
10	<i>Cymbopogon citratus</i>	bekoko ba ti, citronnelle	Poaceae	H	96,7	19	INF, CAR, GYO, URO, RES, DIS, RHU, DER, ORL, ENM, AST, HEP, CAN	13	Fe, PA	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vc
11	<i>Ocimum gratissimum</i>	masepo, massep	Lamiaceae	H	85,16	23	INF, CAR, NEU, GYO, RES, DIS, PED, DER, ORL, OPH, ENM, GEN, CAN	13	Fe, PE	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vr, Vc



12	<i>Phyllanthus fraternus</i>		Phyllanthaceae	H	48,9	32	INF, GYO, URO, RES, DIS, HEM, ORL, OPH, ENM, NEPH, HEP, GEN, CAN	13	Fe, Ti, PA	Déc, Trit	Vo
13	<i>Zingiber officinale</i>	djinga	Zingiberaceae	H	84,62	24	INF, GYO, RES, DIS, RHU, DER, ORL, ENM, AST, NEPH, MOA, GEN, CAM	13	Ra, Ti, Fr, Rh	Mac, Trit, Inf	Vo, Vn
14	<i>Achyranthes aspera</i>		Amaranthaceae	H	45,6	20	INF, GYO, URO, RES, DER, HEM, ENM, EMP, AST, NEPH, MOA, CAN	12	Fe, Ra, PA, PE	Déc, Trit	Vo, Vc
15	<i>Acmella caulirhiza</i>	ndonga balemba ou yeux de la poule	Asteraceae	H	90,66	27	INF, CAR, GYO, RES, DIS, PED, HEM, ORL, AST, MOA, GEN, CAN	12	Fe, Ra, Ti, Fr, PA, PE	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vr, Vc, Vocc, Vn, Inh
16	<i>Bidens pilosa</i>	ndondoka batuedi, injection sauvage	Asteraceae	H	85,16	31	INF, GYO, RES, DIS, RHU, DER, HEM, ORL, OPH, ENM, NEPH, GEN	12	Fe, Ra, Ti, Fl, PA, PE	Déc, Trit	Vo, Vc, Vocc
17	<i>Cleome ciliata</i>	ewuda mbango, wonda bedimo	Capparaceae	H	87,36	24	INF, CAR, GYO, RES, DIS, PED, DER, ORL, OPH, EMP, PSC, GEN	12	Fe, PA, PE	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vr, Vc, Vocc, Inh
18	<i>Croton oligandrus</i>	ekong	Euphorbiaceae	A	36,81	32	INF, GYO, RES, DIS, PED, RHU, DER, HEM, ORL, AST, PSC, GEN	12	Ec, Fe	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vr, Vocc, Vn
19	<i>Persea americana</i>	pia, avocatier	Lauraceae	A	92,86	29	INF, CAR, GYO, URO, RES, DIS, DER, ENM, AST, NEPH, GEN, CAN	12	Ec, Fe, Fr	Déc, Mac, Trit	Vo, Vc
20	<i>Capsicum annuum</i>		Solanaceae	H	48,35	23	INF, GYO, URO, RES, DIS, PED, DER, ORL, ENM, AST, CAN	11	Fe, Ti, Gr	Déc, Trit	Vo, Vr, Vc
21	<i>Capsicum frutescens</i>	ndonga mbale, piment des pauvres	Solanaceae	H	62,09	26	INF, NEU, GYO, DIS, RHU, DER, ORL, AST, NEPH, PSC, CAN	11	Fe, Ti, Gr	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vr, Inh
22	<i>Elaeis guinnensis</i>	lende	Arecaceae	H	57,69	25	INF, CAR, NEU, GYO, URO, RES, DIS, PED, DER, ORL, ENM	11	Fe, Fr, Gr	Déc, Mac	Vo, Vr
23	<i>Emilia coccinea</i>	toi la mbo, herbe de lapin, oreille de chien	Asteraceae	H	72,53	18	INF, CAR, GYO, RES, DIS, PED, DER, OPH, ENM, NEPH, MOA	11	Fe, Ti, PE	Déc, Trit	Vo, Vr
24	<i>Imperata cylindrica</i>	sole	Poaceae	H	26,37	14	CAR, GYO, URO, DIS, RHU, HEM, AST, NEPH, MOA, GEN, CAN	11	Fe, Ra, Tub, PE	Déc, Trit	Vo, Vc
25	<i>Jatropha curcas</i>		Euphorbiaceae	Ar	52,2	17	INF, CAR, GYO, RES, DIS, RHU, DER, ORL, ENM, MOA, GEN	11	Fe, Gr	Déc, Trit	Vo, Vc
26	<i>Mucuna pruriens</i>	ewuda ndimsi	Fabaceae-Papilionoideae	L	46,7	16	INF, CAR, NEU, GYO, RES, DIS, OPH, ENM, AST, NEPH, MOA	11	Fe, Ti, Gr	Déc, Mac, Trit	Vo, Vc
27	<i>Scoparia dulcis</i>	sisako'a jengu, eyombwe	Scrophulariaceae	H	84,62	23	INF, GYO, RES, DIS, PED, RHU, ORL, ENM, AST, NEPH, MOA	11	Fe	Trit	Vo
28	<i>Tithonia diversifolia</i>		Asteraceae	H	52,75	19	INF, CAR, RES, DIS, PED, DER, ORL, ENM, NEPH, GEN, CAN	11	Fe, Fl, PE	Déc, Trit	Vo, Vc
29	<i>Vernonia amygdalina</i>	ndole	Asteraceae	H	92,31	20	INF, GYO, URO, RES, DIS, PED, DER, ORL, ENM, AST, GEN	11	Fe, PE	Déc, Mac, Trit	Vo, Vr
30	<i>Vigna unguiculata</i>	wondi	Fabaceae-Papilionoideae	L	46,7	16	CAR, NEU, GYO, DIS, PED, DER, HEM, ENM, PSC, GEN, CAN	11	Fe, Gr	Déc, Trit	Vo, Vr

31	<i>Ananas comosus</i>	janga la mukala	Bromeliaceae	H	49,45	15	INF, GYO, URO, DIS, DER, HEM, ENM, HEP, GEN, CAN	10	Fe, Ra, Ti, Fr	Déc, Trit, Inf	Vo, Vc
32	<i>Senna alata</i>	muko iyo mundene, darterier	Fabaceae-Caesalpinioideae	Ar	92,31	23	INF, GYO, URO, DIS, PED, RHU, DER, HEM, ENM, GEN	10	Fe, Ra	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, vc
33	<i>Citrus aurantiifolia</i>	epuma esadi	Rutaceae	Ar	70,88	19	INF, NEU, RES, DIS, PED, DER, ORL, ENM, GEN, CAN	10	Ec, Fe, Ra, Ti, Fr	Déc	Vo, Vc
34	<i>Cocos nucifera</i>	mbanga ma pongo	Arecaceae	H	49,45	15	INF, NEU, GYO, URO, DIS, PED, DER, ORL, ENM, NEPH	10	Ra, Fr	Déc, Trit	Vo, Vc
35	<i>Commelina benghalensis</i>	musa loba	Commelinaceae	H	57,69	13	INF, GYO, DIS, PED, RHU, DER, ORL, OPH, EMP, AST	10	Fe, Ti, Fl, Pe	Déc, Mac, Trit	Vo, Vr, Vocc, Vn
36	<i>Dichrocephala integrifolia</i>		Asteraceae	H	14,29	13	INF, GYO, RES, DIS, PED, DER, OPH, EMP, GEN, CAN	10	Fe	Déc, Trit	Vo, Vc, Vocc
37	<i>Drymaria cordata</i>	matoi mapue	Caryophyllaceae	H	69,23	11	INF, GYO, RHU, DER, ORL, OPH, ENM, NEPH, MOA, GEN	10	Fe, PE	Déc, Trit	Vo, Vc, Vocc
38	<i>Eremomastax speciosa</i>	dibokuboku di mole, rouge un côté	Acanthaceae	H	94,51	24	INF, GYO, URO, RES, DIS, PED, DER, HEM, EMP, NEPH	10	Fe, Ti	Déc, Mac, Trit	Vo, Vr, Vc
39	<i>Euphorbia hirta</i>	ewuda manyongo	Euphorbiaceae	Ar	87,91	22	INF, GYO, URO, RES, DIS, DER, ORL, OPH, ENM, AST	10	Fe, Ra, Ti, Fr, PE	Mac, Trit, Inf, Ext. Sèv	Vo, Vr, Vc, Vocc, Inh
40	<i>Mangifera indica</i>	bwangolo	Anacardiaceae	A	80,22	27	INF, CAR, GYO, RES, DIS, DER, ORL, ENM, GEN, CAN	10	Ec, Fe, Ti, Gr, Fl	Déc, Trit, Inf	Vo, Vc
41	<i>Mucuna flagellipes</i>		Fabaceae-Papilionoideae	L	31,32	16	INF, GYO, URO, DIS, DER, HEM, AST, NEPH, PSC, GEN	10	Fe, Ra	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vr, Vc, Vocc, Vn, Inh
42	<i>Pennisetum purpureum</i>		Poaceae	H	1,65	10	INF, NEU, GYO, RES, DIS, DER, ORL, ENM, GEN, CAN	10	Fe, Ti	Déc, Trit	Vo, Vc
43	<i>Saccharum officinarum</i>	mukoke, canne à sucre	Poaceae	H	47,25	18	INF, CAR, GYO, RES, DIS, RHU, DER, ORL, AST, CAN	10	Fe, Ti	Trit	Vc
44	<i>Tabernaemontana crassa</i>		Apocynaceae	Ar	24,73	17	INF, GYO, URO, RES, DIS, DER, ORL, AST, GEN, CAN	10	Ec, Fe	Déc, Inf	Vo
45	<i>Aloe vera</i>	aloe vera	Aloaceae	H	91,76	24	INF, GYO, DIS, DER, ORL, ENM, NEPH, PSC, GEN	9	Fe, Ti	Déc, Mac, Trit, Ext, Sèv	Vo, Vc
46	<i>Alstonia boonei</i>	bokuka, quinine	Apocynaceae	Ar	43,41	19	INF, CAR, NEU, GYO, RES, DIS, HEM, ENM, GEN	9	Ec, fe, Ti	Déc, Mac	Vo, Vc
47	<i>Amaranthus spinosus</i>	ewola munanga	Amaranthaceae	H	45,05	14	INF, CAR, GYO, URO, RES, DIS, PED, ENM, GEN	9	Fe, Ra, Ti	Déc, Trit	Vo, Vr
48	<i>Arachis hypogaea</i>	ngondo, ngonda bayong	Fabaceae-Papilionoideae	H	36,26	13	NEU, URO, DIS, PED, DER, AST, MOA, GEN, CAN	9	Fe, Gr	Déc, Trit	Vo, Vc
49	<i>Senna occidentalis</i>		Fabaceae-Caesalpinioideae	H	54,4	16	INF, CAR, GYO, RES, DIS, RHU, DER, ENM, CAN	9	Fe, Ra	Déc, Trit	Vo, vc
50	<i>Citrus limon</i>	lemon	Asteraceae	Ar	61,54	20	INF, GYO, RES, DIS, DER, ORL, OPH, ENM, AST	9	Fr	Déc	Vo
51	<i>Cyperus rotundus</i>	ndai	Cyperaceae	H	40,66	13	INF, GYO, DIS, DER, ORL, ENM, AST, MOA, GEN	9	Fe, tub, Rh	Déc, Trit	Vo, Vr, Vc

52	<i>Ixora coccinea</i>		Rubiaceae	Ar	23,63	12	INF, GYO, RES, DIS, DER, HEM, ORL, ENM, CAN	9	Fe, ra, Ti, Fl	Déc	Vo
53	<i>Lantana camara</i>	mbonja satan	Verbenaceae	Ar	67,58	15	INF, URO, RES, DIS, PED, RHU, DER, ORL, GEN	9	Fe, Fr, PA	Déc, Trit, Ext. Sèv	Vo, Vc
54	<i>Mimosa pudica</i>		Fabaceae-Mimosoideae	H	66,48	14	INF, CAR, NEU, GYO, URO, DIS, RHU, DER, GEN	9	Fe, Ti, PE	Déc, Trit	Vo, Vc
55	<i>Ocimum americanum</i>	kotimanjo	Lamiaceae	H	53,85	18	INF, GYO, RES, DIS, PED, HEM, ORL, OPH, GEN	9	Fe, Ti, PA, PE	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vr, Vc, Vocc
56	<i>Oldenlandia corymbosa</i>	ndondoka	Rubiaceae	H	45,6	19	INF, GYO, URO, RES, DIS, DER, NEPH, GEN, CAN	9	Fe, PE	Déc, Trit, Inf	Vo, Vr, Vc
57	<i>Piper umbellatum</i>	dibokuboku la wonja	Piperaceae	Ar	16,48	16	INF, GYO, RES, DIS, RHU, DER, EMP, HEP, GEN	9	Fe, Ti, PA	Déc, Trit, Inf	Vo, Vr
58	<i>Platostoma africanum</i>	ewuda bie, paracétamol	Lamiaceae	H	41,76	14	INF, GYO, DIS, PED, RHU, HEM, ORL, ENM, MOA	9	Fe, Ti, Fl	Trit	Vo, Vr, Vc
59	<i>Psidium guajava</i>	ngwaban, goyavier	Myrtaceae	A	79,12	14	INF, GYO, URO, RES, DIS, DER, ENM, GEN, CAN	9	Fe, Ti	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vc
60	<i>Solanum melongena</i>	aubergine sauvage	Solanaceae	H	54,4	15	CAR, RES, DIS, RHU, DER, ENM, AST, PSC, GEN	9	Fe, Ra, Fr, Gr	Déc, Trit	Vo, Vc
61	<i>Zea mays</i>	mbazi, mais	Poaceae	H	66,48	12	GYO, URO, DIS, PED, RHU, DER, ENM, HEP, CAN	9	Gr, Tub, PE	Déc	Vo
62	<i>Albizia ferruginea</i>		Fabaceae-Mimosoideae	A	53,3	9	INF, CAR, GYO, DIS, RHU, DER, HEM, ENM	8	Ec, Fe	Déc	Vo, Vr
63	<i>Alchornea cordifolia</i>	dibobonji	Euphorbiaceae	Ar	82,97	15	INF, GYO, DIS, PED, HEM, ENM, AST, GEN	8	Ec, Fe, Ra	Déc, Trit	Vo
64	<i>Anchomanes difformis</i>	dinde la nyambe	Araceae	H	30,77	13	INF, CAR, GYO, DIS, DER, OPH, ENM, GEN	8	Ra, Tub	Déc, Trit	Vo, Vc
65	<i>Caladium bicolor</i>	dinde la bedimo	Araceae	H	31,87	13	INF, GYO, DIS, DER, HEP, MOA, GEN, CAN	8	Fe, Fr	Déc, Mac, Trit	Vo, Vr, Vc
66	<i>Celosia trigyna</i>	ndol'a bedimo	Amaranthaceae	H	41,76	10	INF, NEU, GYO, URO, RES, DIS, PED, OPH	8	Fe, Ra, Gr	Trit	Vo, Vocc, Vn
67	<i>Clerodendrum umbellatum</i>	ebwele bwele	Lamiaceae	Ar	26,92	5	NEU, GYO, RES, DIS, RHU, DER, GEN, MYS	8	Fe, Ti	Déc	Vo
68	<i>Cyanthillium cinereum</i>		Asteraceae	Ar	53,85	13	INF, URO, RES, DIS, DER, ENM, MOA, CAN	8	Fe, Ra, PE	Déc, Mac, Trit	Vo, Vc
69	<i>Dioscorea bulbifera</i>		Dioscoreaceae	L	20,88	19	INF, RES, DIS, DER, ORL, ENM, GEN, CAN	8	Fe, Fr, Tub	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo
70	<i>Eleusine indica</i>	sinsin, ngongi	Poaceae	H	57,14	14	INF, NEU, GYO, RES, DIS, RHU, GEN, CAN	8	Fe, Ra, PA, PE	Déc, Trit	Vo, Vr
71	<i>Heterotis rotundifolia</i>	ewuda wanga "2", sucré et salé	Melastomataceae	H	73,08	11	INF, CAR, RES, DIS, DER, ENM, AST, GEN	8	Fe, Ti, PE	Déc, Mac, Trit	Vo, Vr
72	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	foléré	Malvaceae	H	61,54	13	NEU, GYO, DIS, PED, HEM, ENM, MOA, GEN	8	Fe, Ra, Fr	Déc, Inf	Vo
73	<i>Kalanchoe coccinea</i>	edibedibe	Crassulaceae	H	87,36	13	INF, GYO, RES, PED, HEM, ORL, OPH, GEN	8	Fe, Ti	Mac, Trit, Inf, Ext. Sèv	Vo, Vc

74	<i>Manihot esculentus</i>	dikwamba	Euphorbiaceae	Ar	56,04	14	INF, GYO, DIS, DER, HEM, ORL, OPH, NEPH	8	Fe, Ra, Tub	Trit, inf, Ext. Sèv	Vo, Vocc
75	<i>Morinda lucida</i>		Rubiaceae	A	42,86	11	INF, CAR, GYO, DIS, ORL, OPH, ENM, AST	8	Ec, Fe, Ra, Ti	Déc, Trit	Vo
76	<i>Nephrolepis biserrata</i>	senja-mengu	Dryopteridaceae	F	17,58	9	CAR, GYO, DIS, PED, ORL, OPH, PSC, GEN	8	Fe	Déc, Trit, Inf	Vo, Vr, Vocc
77	<i>Ocimum basilicum</i>		Lamiaceae	H	73,63	14	INF, DIS, PED, RHU, ORL, ENM, NEPH, GEN	8	Fe, Ra, PE	Déc, Inf	Vo, Vr
78	<i>Oxalis corniculata</i>		Oxalidaceae	H	45,6	18	INF, CAR, GYO, RES, DIS, DER, HEM, GEN	8	Fe, Ra, PE	Déc, Trit, Inf	Vo, Vc
79	<i>Passiflora foetida</i>	enyengen, bonbon mademoiselle	Passifloraceae	L	53,85	13	INF, GYO, URO, RES, DIS, PED, ENM, PSC	8	PE	Déc	Vo, Vc
80	<i>Physalis peruviana</i>		Solanaceae	H	33,52	12	INF, GYO, RES, DIS, DER, AST, HEP, GEN	8	Fe, Ti, PE	Déc, Trit, Inf	Vo, Vc, Inh
81	<i>Solanum torvum</i>	ndosi	Solanaceae	H	48,9	17	INF, GYO, RES, DIS, DER, ENM, EMP MOA	8	Fe	Inf	Vo
82	<i>Alchornea floribundus</i>		Euphorbiaceae	Ar	47,25	8	INF, GYO, DIS, PED, RHU, HEM, GEN	7	Ec, Fe, Ra, Ti	Mac, Trit	Vo, Vc
83	<i>Annona muricata</i>	sabasaba, corossolier	Annonaceae	Ar	95,6	11	INF, CAR, NEU, DIS, ENM, MOA, CAN	7	Fe, Gr	Déc, Mac, Trit	Vo, Vc
84	<i>Aspilia africana</i>		Asteraceae	H	64,29	10	INF, DIS, RHU, DER, HEM, ENM, MOA	7	Fe, Ti	Trit	Vc
85	<i>Asystasia gangetica</i>	mabongo dibua	Acanthaceae	H	45,6	9	GYO, RES, DIS, RHU, DER, ENM, GEN	7	Fe, Ra, Ti, PA, PE	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vr
86	<i>Asystasia vogeliana</i>	vert de sang	Acanthaceae	H	68,13	13	INF, GYO, RES, DIS, DER, HEM, AST	7	Fe, Ti, PA	Déc, Mac	Vo
87	<i>Bambusa vulgaris</i>	ngada sokosoko	Poaceae	H	25,82	8	INF, GYO, URO, DIS, PED, ENM, EMP	7	Fe	Déc, Trit	Vo, Vr, Vc
88	<i>Chromoleana odorata</i>	boyengui	Asteraceae	H	46,7	15	INF, DIS, RHU, DER, ENM, GEN, CAN	7	Fe, Ra, Ti	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vc
89	<i>Colocasia esculenta</i>	dinde belembe	Araceae	H	44,51	13	INF, GYO, DIS, DER, ENM, MOA, CAN	7	Fe, Ra, Ti	Déc, Trit	Vo, Vr, Vc
90	<i>Cynodon dactylon</i>		Poaceae	H	20,33	10	CAR, DIS, DER, ENM, NEPH, GEN, CAN	7	Fe, Ra, PE	Déc, Mac, Trit	Vo, Vc
91	<i>Elephantopus mollis</i>		Asteraceae	H	31,32	10	INF, RES, DIS, RHU, AST, MOA, CAN	7	Fe, Ti, PE	Déc, Trit	Vo, Vr, Vc
92	<i>Ficus exasperata</i>	joloso, éponge métallique	Moraceae	Ar	63,74	17	INF, GYO, RES, DIS, PED, ENM, PSC	7	Ec, Fe	Déc, Mac, Trit	Vo, Vr, Vc
93	<i>Lycopersicum esculentum</i>		Solanaceae	H	65,38	7	GYO, RES, HEM, ENM, AST GEN, CAN	7	Fe, Ti, Fr	Déc, Trit	Vo
94	<i>Musa x paradisiaca</i>	jon, bananier plantain	Musaceae	H	63,19	17	INF, GYO, RES, DIS, PED, HEM, ENM	7	Fe, Ra, Fr, Fl	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vr, Vc
95	<i>Musa x acuminata</i>	dikube	Musaceae	H	56,59	12	INF, GYO, PED, DER, HEM, ENM, GEN	7	Fe, Ra, Ti, Fr, Fl	Déc, Mac, Trit	Vo, Vc
96	<i>Solanum nigrum</i>	sisang	Solanaceae	H	56,04	11	INF, NEU, GYO, DIS, DER, NEPH, MOA	7	Fe, Ra, Fr, Gr	Déc, Trit, Inf	Vo, Vc
97	<i>Terminalia catappa</i>	ngonda bebongo	Combretaceae	A	22,53	8	INF, CAR, GYO, RES, RHU, DER, ENM	7	Ec, Fe	Déc, Mac, Inf	Vo

98	<i>Urena lobata</i>		Malvaceae	L	26,92	10	GYO, RES, DIS, RHU, DER, ENM, GEN	7	Fe, PE	Trit	Vo, Vc
99	<i>Acanthospermum hispidum</i>		Asteraceae	H	23,63	8	INF, CAR, RES, DIS, HEM, ENM	6	Fe, Ti, PA	Inf, Trit	Vo, Vr
100	<i>Acanthus montanus</i>	janga la ngengele ou chien dent	Acanthaceae	H	37,91	17	INF, CAR, GYO, RES, DIS, RHU	6	Fe, Ti	Déc, Trit	Vo
101	<i>Aframomum arundinaceum</i>	ndonga munda	Zingiberaceae	H	29,12	9	INF, GYO, RES, DIS, PED, ORL	6	Fr	Déc, Mac, Inf	Vo, Vr
102	<i>Allophyllus africanus</i>	musono ma bedimo	Sapindaceae	Ar	52,75	6	INF, DIS, OPH, ENM, PSC, GEN	6	Fe, PE	Déc, Trit	Vo, Vocc
103	<i>Alternanthera sessilis</i>		Amaranthaceae	H	56,59	8	INF, GYO, DIS, PED, DER, PSC	6	Fe, PA, PE	Déc, Trit	Vo
104	<i>Dacryodes edulis</i>	bosao, prunier	Burseraceae	A	74,73	7	INF, CAR, NEU, RES, DER, HEM	6	Ec, Fe, Ti	Déc, Trit	Vo, Vc
105	<i>Erigeron floribundus</i>		Asteraceae	H	72,53	8	INF, GYO, ORL, EMP, GEN, MYS	6	Fe, PE	Déc, Mac, Inf	Vo, Vr
106	<i>Ipomoea batatas</i>	ndoko, ndoko'a mundi	Convolvulaceae	L	39,01	11	INF, CAR, GYO, DIS, AST, GEN	6	Fe	Déc, Mac, Trit	Vo, Vr, Vc
107	<i>Ipomoea involucrata</i>	ndoka bedimo	Convolvulaceae	L	47,25	12	INF, RES, DIS, PED, PSC, GEN	6	Fe, Ti, Bour	Mac, Trit	Vo, Vr, Vc
108	<i>Ipomoea mauritiana</i>		Convolvulaceae	L	35,71	6	GYO, PED, DER, ENM, AST, NEPH	6	fe, Ra, Tub	Déc, Trit	Vo, Vc
109	<i>Laportea ovalifolia</i>	tolobanji	Urticaceae	H	48,9	8	CAR, DIS, PED, DER, ENM, EMP	6	Fe, Ti	Déc, Trit	Vo, Vc
110	<i>Mentha spicata</i>		Lamiaceae	H	69,23	11	CAR, RES, DIS, RHU, DER, GEN	6	Fe, PE	Trit	Vo
111	<i>Nelsonia canescens</i>		Acanthaceae	H	30,77	11	INF, GYO, DIS, DER, GEN, CAN	6	PE	Déc, Trit	Vo
112	<i>Palisota hirsuta</i>		Commelinaceae	H	14,29	11	INF, GYO, DIS, OPH, NEPH, HEP	6	Ti	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vr, Vc
113	<i>Phaseolus vulgaris</i>		Fabaceae-Papilionoideae	H	39,01	6	INF, DIS, PED, DER, AST, GEN	6	Fr, Gr	Déc, Trit	Vo
114	<i>Portulaca oleracea</i>	nyukutu nyukutu, pourpier	Portulacaceae	H	35,16	11	CAR, GYO, DIS, ORL, EMP, GEN	6	Fe, Ra, PA	Déc, Mac, Trit	Vo, Vc
115	<i>Sida acuta</i>	dipapan la ndenlele	Malvaceae	Ar	47,8	11	INF, GYO, DIS, DER, AST, GEN	6	Fe, Ra	Déc, Inf	Vo
116	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	dikabo, macabo	Araceae	H	67,58	6	INF, GYO, RHU, HEM, GEN, CAN	6	Fe, Ti, PA, Tub	Déc, Mac	Vo
117	<i>Abelmoschus esculentus</i>	kiringang	Malvaceae	Ar	35,71	7	GYO, DIS, HEM, ENM, EMP	5	Fe, Fr, Gr	Mac, Trit, Inf	Vo, Vr
118	<i>Aeschynomene indica</i>		Fabaceae-Papilionoideae	Ar	48,9	7	INF, DIS, DER, NEPH, CAN	5	Ra	Déc, Trit, Inf	Vo
119	<i>Amaranthus graecizans</i>		Amaranthaceae	H	33,52	7	INF, GYO, DIS, RHU, CAN	5	Fe, Ti	Déc, Trit, Ext. Sèv	Vo, Vc
120	<i>Amaranthus viridis</i>		Amaranthaceae	H	42,86	6	INF, GYO, DIS, RHU, ENM	5	Fe, Ra, Fl	Déc, Trit	Vo, Vc
121	<i>Barteria fistulosa</i>		Passifloraceae	A	15,38	6	INF, CAR, RHU, DER, ENM	5	Fe	Déc, Trit	Vo, Vr, Vc

122	<i>Citrus sinensis</i>	epuma endene	Rutaceae	Ar	65,93	8	INF, RES, DIS, RHU, ORL	5	Fe, Fr	Déc, Inf	Vo
123	<i>Cleome rutidosperma</i>		Capparaceae	H	35,16	7	INF, DIS, RHU, DER, GEN	5	Fe, Ra, Ti, PA, PE	Trit	Vo
124	<i>Clerodendrum capitatum</i>	dipapan l'eboko	Lamiaceae	Ar	31,32	2	GYO, DIS, DER, AST, GEN	5	Fe, Ra, Gr, Fl	Déc	Vo
125	<i>Combretum racemosum</i>		Combretaceae	L	24,18	8	INF, GYO, RES, DIS, DER	5	Ec, Fe, Ra	Déc, Trit	Vo, Vc
126	<i>Cyathula prostrata</i>	kolokosi	Amaranthaceae	H	56,04	6	RES, DIS, PED, NEPH, GEN	5	Fe, Fl	Déc, Mac, Trit	Vo, Vc
127	<i>Desmodium ramosissimum</i>		Fabaceae- Papilionoideae	H	32,97	8	INF, GYO, RES, DIS, ENM	5	Fe, Ti, Tub, PE	Déc, Mac	Vo
128	<i>Dracaena arborea</i>	ebongo'a mbenda	Asparagaceae	Ar	30,77	6	CAR, GYO, DIS, DER, ORL	5	Fe	Mac, Trit, Inf	Vo, Vc
129	<i>Eclipta prostrata</i>		Asteraceae	H	63,19	7	GYO, DIS, RHU, DER, HEM	5	PE	Déc, Trit	Vo
130	<i>Melastomastrum capitatum</i>		Melastomataceae	H	13,19	7	INF, GYO, RES, HEM, GEN	5	Fe	Trit, inf	Vo, Vc
131	<i>Momordica charantia</i>	nyangala	Cucurbitaceae	L	23,63	19	DIS, PED, DER, ENM, AST	5	Fe, Fr, PE	Déc, Trit, Inf	Vo, Vc
132	<i>Setaria megaphylla</i>	ekoka bolowakasa wakasa –	Poaceae	H	4,95	7	GYO, DER, HEM, AST, MOA	5	Fe, Ra, Ti, PE	Déc, Mac, Trit	Vo, Vr, Vc
133	<i>Sida cordifolia</i>		Malvaceae	H	32,42	7	INF, GYO, DER, GEN, CAN	5	Fe, Ra, Fr, Fl	Déc, Trit	Vo, Vr, Vc
134	<i>Solanum macrocarpum</i>	nkeya	Solanaceae	H	69,78	7	INF, GYO, DIS, ORL, ENM	5	Fe, Fr	Déc	Vo, Vr
135	<i>Tridax procumbens</i>		Asteraceae	H	32,97	7	INF, DIS, RHU, DER, ENM	5	PA, PE	Déc, Trit	Vo, Vr
136	<i>Voacanga africana</i>	eyola njongi	Apocynaceae	Ar	55,49	8	INF, DIS, RHU, AST, PSC	5	Ec, Fe, Gr	Déc	Vo, Vr
137	<i>Acalypha welwitschiana</i>		Euphorbiaceae	Ar	6,04	5	INF, CAR, DIS, DER	4	Fe, Ti	Déc, Inf	Vo
138	<i>Alchornea laxiflora</i>		Euphorbiaceae	Ar	51,65	8	INF, GYO, URO, GEN	4	Ec, Fe	Déc, Trit	Vo
139	<i>Aloe buettneri</i>		Aloaceae	H	68,68	11	INF, GYO, DIS, ENM	4	Fe	Déc, Mac, Trit, Ext. Sèv	Vo
140	<i>Citrus medica</i>	citron	Rutaceae	Ar	59,89	4	INF, DIS, ORL, AST	4	Fe, Fr, Fl	déc, Mac	Vo
141	<i>Costus lucanusianus</i>	bohombo	Costaceae	H	49,45	5	INF, RES, DIS, PED	4	Fe, Ti, PE	Déc, Mac	Vo, Vc
142	<i>Cucumis melo</i>	melonier	Cucurbitaceae	H	43,96	4	INF, GYO, DER, ORL	4	Ec, Ra, Fr	Déc, Trit	Vo
143	<i>Emilia praetermissa</i>		Asteraceae	H	25,27	8	INF, DIS, PED, DER	4	Fe, PE	Déc, Trit	Vo
144	<i>Ficus mucoso</i>	djiiho	Moraceae	Ar	35,16	6	INF, GYO, DIS, PED	4	Ec, Fe, Ra	Mac, Trit	Vo, Vr
145	<i>Ipomoea cairica</i>	kota balong	Convolvulaceae	L	51,1	5	GYO, DER, ORL, CAN	4	Fe, PE	Mac, Trit	Vo, Vc
146	<i>Justicia secunda</i>		Acanthaceae	Ar	90,11	5	CAR, GYO, DIS, HEM	4	Fe, Ti	Déc	Vo
147	<i>Laportea aestuans</i>		Urticaceae	H	30,22	7	GYO, RHU, DER, HEM	4	Fe, Ra, Ti, PE	Déc, Trit	Vo, Vr

148	<i>Musanga cecropioides</i>	bosenge, parassolier	Cecropiaceae	Ar	54,4	4	GYO, DIS, PED, ORL	4	Fe	Déc, Trit	Vo
149	<i>Oldenlandia lancifolia</i>	ewuda mbanja	Rubiaceae	H	51,65	4	RES, ENM, MOA, MYS	4	Fe	Mac, Trit	Vo, Vc
150	<i>Scleria boivinii</i>		Cyperaceae	H	36,26	3	GYO, PED, DER, GEN	4	Fe, Ra, Fr, Gr	Déc, Mac, Trit	Vo, Vc, Vn
151	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>		Verbenaceae	H	20,33	4	INF, RES, NEPH, GEN	4	Fe, PE	Déc	Vo
152	<i>Telfairia occidentalis</i>		Cucurbitaceae	L	42,31	5	INF, DER, HEM, ENM	4	Fe, Gr	Déc, Mac, Trit	Vo
153	<i>Terminalia mantaly</i>		Combretaceae	A	43,96	7	INF, GYO, ENM, NEPH	4	Ec, Fe, Ti	Déc, Trit	Vo, Vr, Vc
154	<i>Theobroma cacao</i>	koko	Malvaceae	Ar	60,99	5	CAR, NEU, HEM, ORL	4	Fe, Ti, Gr	Déc, Inf	Vo
155	<i>Borreria monticola</i>	ewuda matinga	Rubiaceae	H	30,22	4	GYO, OPH, GEN	3	Fe	Mac	Vo, Vocc, Inh
156	<i>Brillantaisia lamium</i>		Acanthaceae	H	21,98	3	INF, GYO, DER	3	PA	Déc, Trit	Vo, Vc
157	<i>Canna indica</i>		Cannaceae	H	53,85	4	INF, DIS, GEN	3	Fe, Gr	Déc, Inf	Vo
158	<i>Clerodendrum scandens</i>	musono mundene	Lamiaceae	Ar	9,89	6	GYO, PED, DER	3	Fe, Ti	Déc, Mac, Trit, Inf	Vo, Vc, Vn
159	<i>Colocasia affinis</i>		Araceae	H	37,91	3	INF, RES, OPH	3	Fe	Déc, Trit	Vo, Vc
160	<i>Dracaena fragrans</i>		Asparagaceae	Ar	54,95	3	RHU, DER, MOA	3	Fe, Ra	Déc, Trit	Vo, Vc
161	<i>Euphorbia kamerunica</i>	njoa basa	Euphorbiaceae	H	48,9	5	DIS, DER, ENM	3	Ec, Fe, Ra	Mac, Trit, Ext. Sèv	Vo, Vc
162	<i>Ficus umbellata</i>		Moraceae	Ar	26,92	6	INF, GYO, CAN	3	Ec, Fe, Ra	Déc	Vo
163	<i>Heterotis prostrata</i>		Melastomataceae	H	48,35	4	INF, CAR, GEN	3	Fe	Déc, Mac	Vo, Vr
164	<i>Hibiscus Rosa-sinensis</i>	hibiscus	Malvaceae	H	38,46	5	GYO, DIS, ENM	3	Fe, Fl	Déc, Mac, Trit	Vo, Vr
165	<i>Hypoestes aristata</i>		Acanthaceae	Ar	37,91	3	DIS, DER, OPH	3	Fe	Déc, Trit	Vc
166	<i>Indigofera pilosa</i>	ngonda bedimo	Fabaceae-Papilionoideae	H	9,34	3	INF, EMP, GEN	3	Fe, Ti	Déc, Trit	Vo, Vr, Vocc
167	<i>Justicia striata</i>		Acanthaceae	Ar	61,54	4	GYO, ORL, PSC	3	Fe, PE	Mac, trit	Vo, Vn
168	<i>Melanthera scandens</i>	wakasa wakasa – bwasa	Asteraceae	H	41,21	5	GYO, DIS, DER	3	Fe, Ti	Déc, Trit	Vo, Vc
169	<i>Phragmanthera capitata</i>	samacopée	Loranthaceae	A	56,04	4	CAR, NEU, ENM	3	Fe, Ti	Déc	Vo
170	<i>Pilogyne scabra</i>		Cucurbitaceae	L	26,92	8	GYO, DIS, HEM	3	Fe, Ra, Fr	Déc, Mac, Trit	Vo, Vr
171	<i>Plectrenthus monostachyus</i>	dimayn	Lamiaceae	H	30,22	3	INF, GYO, GEN	3	Fe, Ti, PE	Déc, Trit, Inf	Vo, Vc
172	<i>Terminalia superba</i>	mukonya	Combretaceae	A	56,04	5	INF, CAR, PED	3	Ec, Fe	Déc, Trit	Vo, Vr
173	<i>Triumfetta pentandra</i>	nkui	Malvaceae	H	43,41	4	GYO, DIS, DER	3	Ec, Fe, Ra, Ti	Mac, Trit	Vo, Vr, Vc

174	<i>Vigna subterranea</i>	wonda balondo	Fabaceae- Papilionoideae	L	35,16	3	GYO, GEN, CAN	3	Fe, Gr	Trit	Vo, Vc, Vocc
175	<i>Amaranthus cruentus</i>		Amaranthaceae	H	46,15	2	GYO, HEM	2	Fe, PE	Déc	Vo
176	<i>Borreria verticillata</i>	ewuda nyama bwaba	Rubiaceae	H	36,81	2	INF, DER	2	Fe, Ti, PA, PE	Déc, Trit	Vo, Vc
177	<i>Cucumis sativus</i>		Cucurbitaceae	H	32,97	4	INF, ENM	2	Fr	Ma, Trit	Vo, Vc
178	<i>Cyanthillium stelluliferum</i>	muwiso musadi	Asteraceae	H	52,2	2	INF, HEM	2	Fe	Inf	Vo
179	<i>Cyperus tuberosus</i>		Cyperaceae	H	17,03	2	INF, DIS	2	Rh	Déc	Vo
180	<i>Desmodium adscendens</i>	arachide des fantômes	Fabaceae- Papilionoideae	H	25,82	4	GYO, PED	2	Fe, Ti, PE	Trit	Vo, Vr, Vc
181	<i>Dioscorea alata</i>	mba, sodi, embola eyididi	Dioscoreaceae	L	40,11	4	DIS, ENM	2	Fe, Tub	déc	Vo, Vr
182	<i>Lactuca sativa</i>		Asteraceae	H	23,63	2	DIS, AST	2	Fe	Trit	Vo
183	<i>Momordica multiflora</i>		Cucurbitaceae	L	20,88	2	GYO, RHU	2	PE	Déc, Trit	Vo, Vr
184	<i>Nephrolepis undulata</i>		Dryopteridaceae	F	37,91	3	GYO, URO	2	Fe	Déc, Trit, Inf	Vo
185	<i>Oxalis barrelieri</i>		Oxalidaceae	H	48,9	2	DIS, ENM	2	PE	Déc	Vo
186	<i>Sida alba</i>		Malvaceae	H	29,67	2	INF, DIS	2	Fe, RA, Ti	Déc, Trit	Vo, Vc
187	<i>Talinum triangulare</i>		Portulacaceae	H	48,9	3	INF, NEU	2	Fe	Déc, Mac, Trit	Vo, Vn
188	<i>Amaranthus hybridus</i>	ewole	Amaranthaceae	H	53,3	1	DIS	1	Fe	Trit	Vo
189	<i>Axonopus compressus</i>		Poaceae	H	12,09	1	ENM	1	Fe	Déc, Trit	Vo
190	<i>Centrosema pubescens</i>		Fabaceae- Papilionoideae	H	39,01	1	DER	1	Fe	Déc, Trit	Vo, Vc
191	<i>Citrus maxima</i>		Rutaceae	Ar	47,8	1	ENM	1	Fe, Fr	Déc	Vo
192	<i>Setaria barbata</i>		Poaceae	H	20,33	1	CAR	1	Fe	Déc, Trit	Vo, Vc



### Annexe III. Tableau synthétique des plantes médicinales récoltées dans la ville de Douala.

RMi : recouvrements moyens ; Pi : indices de présences ; Rr : recouvrements relatifs ; FR : fréquences relatives ; CP : classes de présence

- TM : types morphologiques : Hb : herbacées basses ; Hh : Herbacées hautes ; Ar : arbustes ; L : lianes ; A : arbres ; F : fougères

- TB : types biologiques. Chd : chaméphytes dressées ; Chgr : chaméphytes grimpantes ; Chp : chaméphytes prostrées ; Cht : chaméphytes rampantes ; Ghgr : géophytes grimpants ; Grh : géophytes rhizomateux ; Gt : géophytes tubéreux ; Hc : hémicryptophytes cespiteux ; Hgr : hémicryptophytes grimpantes ; Mcph : microphanérophytes ; Msph : mésophanérophytes ; Mnph : nanophanérophytes ; Thd : thérophytes dressées ; Thgr : thérophytes grimpantes ; Thsc : thérophytes scapeux.

- TF : types foliaires. Lepto : leptophylles ; Macro : macrophylls ; Méga : mégaphylles ; Méso : mésophylles ; Micro : microphylls ; Nano : nanophylles Ind. : indéterminé.

MD : modes de dispersions. Anémo : anémochorie ; Auto : autochorie ; baro : barochorie ; Endozoo : endozoochorie ; Epizoo : epizoochorie

- TD : types de dispores. Acan : acanthochores ; Ballo : ballochores ; Desmo : desmochores ; Pléo : pléochores ; Pogo : pogonochores ; Ptéro : ptérochores ; Sarco : sarcochores ; Scléro : sclérochores ; Sporo : sporochores

- TP : types phytogéographiques. Aam : afro-américaines ; Aas : afro-asiatiques ; AT : afro-tropicales ; CG : centro-guinéo-congolaises ; Cos : cosmopolites ; End-Cam : endémiques camerounaises ; GC : omni ou sub-omni-guinéo-congolaises ; G-Sz : guinéennes et soudano-zambéziennes ; Ind. : indéterminé ; Pal : paléotropicales ; Pan : pantropicales ; PRA pluri-régionales africaines

- Usages. Altaire : alimentaire ; Indet. Indeterminé ; Orn : ornemental ; pm : plantes médicinales.

N°	Espèces végétales	Familles	Classes	TM	TB	TF	MD	TD	TP	Usages	Statuts UICN	RMi	Pi	Rr	FR	CP
1	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	Malvaceae	Dic	Ar	Nnph	Méso	Epizoo	Ballo	Pan	pm, altaire	LC	41,25	0,0005	0,05	2,75	I
2	<i>Acalypha aristata</i> Kunth.	Euphorbiaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Ballo	Aam	Indet	LC	15,38	0,0002	0,02	1,25	I
3	<i>Acalypha brachystachya</i> Hornem	Euphorbiaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Ballo	Pal	pm	LC	45,00	0,0005	0,05	4	I
4	<i>Acalypha hispida</i> Burm. F.	Euphorbiaceae	Dic	Ar	Msph	Micro	Endozoo	Ballo	Pal	pm, orn	LC	12,75	0,0001	0,01	1,25	I
5	<i>Acalypha welwitschiana</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Dic	Ar	Msph	Micro	Endozoo	Ballo	Pal	pm	LC	18,00	0,0002	0,02	2	I
6	<i>Acanthospermum hispidum</i> D. C.	Asteraceae	Dic	Hb	Thd	Micro	anémo	Acan	Aam	pm	LC	20,25	0,0002	0,02	2,75	I
7	<i>Acanthus montanus</i> (Nees) T. Anderson	Acanthaceae	Dic	Hh	Nnph	Macro	Epizoo	Ballo	AT	pm	LC	46,13	0,0005	0,05	3,5	I
8	<i>Achyranthes aspera</i> Linn.	Amaranthaceae	Dic	Hh	Chd	Micro	Endozoo	Sarco	Pan	pm	LC	39,75	0,0004	0,04	3,25	I
9	<i>Acmella caulirhiza</i> Delile	Asteraceae	Dic	Hb	Chd	Micro	anémo	Pogo	Aam	pm	LC	117,38	0,0013	0,13	10,25	I
10	<i>Acroceras amplexans</i> Stapf.	Poaceae	Mon	Hh	Chrp	Ind	Epizoo	Scléro	G-Sz	Indet	LC	5,25	0,0001	0,01	0,75	I
11	<i>Acroceras zizanooides</i> (kunth.) Dandy	Poaceae	Mon	Hh	Chrp	Nano	Epizoo	Scléro	Pan	pm	LC	29,63	0,0003	0,03	2	I
12	<i>Aeschynomene gracilipes</i> Taub.	Fabaceae-Papilionoideae	Dic	Ar	Nnph	Nano	Anémo	Ballo	AT	pm	LC	8,25	0,0001	0,01	0,75	I
13	<i>Aeschynomene indica</i> Linn.	Fabaceae-Papilionoideae	Dic	Ar	Chd	Nano	Anémo	Ballo	Pan	pm	LC	18,00	0,0002	0,02	2	I
14	<i>Aframomum arundinaceum</i> (Oliv. & D. Hanb.) K. Schum.	Zingiberaceae	Mon	Hh	Grh	Méso	Endozoo	Sarco	Aas	pm, altaire	NT	11,25	0,0001	0,01	0,75	I
15	<i>Ageratum conyzoides</i> Linn.	Asteraceae	Dic	Hh	Thd	Micro	anémo	pogo	Cos	pm	LC	492,38	0,0055	0,55	46,25	III

16	<i>Agrostis mannii</i> (Hook. F.) Stapf.	Poaceae	Mon	Hh	Thd	Nano	Epizoo	Scléro	PRA	Indet	EN	21,75	0,0002	0,02	2,25	I
17	<i>Agrostis zizanioides</i> (kunth.) Dandy	Poaceae	Mon	Hh	Thd	Micro	Epizoo	pogo	PRA	Indet	LC	108,00	0,0012	0,12	17	I
18	<i>Albizia ferruginea</i> (Guill. & Perr.) Benth.	Fabaceae- Mimosoideae	Dic	A	Msph	Micro	anémo	Desmo	GC	pm	LC	26,25	0,0003	0,03	1	I
19	<i>Alchornea cordifolia</i> Schumach. & Thonn. Mull. Arg.	Euphorbiaceae	Dic	Ar	Msph	Méso	Endozoo	Ballo	AT	pm	LC	150,75	0,0017	0,17	13,25	I
20	<i>Alchornea floribunda</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Dic	Ar	Msph	Méso	Endozoo	Ballo	GC	pm	LC	15,75	0,0002	0,02	1,25	I
21	<i>Alchornea laxiflora</i> (Benth.) Pax & K.Hoffm.	Euphorbiaceae	Dic	Ar	Mcp	Méso	Endozoo	Ballo	G-Sz	pm	LC	19,50	0,0002	0,02	1,5	I
22	<i>Allophylus africanus</i> P.Beauv.	Sapindaceae	Dic	Ar	Nnph	Méso	Anémo	Sarco	Pan	pm	LC	27,00	0,0003	0,03	2	I
23	<i>Allophylus bullatus</i> Radlk.	Sapindaceae	Dic	A	Mcp	Méso	Anémo	Sarco	End-CAM	pm	VU	9,00	0,0001	0,01	1	I
24	<i>Aloe buettneri</i> A. Berger	Aloaceae	Mon	Hh	Hc	Méso	Anthropo	Ballo	Pan	pm	LC	18,75	0,0002	0,02	1,25	I
25	<i>Aloe vera</i> A. Berger	Aloaceae	Mon	Hh	Hc	Méso	Anthropo	Ballo	Pan	pm	LC	51,00	0,0006	0,06	4	I
26	<i>Alstonia boonei</i> De Wild.	Apocynaceae	Dic	Ar	Mcp	Macro	anémo	Sarco	G-Sz	pm	LC	11,25	0,0001	0,01	0,75	I
27	<i>Alternanthera sessilis</i> L. R. (Br.) ex D. C.	Amaranthaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Sarco	Cos	pm	LC	510,13	0,0056	0,56	41	III
28	<i>Amaranthus cruentus</i> Linn.	Amaranthaceae	Dic	Hh	Chd	Micro	Endozoo	scléro	Cos	pm, altaire	LC	21,75	0,0002	0,02	3,25	I
29	<i>Amaranthus graecizans</i> Linn.	Amaranthaceae	Dic	Hh	Chd	Micro	Endozoo	scléro	Cos	pm, altaire	LC	24,75	0,0003	0,03	3,25	I
30	<i>Amaranthus hybridus</i> Linn.	Amaranthaceae	Dic	Hh	Chd	Micro	Endozoo	scléro	Cos	pm, altaire	LC	30,00	0,0003	0,03	4	I
31	<i>Amaranthus spinosus</i> Linn.	Amaranthaceae	Dic	Hh	Chd	Micro	Endozoo	scléro	Pan	pm, altaire	LC	183,75	0,0020	0,20	21,25	II
32	<i>Amaranthus viridis</i> Linn.	Amaranthaceae	Dic	Hh	Chd	Micro	Endozoo	scléro	Cos	pm, altaire	LC	28,50	0,0003	0,03	3,5	I
33	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Bromeliaceae	Mon	Hh	Hc	Méso	Endozoo	Ballo	Pal	pm, altaire	LC	11,25	0,0001	0,01	0,75	I
34	<i>Anchomanes difformis</i> (Blume) Engl.	Araceae	Mon	Hh	Grh	Macro	Endozoo	Sarco	G-Sz	pm	LC	4,50	0,0000	0,00	0,5	I
35	<i>Andropogon africanus</i> Franch.	Poaceae	Mon	Hh	Hc	Micro	Epizoo	scléro	AT	Indet	LC	18,75	0,0002	0,02	1,25	I
36	<i>Andropogon gayanus</i> Kunth.	Poaceae	Mon	Hh	Hc	Micro	Epizoo	scléro	G-Sz	pm	LC	7,50	0,0001	0,01	0,5	I
37	<i>Aneilema beniniense</i> (P. Beauv.) Kunth.	Commelinaceae	Mon	Hb	Chrp	Micro	Epizoo	Scléro	GC	pm	LC	90,00	0,0010	0,10	7	I
38	<i>Anisodontea racemosa</i> (Harv.) Bates	Malvaceae	Dic	Ar	Nnph	Méso	anémo	Ballo	G-Sz	orn	LC	4,50	0,0000	0,00	0,5	I
39	<i>Annona muricata</i> Linn.	Annonaceae	Dic	Ar	Msph	Méso	Endozoo	Ballo	Pan	pm, altaire	LC	30,00	0,0003	0,03	2	I
40	<i>Anubias hastifolia</i> Engl.	Araceae	Mon	Hb	Grh	Macro	Endozoo	Sarco	GC	Indet	LC	15,00	0,0002	0,02	1	I
41	<i>Arachis hypogaea</i> Linn.	Fabaceae- Papilionoideae	Dic	Hb	Thgr	Méso	Anémo	Ballo	Cos	pm, altaire	LC	9,75	0,0001	0,01	1,25	I
42	<i>Ascolepis capensis</i> (Kunth.) Ridl.	Cyperaceae	Mon	Hh	Thd	Micro	Epizoo	scléro	Pan	Indet	LC	38,25	0,0004	0,04	3,75	I
43	<i>Aspilia Africana</i> (Pers.) C. D.	Asteraceae	Dic	Hb	Thd	Méso	anémo	pogo	GC	pm	LC	15,00	0,0002	0,02	2	I
44	<i>Asystasia gangetica</i> L. R. (Br.)	Acanthaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Epizoo	Ballo	Pan	pm	LC	353,63	0,0039	0,39	34	II
45	<i>Asystasia</i> sp.	Acanthaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Epizoo	Ballo	Ind.	pm	Ind.	17,25	0,0002	0,02	1,75	I

46	<i>Asystasia vogeliana</i> Benth.	Acanthaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Epizoo	Ballo	G-Sz	pm	LC	59,25	0,0007	0,07	5,75	I
47	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	Poaceae	Mon	Hb	Hc	Micro	Epizoo	Scléro	Pal	pm	LC	201,38	0,0022	0,22	14,25	I
48	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad.	Poaceae	Mon	Hh	Hc	Micro	Epizoo	Scléro	Pan	pm	LC	12,00	0,0001	0,01	1	I
49	<i>Barteria fistulosa</i> Mast.	Passifloraceae	Dic	A	Msph	Méso	Endozoo	Sarco	GC	pm	LC	11,25	0,0001	0,01	0,75	I
50	<i>Bidens mannii</i> T. G. J. Rayner	Asteraceae	Dic	Hh	Chd	Micro	anémo	Pogo	AT	Indet	VU	7,50	0,0001	0,01	1,5	I
51	<i>Bidens pilosa</i> Linn.	Asteraceae	Dic	Hh	Thd	Méso	anémo	Pogo	Pan	pm	LC	44,25	0,0005	0,05	5,75	I
52	<i>Borassus aethiopum</i> Mart.	Arecaceae	Mon	Hh	Msph	Macro	Baro	Sarco	G-Sz	orn	LC	12,00	0,0001	0,01	1	I
53	<i>Borreria monticola</i> (L.) G. Mey.	Rubiaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	Endozoo	Ballo	GC	pm	LC	13,50	0,0001	0,01	1,5	I
54	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey.	Rubiaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	Endozoo	Ballo	Aam	pm	LC	33,00	0,0004	0,04	3	I
55	<i>Brachiaria jubata</i> (Fig. & De Not.) Stapf.	Poaceae	Mon	Hb	Thd	Micro	Epizoo	Scléro	GC	Indet	LC	106,50	0,0012	0,12	8,5	I
56	<i>Brachiaria lata</i> (Schumach.)	Poaceae	Mon	Hb	Hc	Micro	Epizoo	Scléro	Aas	Indet	LC	85,50	0,0009	0,09	10,5	I
57	<i>Brillantaisia lamium</i> (Nees) Benth.	Acanthaceae	Dic	Hh	Chd	Micro	Endozoo	Scléro	GC	Indet	LC	10,50	0,0001	0,01	1,5	I
58	<i>Bulbostylis abortiva</i> (Steud.) C.B. Clarke	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	GC	Indet	LC	15,75	0,0002	0,02	1,25	I
59	<i>Bulbostylis filiformis</i> C.B. Clarke	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Aam	Indet	LC	4,50	0,0000	0,00	0,5	I
60	<i>Bulbostylis thouarsii</i> (Roem. & Schult.) Lye ex Veldkamp & Verloove	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	GC	Indet	LC	6,75	0,0001	0,01	1,25	I
61	<i>Caladium bicolor</i> (Aiton) Vent.	Araceae	Mon	Hb	Grh	Macro	Endozoo	Sarco	Pan	pm	LC	51,00	0,0006	0,06	6	I
62	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	Fabaceae- Papilionoideae	Dic	L	Thgr	Méso	Anémo	Ballo	Aam	pm	LC	16,50	0,0002	0,02	1,5	I
63	<i>Canna indica</i> Linn.	Cannaceae	Mon	Hh	Grh	Macro	Endozoo	Sarco	Cos	pm	DD	12,75	0,0001	0,01	1,25	I
64	<i>Capsicum annuum</i> Linn.	Solanaceae	Dic	Hh	Nnph	Méso	Endozoo	Sarco	Pan	pm, altaire	LC	30,75	0,0003	0,03	2,25	I
65	<i>Capsicum frutescens</i> Linn.	Solanaceae	Dic	Hh	Nnph	Méso	Endozoo	Sarco	Pan	pm, altaire	LC	22,50	0,0002	0,02	2,5	I
66	<i>Cardamine hirsuta</i> Linn.	Brassicaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	auto	Ballo	Cos	pm	LC	1,50	0,0000	0,00	0,5	I
67	<i>Cardamine trichocarpa</i> Hochst ex A. Rich	Brassicaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	auto	Ballo	Pan	pm	LC	21,00	0,0002	0,02	2	I
68	<i>Cardiospermum halicacabum</i> Linn.	Sapindaceae	Dic	Hh	Hgr	Méso	Endozoo	Sarco	Aam	pm	LC	18,00	0,0002	0,02	2	I
69	<i>Carex petittiana</i> A. Rich.	Cyperaceae	Mon	Hh	Grh	Micro	Epizoo	scléro	GC	Indet	LC	5,25	0,0001	0,01	0,75	I
70	<i>Carica papaya</i> Linn.	Caricaceae	Dic	Ar	Msph	Macro	Endozoo	Ballo	GC	pm, altaire	LC	156,75	0,0017	0,17	14,25	I
71	<i>Senna alata</i> Linn.	Fabaceae- Caesalpinioideae	Dic	Ar	Grh	Méso	Anémo	Ballo	Cos	pm	LC	67,50	0,0007	0,07	7,5	I
72	<i>Senna hirsuta</i> Linn.	Fabaceae- Caesalpinioideae	Dic	Hh	Grh	Méso	Anémo	Ballo	G-Sz	pm	LC	28,50	0,0003	0,03	2,5	I
73	<i>Senna mimosoides</i> Linn.	Fabaceae- Caesalpinioideae	Dic	Hh	Grh	Lepto	Anémo	Ballo	Pan	pm	LC	27,75	0,0003	0,03	2,25	I
74	<i>Senna obtusifolia</i> Linn.	Fabaceae- Caesalpinioideae	Dic	Hh	Grh	Méso	Anémo	Ballo	Pan	pm	LC	9,00	0,0001	0,01	1	I

75	<i>Senna occidentalis</i> Linn.	Fabaceae-Caesalpinioideae	Dic	Hh	Grh	Méso	Anémo	Ballo	G-Sz	pm	LC	64,50	0,0007	0,07	7,5	I
76	<i>Celosia leptostachya</i> Linn.	Amaranthaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	Endozoo	Desmo	PRA	pm	LC	8,25	0,0001	0,01	0,75	I
77	<i>Celosia trigyna</i> Linn.	Amaranthaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	Endozoo	Desmo	PRA	pm	LC	5,25	0,0001	0,01	0,75	I
78	<i>Cenchrus polystachios</i> (L.) Morrone	Poaceae	Mon	Hb	Hc	Méso	Epizoo	pogo	Pan	pm	LC	33,75	0,0004	0,04	2,25	I
79	<i>Cenchrus ramosus</i> (Hochst.) Morrone	Poaceae	Mon	Hb	Hc	Méso	Epizoo	pogo	Aam	Indet	LC	7,50	0,0001	0,01	0,5	I
80	<i>Centella asiatica</i> (Linn.) Urb.	Apiaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	scléro	Cos	pm	LC	66,75	0,0007	0,07	7,25	I
81	<i>Centrosema pubescens</i> Benth.	Fabaceae-Papilionoideae	Dic	Hb	Chd	Micro	Epizoo	Ballo	Pan	pm	LC	36,75	0,0004	0,04	3,25	I
82	<i>Chamaecrista mimosoides</i> (L.) Greene	Fabaceae-Caesalpinioideae	Dic	Ar	Nnph	Nano	Auto	Ballo	Pal	pm	LC	12,75	0,0001	0,01	1,25	I
83	<i>Chloris pilosa</i> Schumach. & Thonn.	Poaceae	Mon	Hb	Thd	Micro	Epizoo	Scléro	G-Sz	Indet	LC	153,00	0,0017	0,17	12	I
84	<i>Chloris virgata</i> Sw.	Poaceae	Mon	Hb	Thd	Micro	Epizoo	Scléro	Cos	Indet	LC	58,50	0,0006	0,06	4,5	I
85	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) King & Robins.	Asteraceae	Dic	Hh	Thd	Méso	anémo	Desmo	Pan	pm	LC	150,00	0,0017	0,17	17	I
86	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	Dic	Ar	Mcph	Méso	Endozoo	Sarco	Aas	pm, altaire	LC	26,25	0,0003	0,03	1,75	I
87	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	Rutaceae	Dic	Ar	Mcph	Méso	Endozoo	Sarco	Pan	pm, altaire	LC	18,75	0,0002	0,02	1,25	I
88	<i>Citrus medica</i> Linn.	Rutaceae	Dic	Ar	Mcph	Méso	Endozoo	Sarco	Pan	pm, altaire	LC	12,00	0,0001	0,01	1	I
89	<i>Citrus sinensis</i> Linn.	Rutaceae	Dic	Ar	Mcph	Méso	Endozoo	Sarco	Pan	pm, altaire	LC	36,00	0,0004	0,04	3	I
90	<i>Cleome ciliata</i> Schumach. & Thonn.	Capparaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	Auto	Ballo	GC	pm	LC	486,75	0,0054	0,54	51,25	III
91	<i>Cleome rutidosperma</i> D. C.	Capparaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	Auto	Ballo	pan	pm	LC	43,50	0,0005	0,05	6,5	I
92	<i>Cleome viscosa</i> Linn.	Capparaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	Auto	Ballo	Cos	pm	LC	38,25	0,0004	0,04	3,75	I
93	<i>Clerodendrum capitatum</i> (Willd.) Schumach. & Thonn.	Lamiaceae	Dic	Ar	Nnph	Méso	Endozoo	Sarco	G-Sz	pm, orn	LC	23,25	0,0003	0,03	1,75	I
94	<i>Clerodendrum chamaeriphes</i> Wernham	Lamiaceae	Dic	Ar	Nnph	Méso	Endozoo	Sarco	G-Sz	orn	LC	14,25	0,0002	0,02	1,75	I
95	<i>Clerodendrum umbellatum</i> Poir.	Lamiaceae	Dic	Ar	Msph	Méso	Endozoo	Sarco	G-Sz	pm, orn	LC	7,50	0,0001	0,01	0,5	I
96	<i>Cocos nucifera</i> Linn.	Arecaceae	Mon	Hh	Mcph	Méso	Endozoo	Sarco	Cos	pm, altaire	LC	30,75	0,0003	0,03	2,25	I
97	<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) A. Juss.	Euphorbiaceae	Dic	Ar	Mcph	Méso	Endozoo	Ballo	Cos	orn	LC	16,50	0,0002	0,02	1,5	I
98	<i>Colocasia affinis</i> Schott.	Araceae	Mon	Hh	Gt	Macro	Endozoo	Sarco	Aas	altaire	LC	12,75	0,0001	0,01	1,25	I
99	<i>Colocasia esculenta</i> L. (Schott)	Araceae	Mon	Hh	Gt	Macro	Endozoo	Sarco	Pan	pm, altaire	LC	44,25	0,0005	0,05	6,75	I
100	<i>Combretum comosum</i> G. (Don.)	Combretaceae	Dic	L	Hgr	Micro	Epizoo	Ptéro	G-Sz	orn	LC	24,38	0,0003	0,03	1,25	I
101	<i>Combretum racemosum</i> G. (Don.)	Combretaceae	Dic	L	Hgr	Micro	anémo	Ptéro	AT	pm, orn	LC	7,50	0,0001	0,01	0,5	I
102	<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.	Commelinaceae	Mon	Hb	Chrp	Micro	Epizoo	Ballo	Pan	pm	LC	474,38	0,0053	0,53	38,25	II
103	<i>Commelina benghalensis</i> Linn.	Commelinaceae	Mon	Hb	Chrp	Micro	Epizoo	Ballo	Pal	pm	LC	23,25	0,0003	0,03	1,75	I
104	<i>Commelina erecta</i> Linn.	Commelinaceae	Mon	Hb	Chrp	Micro	Epizoo	Ballo	AT	Indet	LC	54,00	0,0006	0,06	4	I

105	<i>Commelina forskolii</i> Vahl.	Commelinaceae	Mon	Hb	Chrp	Micro	Epizoo	Ballo	Aam	pm	LC	93,75	0,0010	0,10	7,25	I
106	<i>Corchorus hirtus</i> Linn.	Tiliaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Sarco	Aam	Indet	LC	14,25	0,0002	0,02	1,75	I
107	<i>Corchorus oltorius</i> Linn.	Tiliaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	Endozoo	Sarco	Pan	pm, altaire	LC	15,75	0,0002	0,02	2,25	I
108	<i>Costus afer</i> Ker-Gaw	Costaceae	Mon	Hh	Grh	Méso	Endozoo	Sarco	G-Sz	pm	LC	156,00	0,0017	0,17	12	I
109	<i>Costus lucanusianus</i> J. Braun & K. Schum	Costaceae	Mon	Hh	Grh	Méso	Endozoo	Sarco	G-Sz	pm	LC	22,50	0,0002	0,02	1,5	I
110	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore	Asteraceae	Dic	Hh	Thd	Nano	anémo	Desmo	Aas	pm	LC	19,50	0,0002	0,02	2,5	I
111	<i>Crotalaria ochroleuca</i> L.	Fabaceae- Papilionoideae	Dic	Hh	Chd	Nano	Anémo	Ballo	Pan	pm	LC	47,25	0,0005	0,05	4,75	I
112	<i>Crotalaria pallida</i> Aiton	Fabaceae- Papilionoideae	Dic	Hb	Cht	Méso	Anémo	Ballo	Pal	Indet	LC	21,00	0,0002	0,02	2	I
113	<i>Crotalaria retusa</i> Linn.	Fabaceae- Papilionoideae	Dic	Hh	Chd	Micro	Anémo	Ballo	AT	pm	LC	14,25	0,0002	0,02	1,75	I
114	<i>Croton barbatus</i> Kunth.	Euphorbiaceae	Dic	A	NnPh	Méga	Endozoo	sarco	G-Sz	Indet	LC	21,00	0,0002	0,02	2	I
115	<i>Cucumis melo</i> Linn.	Cucurbitaceae	Dic	Hb	Thgr	Méga	Endozoo	Sarco	Pal	pm, altaire	LC	16,50	0,0002	0,02	1,5	I
116	<i>Cucumis sativus</i> Linn.	Cucurbitaceae	Dic	Hb	Thgr	Méga	Endozoo	Sarco	Aas	pm, altaire	LC	12,00	0,0001	0,01	1	I
117	<i>Cucurbita pepo</i> Linn.	Cucurbitaceae	Dic	Hb	Thgr	Méso	Endozoo	Sarco	Cos	pm	LC	33,00	0,0004	0,04	3	I
118	<i>Cyanthillium cinereum</i> (L.) H. Rob.	Asteraceae	Dic	Ar	Thd	Micro	anémo	Pogo	AT	pm	LC	326,25	0,0036	0,36	29,75	II
119	<i>Cyanthillium stelluliferum</i> (Benth.) H. Rob.	Asteraceae	Dic	Hb	Chd	Micro	anémo	pogo	G-Sz	pm	LC	19,50	0,0002	0,02	2,5	I
120	<i>Cyathula achyranthoides</i> (Kunth.) Moq.	Amaranthaceae	Dic	Hh	Thd	Micro	Epizoo	Ballo	Aam	pm, altaire	LC	36,00	0,0004	0,04	3	I
121	<i>Cyathula cylindrica</i> Moq.	Amaranthaceae	Dic	Hh	Chd	Micro	Epizoo	Ballo	AT	pm	LC	34,50	0,0004	0,04	3,5	I
122	<i>Cyathula prostrata</i> L. (Blume)	Amaranthaceae	Dic	Hh	Chd	Micro	Epizoo	Ballo	Pan	pm	LC	475,50	0,0053	0,53	45,5	III
123	<i>Cymbopogon citratus</i> (D. C.) Stapf.	Poaceae	Mon	Hh	Hc	Micro	Epizoo	Scléro	AT	pm, altaire	LC	111,38	0,0012	0,12	8,25	I
124	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae	Mon	Hb	Chrp	Micro	Epizoo	scléro	GC	pm	LC	408,00	0,0045	0,45	31,25	II
125	<i>Cyperus alternifolius</i> Linn.	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Pan	pm	LC	185,25	0,0021	0,21	23,75	II
126	<i>Cyperus amabilis</i> Vahl.	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Pan	Indet	LC	60,00	0,0007	0,07	4	I
127	<i>Cyperus bulbosus</i> Vahl.	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Nano	Epizoo	scléro	Cos	pm	LC	13,50	0,0001	0,01	1,5	I
128	<i>Cyperus cylindrostachyus</i> Boeckeler	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Pan	Indet	LC	50,25	0,0006	0,06	3,75	I
129	<i>Cyperus cyperoides</i> (L.) Kuntze.subsp. Cyperoides	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Méso	Epizoo	scléro	Cos	pm	LC	47,25	0,0005	0,05	3,75	I
130	<i>Cyperus difformis</i> Linn.	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Pan	Indet	LC	18,00	0,0002	0,02	3	I
131	<i>Cyperus dilatatus</i> Schum.	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	AT	Indet	LC	74,25	0,0008	0,08	6,75	I
132	<i>Cyperus distans</i> Linn.	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Pan	pm	LC	75,75	0,0008	0,08	7,25	I
133	<i>Cyperus esculentus</i> Linn.	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Pan	pm	LC	46,50	0,0005	0,05	5,5	I
134	<i>Cyperus imbricatus</i> Retz.	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Pan	Indet	LC	79,50	0,0009	0,09	8,5	I

135	<i>Cyperus iria</i> Linn.	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Pan	Indet	LC	102,75	0,0011	0,11	15,25	I
136	<i>Cyperus longibracteatus</i> Lam.	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Cos	Indet	LC	45,00	0,0005	0,05	4	I
137	<i>Cyperus maculatus</i> Boeckeler subsp. <i>Maculatus</i>	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Aas	pm	LC	75,00	0,0008	0,08	6	I
138	<i>Cyperus pectinatus</i> Poiret	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Pan	Indet	LC	51,75	0,0006	0,06	7,25	I
139	<i>Cyperus rotundus</i> Linn.	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Cos	pm	LC	71,25	0,0008	0,08	10,75	I
140	<i>Cyperus</i> sp.	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Ind.	pm	Ind.	1,50	0,0000	0,00	0,5	I
141	<i>Cyperus squarrosus</i> Linn.	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Pan	Indet	LC	21,75	0,0002	0,02	2,25	I
142	<i>Cyperus tuberosus</i> Rottb.	Cyperaceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Pan	pm	LC	24,75	0,0003	0,03	4,25	I
143	<i>Dacryodes edulis</i> (Cs. Dom)	Burseraceae	Dic	A	M sph	Micro	Epizoo	Sarco	GC	pm, altaire	LC	46,88	0,0005	0,05	2,75	I
144	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (Linn.) Wild.	Poaceae	Mon	Hb	Chd	Micro	Epizoo	scléro	Pan	pm	LC	18,00	0,0002	0,02	2	I
145	<i>Desmodium adscendens</i> (Swartz.) D.C.	Fabaceae- Papilionoideae	Dic	Hb	Chd	Macro	Anémo	Ballo	Cos	pm	LC	193,50	0,0021	0,21	24,5	II
146	<i>Desmodium orbiculare</i> Schldt.	Fabaceae- Papilionoideae	Dic	Hb	Hc	Micro	Anémo	Desmo	Aam	Indet	LC	14,25	0,0002	0,02	1,75	I
147	<i>Desmodium ramosissimum</i> G. (Don.)	Fabaceae- Papilionoideae	Dic	Hb	Chd	Méso	Anémo	Desmo	Aam	pm	LC	27,00	0,0003	0,03	5	I
148	<i>Desmodium scorpiurus</i> (Sw.) Desv.	Fabaceae- Papilionoideae	Dic	Hb	Hc	Micro	Anémo	Desmo	Aam	Indet	LC	15,75	0,0002	0,02	2,25	I
149	<i>Dichrocephala integrifolia</i> (L. F.) Kuntze	Asteraceae	Dic	Hb	Thd	Micro	anémo	Pogo	Pan	pm	LC	9,75	0,0001	0,01	2,25	I
150	<i>Dieffenbachia seguine</i> Comm. ex Lam.	Araceae	Mon	Hb	Grh	Micro	Endozoo	Sarco	Aam	Indet	LC	45,00	0,0005	0,05	5	I
151	<i>Digitaria adamaouensis</i> Zon	Poaceae	Mon	Hb	Chd	Méso	Epizoo	scléro	Aam	pm, altaire	CR	9,75	0,0001	0,01	1,25	I
152	<i>Digitaria argillacea</i> (Hitchc. & Chase) Fernald	Poaceae	Mon	Hb	Chd	Micro	Epizoo	scléro	Aam	Indet	LC	1,50	0,0000	0,00	0,5	I
153	<i>Digitaria fuscescens</i> (Presl.) Heur.	Poaceae	Mon	Hb	Chd	Micro	Epizoo	scléro	Pan	Indet	LC	0,75	0,0000	0,00	0,25	I
154	<i>Digitaria gayana</i> (Kunth.) A. Chev.	Poaceae	Mon	Hh	Chd	Micro	Epizoo	scléro	G-Sz	Indet	LC	19,50	0,0002	0,02	1,5	I
155	<i>Digitaria horizontalis</i> Wild.	Poaceae	Mon	Hb	Chd	Méso	Epizoo	scléro	Pan	Indet	LC	21,75	0,0002	0,02	2,25	I
156	<i>Dioscorea alata</i> Linn.	Dioscoreaceae	Mon	L	Gt	Micro	anémo	Ptéro	Pan	pm, altaire	LC	3,75	0,0000	0,00	0,25	I
157	<i>Dioscorea bulbifera</i> Linn.	Dioscoreaceae	Mon	L	Grh	Méso	anémo	Ptéro	AT	pm, altaire	LC	15,00	0,0002	0,02	1	I
158	<i>Dioscorea preussii</i> Pax	Dioscoreaceae	Mon	L	Gt	Macro	anémo	Ptéro	G-Sz	pm, orn	LC	12,00	0,0001	0,01	1	I
159	<i>Dissothis hensis</i> Cogn.	Melastomataceae	Dic	Hb	NnPh	Macro	Epizoo	Scléro	G-Sz	pm, orn	LC	31,50	0,0003	0,03	2,5	I
160	<i>Dracaena arborea</i> Link	Asparagaceae	Mon	Ar	M sph	Micro	Endozoo	Sarco	CG	pm	LC	6,00	0,0001	0,01	1	I
161	<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker-Gawl	Asparagaceae	Mon	Ar	Nnph	Micro	Endozoo	Sarco	AT	pm	LC	9,00	0,0001	0,01	1	I
162	<i>Drymaria cordata</i> (Linn.) Wild.	Caryophyllaceae	Dic	Hb	Chd	Méso	Endozoo	Ballo	Pan	pm	LC	49,50	0,0005	0,05	5,5	I
163	<i>Drymaria villosa</i> Cham. & Schldt. subsp. <i>villosa</i>	Caryophyllaceae	Dic	Hb	Chd	Méso	Endozoo	Ballo	Pan	pm	LC	13,50	0,0001	0,01	1,5	I
164	<i>Echinochloa colona</i> (Linn.) Link.	Poaceae	Mon	Hh	Hc	Méso	Epizoo	scléro	Pan	Indet	LC	63,75	0,0007	0,07	5,25	I

165	<i>Echinochloa obtusiflora</i> Stapf.	Poaceae	Mon	Hh	Hc	Nano	Epizoo	Scléro	Pan	Indet	LC	26,25	0,0003	0,03	2,75	I
166	<i>Echinochloa pyramidalis</i> (Lam.) Hitch. & Chase	Poaceae	Mon	Hh	Grh	Nano	Epizoo	Scléro	Pan	épuratrice	LC	30,75	0,0003	0,03	2,25	I
167	<i>Echinochloa rotundiflora</i> W. D. Clayton	Poaceae	Mon	Hh	Thd	Méso	Epizoo	scléro	GC	pm, altaire	LC	35,25	0,0004	0,04	2,75	I
168	<i>Eclipta prostrata</i> (Linn.) Linn.	Asteraceae	Dic	Hh	Thd	Micro	anémo	Pogo	Pan	pm	LC	188,25	0,0021	0,21	25,75	II
169	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Arecaceae	Mon	Hh	Mcp	Méso	Endozoo	Sarco	Pal	pm, altaire	LC	79,50	0,0009	0,09	5,5	I
170	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth.	Asteraceae	Dic	Hb	Chd	Méso	Anémo	Ballo	Pan	pm	LC	93,00	0,0010	0,10	7	I
171	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaetn	Poaceae	Mon	Hb	Grh	Méso	Epizoo	Scléro	Pan	pm	LC	645,75	0,0072	0,72	56,25	III
172	<i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don	Asteraceae	Dic	Hb	Thd	Micro	anémo	Pogo	Pan	pm	LC	91,50	0,0010	0,10	14,5	I
173	<i>Emilia praetermissa</i> Milne-Redh.	Asteraceae	Dic	Hb	Thd	Micro	anémo	Pogo	GC	pm	LC	35,25	0,0004	0,04	4,75	I
174	<i>Eragrostis aspera</i> (Jacq.) Nees.	Poaceae	Mon	Hh	Hc	Micro	Epizoo	scléro	Pal	pm	LC	13,50	0,0001	0,01	1,5	I
175	<i>Eragrostis ciliaris</i> (Linn.) R. Br.	Poaceae	Mon	Hh	Thd	Méso	Epizoo	scléro	Pan	pm	LC	18,00	0,0002	0,02	2	I
176	<i>Eragrostis macilenta</i> (A. Rich.) Stend	Poaceae	Mon	Hh	Hc	Micro	Epizoo	scléro	Aas	Indet	LC	33,75	0,0004	0,04	3,25	I
177	<i>Eragrostis tenella</i> (L.) Beauv.	Poaceae	Mon	Hb	Hc	Micro	Epizoo	scléro	Pal	pm	LC	59,25	0,0007	0,07	6,75	I
178	<i>Eragrostis tenuifolia</i> (A. Rich.) Hochst. ex Steud	Poaceae	Mon	Hh	Hc	Micro	Epizoo	scléro	Cos	pm	LC	18,75	0,0002	0,02	2,25	I
179	<i>Eragrostis tremula</i> (Lam.) Hochst. ex Steud.	Poaceae	Mon	Hh	Thd	Méso	Epizoo	scléro	Aas	pm	LC	20,25	0,0002	0,02	1,75	I
180	<i>Eremomastax speciosa</i> (Hochst.) Cufod.	Acanthaceae	Dic	Hh	Chd	Méso	Endozoo	Ballo	AT	pm	LC	128,25	0,0014	0,14	9,75	I
181	<i>Eremospatha macrocarpa</i> (Mann & Wendl.) H. Wendl.	Arecaceae	Mon	Hh	Hgr	Micro	Endozoo	Sarco	GC	bois d'œuvre	LC	14,25	0,0002	0,02	1,75	I
182	<i>Erigeron canadensis</i> Linn.	Asteraceae	Dic	Hb	Thd	Micro	anémo	Desmo	Cos	pm	LC	54,75	0,0006	0,06	4,25	I
183	<i>Erigeron floribundus</i> (Kunth.) Sch. Bip.	Asteraceae	Dic	Hb	Thd	Micro	anémo	Desmo	Pan	pm	LC	57,75	0,0006	0,06	7,25	I
184	<i>Eriochloa fatmensis</i> (Hochst. & Stend.) Clayton	Poaceae	Mon	Hh	Thd	Micro	Epizoo	scléro	Pal	Indet	LC	12,00	0,0001	0,01	1	I
185	<i>Euphorbia heterophylla</i> Linn.	Euphorbiaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	Endozoo	Sarco	Pan	pm	LC	18,75	0,0002	0,02	1,25	I
186	<i>Euphorbia hirta</i> Linn.	Euphorbiaceae	Dic	Hb	Thd	Nano	Endozoo	Sarco	Pan	pm	LC	48,75	0,0005	0,05	5,25	I
187	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> Linn.	Euphorbiaceae	Dic	Hb	Thd	Méso	Endozoo	Scléro	Pan	pm	LC	122,25	0,0014	0,14	19,75	I
188	<i>Euphorbia kamerunica</i> Pax	Euphorbiaceae	Dic	Ar	Msph	Nano	Endozoo	Sarco	Pan	pm	LC	99,00	0,0011	0,11	13	I
189	<i>Euphorbia polycnemoides</i> Hochst & Boiss	Euphorbiaceae	Dic	Hb	Thd	Méso	Endozoo	Sarco	G-Sz	pm	LC	19,50	0,0002	0,02	1,5	I
190	<i>Ficus exasperata</i> Vahl.	Moraceae	Dic	Ar	Msph	Méso	Endozoo	Sarco	GC	pm	LC	93,00	0,0010	0,10	8	I
191	<i>Ficus mucoso</i> Welw. Ex Ficalho	Moraceae	Dic	Ar	Mcp	Nano	Endozoo	Sarco	GC	pm	LC	15,75	0,0002	0,02	1,25	I
192	<i>Ficus umbellata</i> Vahl.	Moraceae	Dic	Ar	Msph	Nano	Endozoo	Sarco	Pan	pm	LC	16,50	0,0002	0,02	1,5	I
193	<i>Fimbristylis ferruginea</i> (L.) Vahl.	Cyperaceae	Mon	Hh	Hc	Nano	Epizoo	Scléro	Pan	Indet	LC	32,25	0,0004	0,04	2,75	I
194	<i>Fimbristylis hispidula</i> (Vahl.) Kunth.	Cyperaceae	Mon	Hh	Hc	Micro	Epizoo	scléro	Pan	Indet	LC	17,25	0,0002	0,02	1,75	I
195	<i>Fimbristylis squarrosa</i> Vahl.var.squarrosa	Cyperaceae	Mon	Hh	Hc	Méso	Epizoo	Scléro	G-Sz	Indet	LC	15,00	0,0002	0,02	2	I

196	<i>Floscopa africana</i> (P. Beauv.) C.B. Clarke	Commelinaceae	Mon	Hb	Chrp	Micro	Endozoo	Scléro	AT	pm	LC	22,50	0,0002	0,02	1,5	I
197	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav. (nat.)	Asteraceae	Dic	Hb	Thd	Micro	anémo	scléro	Cos	pm	LC	31,50	0,0003	0,03	3,5	I
198	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	Asteraceae	Dic	Hb	Thd	Méso	anémo	scléro	AT	pm, orn	LC	163,50	0,0018	0,18	16,5	I
199	<i>Graptophyllum pictum</i> (L.) Griff.	Acanthaceae	Dic	Ar	Msph	Micro	Endozoo	Sarco	Aas	pm	LC	5,25	0,0001	0,01	0,75	I
200	<i>Heterotis decumbens</i> (P. Beauv.) Jacq.-Fél.	Melastomataceae	Dic	Hb	Chd	Méso	Epizoo	Scléro	AT	pm	LC	17,25	0,0002	0,02	1,75	I
201	<i>Heterotis prostrata</i> (Thonn.) Benth.	Melastomataceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Epizoo	Scléro	GC	Indet	LC	15,00	0,0002	0,02	2	I
202	<i>Heterotis rotundifolia</i> (Sm.) Jacq.-Fél.	Melastomataceae	Dic	Hb	Chd	Méso	Epizoo	Scléro	GC	pm	LC	64,50	0,0007	0,07	8,5	I
203	<i>Hibiscus asper</i> Hook. F.	Malvaceae	Dic	Hh	Chd	Micro	anémo	Desmo	GC	pm	LC	23,25	0,0003	0,03	1,75	I
204	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> Linn.	Malvaceae	Dic	Hh	Chd	Méso	anémo	Desmo	G-Sz	pm	LC	11,25	0,0001	0,01	0,75	I
205	<i>Hibiscus sabdariffa</i> Linn.	Malvaceae	Dic	Hh	Chd	Micro	anémo	Ballo	AT	pm	LC	19,50	0,0002	0,02	1,5	I
206	<i>Hydrolea palustris</i> (Aubl.) Raeusch.	Hydrophyllaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Sarco	Aam	Indet	LC	12,00	0,0001	0,01	1	I
207	<i>Hylodesmum podocarpum</i> subsp. oxyphyllum (DC.) H.Ohashi & R.R.Mill.	Fabaceae-Papilionoideae	Dic	Hb	Hc	Micro	Anémo	Ballo	Aas	Indet	LC	6,75	0,0001	0,01	1,25	I
208	<i>Hyparrhenia barteri</i> (Hack.) Stapf.	Poaceae	Mon	Hh	Hc	Méso	Epizoo	scléro	G-Sz	Indet	LC	46,50	0,0005	0,05	3,5	I
209	<i>Hyparrhenia involucrata</i> Stapf.	Poaceae	Mon	Hh	Hc	Méso	Epizoo	scléro	GC	Indet	LC	15,00	0,0002	0,02	1	I
210	<i>Hypoestes aristata</i> (Vahl.) Sol. ex Roem. & Schult.	Acanthaceae	Dic	Ar	NnPh	Micro	Anémo	scléro	AT	pm	LC	8,25	0,0001	0,01	0,75	I
211	<i>Hypoestes rosea</i> P. Beauv.	Acanthaceae	Dic	Ar	NnPh	Micro	Anémo	scléro	AT	pm	LC	3,75	0,0000	0,00	0,25	I
212	<i>Impatiens etindensis</i> Cheek & E. Fisch.	Balsaminaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	auto	Ballo	GC	Indet	EN	15,75	0,0002	0,02	1,25	I
213	<i>Impatiens mannii</i> Hook. F.	Balsaminaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	auto	Ballo	GC	Indet	LC	30,00	0,0003	0,03	3	I
214	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Raeusch.	Poaceae	Mon	Hh	Grh	Micro	Epizoo	scléro	Pal	pm	LC	42,00	0,0005	0,05	3	I
215	<i>Indigofera hirsuta</i> Linn.	Fabaceae-Papilionoideae	Dic	Hb	Thd	Micro	Anémo	Desmo	Pal	pm	LC	27,00	0,0003	0,03	3	I
216	<i>Indigofera pilosa</i> Poir.	Fabaceae-Papilionoideae	Dic	Hb	Thd	Micro	Anémo	Desmo	G-Sz	pm	LC	27,75	0,0003	0,03	3,25	I
217	<i>Indigofera zenkeri</i> Harms ex Baker f.	Fabaceae-Papilionoideae	Dic	Hb	Thd	Micro	Anémo	Desmo	AT	pm	LC	23,25	0,0003	0,03	2,75	I
218	<i>Ipomoea aquatica</i> Forssk.	Convolvulaceae	Dic	L	Thsc	Micro	auto	Ballo	G-Sz	pm	LC	55,50	0,0006	0,06	5,5	I
219	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Convolvulaceae	Dic	L	Thsc	Micro	auto	Ballo	Pan	pm	LC	379,13	0,0042	0,42	29,5	II
220	<i>Ipomoea cairica</i> (Linn.) Sweet	Convolvulaceae	Dic	L	Thsc	Micro	auto	Ballo	Cos	pm	LC	16,50	0,0002	0,02	1,5	I
221	<i>Ipomoea involucrata</i> P. Beauv.	Convolvulaceae	Dic	L	Thsc	Micro	auto	Ballo	AT	pm	LC	479,63	0,0053	0,53	36	II
222	<i>Ipomoea mauritiana</i> Jacq.	Convolvulaceae	Dic	L	Thsc	Micro	auto	Ballo	G-Sz	pm	LC	53,25	0,0006	0,06	3,75	I
223	<i>Ipomoea triflora</i> Forssk.	Convolvulaceae	Dic	L	Thsc	Micro	auto	Ballo	Pal	Indet	LC	45,75	0,0005	0,05	3,25	I
224	<i>Ischaemum afrum</i> (J. F. Gmel.) Dandy	Poaceae	Mon	Hh	Thd	Micro	Epizoo	scléro	Aas	Indet	LC	16,50	0,0002	0,02	1,5	I



225	<i>Ixora coccinea</i> Linn.	Rubiaceae	Dic	Ar	Msph	Micro	Endozoo	Sarco	Pan	orn	LC	25,13	0,0003	0,03	1,5	I
226	<i>Ixora macilentia</i> De Block	Rubiaceae	Dic	Ar	Msph	macro	Endozoo	Sarco	Pan	orn	LC	7,50	0,0001	0,01	0,5	I
227	<i>Jatropha curcas</i> Linn.	Euphorbiaceae	Dic	Ar	Nnph	Nano	Endozoo	Ballo	Pan	pm, orn	LC	9,00	0,0001	0,01	1	I
228	<i>Jatropha gossypifolia</i> Linn.	Euphorbiaceae	Dic	Ar	Nnph	Nano	Endozoo	Ballo	Cos	pm, orn	LC	15,00	0,0002	0,02	2	I
229	<i>Juncus capitatus</i> Weigel	Juncaceae	Mon	Hb	Hc	Micro	auto	Ballo	Cos	Indet	LC	39,00	0,0004	0,04	4	I
230	<i>Juncus dregeanus</i> Kunth.	Juncaceae	Mon	Hb	Hc	Méso	auto	Ballo	AT	Indet	LC	14,25	0,0002	0,02	1,75	I
231	<i>Justicia scandens</i> Vahl.	Acanthaceae	Dic	Hh	Nnph	Nano	Auto	Ballo	Aas	pm	LC	24,00	0,0003	0,03	2	I
232	<i>Justicia secunda</i> Vahl.	Acanthaceae	Dic	Ar	Nnph	Méso	auto	Ballo	Pan	pm	LC	72,75	0,0008	0,08	6,25	I
233	<i>Justicia striata</i> (Klotzsch) Bullock	Acanthaceae	Dic	Hb	Nnph	Méso	auto	Ballo	Aas	pm	LC	9,75	0,0001	0,01	1,25	I
234	<i>Kalanchoe coccinea</i> (Forssk.) Persoon.	Crassulaceae	Dic	Hb	Chd	Nano	Endozoo	Scléro	Pan	pm	LC	23,25	0,0003	0,03	2,75	I
235	<i>Kalanchoe crenata</i> (Andrews) Haw.	Crassulaceae	Dic	Hb	Chd	Nano	Endozoo	Scléro	Pan	pm	LC	24,75	0,0003	0,03	4,25	I
236	<i>Kyllinga bulbosa</i> P. Beauv.	Cyperaceae	Mon	Hb	Hc	Méso	Epizoo	Scléro	Aas	pm	LC	95,25	0,0011	0,11	9,75	I
237	<i>Kyllinga erecta</i> Schumach.	Cyperaceae	Mon	Hb	Hc	Nano	Epizoo	Scléro	Pan	pm	LC	120,00	0,0013	0,13	13	I
238	<i>Kyllinga odorata</i> Vahl.	Cyperaceae	Mon	Hb	Hc	Méso	Epizoo	Scléro	Pan	pm	LC	99,75	0,0011	0,11	10,25	I
239	<i>Kyllinga pumila</i> Michx.	Cyperaceae	Mon	Hb	Hc	Nano	Epizoo	Scléro	AT	Indet	LC	108,00	0,0012	0,12	10	I
240	<i>Kyllinga squamulata</i> Vahl.	Cyperaceae	Mon	Hb	Hc	Nano	Epizoo	Scléro	Pan	Indet	LC	48,75	0,0005	0,05	4,25	I
241	<i>Lactuca sativa</i> Linn.	Asteraceae	Dic	Hb	Grh	Micro	anémo	Pogo	Pan	pm	LC	18,75	0,0002	0,02	1,25	I
242	<i>Lannea fruticosa</i> (Hochst. ex A. Rich.) Engl.	Anacardiaceae	Dic	Ar	Msph	Méso	Endozoo	Sarco	GC	pm	LC	16,50	0,0002	0,02	1,5	I
243	<i>Lantana camara</i> Linn.	Verbenaceae	Dic	Ar	Mcph	Méso	anémo	Sarco	Pan	pm	LC	47,25	0,0005	0,05	3,75	I
244	<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew.	Urticaceae	Dic	Hh	Thd	Méso	Endozoo	Scléro	Pan	pm	LC	62,25	0,0007	0,07	8,75	I
245	<i>Laportea mooreana</i> (Hiern) Chew	Urticaceae	Dic	Hh	Thd	Macro	Endozoo	Scléro	G-Sz	Indet	LC	23,25	0,0003	0,03	2,75	I
246	<i>Laportea ovalifolia</i> (Schumach. & Thonn.)	Urticaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	Endozoo	Scléro	AT	pm	LC	70,88	0,0008	0,08	6,75	I
247	<i>Lasimorpha senegalensis</i> Schott.	Araceae	Mon	Hh	Grh	Micro	Endozoo	Sarco	GC	pm	LC	15,75	0,0002	0,02	1,25	I
248	<i>Launaea taraxacifolia</i> (Willd.) Amin ex C. Jeffrey	Asteraceae	Dic	Hb	Grh	Micro	anémo	Pogo	Pan	pm, altaire	LC	25,50	0,0003	0,03	2,5	I
249	<i>Lindernia crustacea</i> (Linn) F. V. Muell	Linderniaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Ballo	Cos	pm	LC	24,00	0,0003	0,03	2	I
250	<i>Lindernia diffusa</i> (Linn.) Wetter	Linderniaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Ballo	Pan	Indet	LC	30,75	0,0003	0,03	2,25	I
251	<i>Ludwigia abyssinica</i> A. Rich.	Onagraceae	Dic	Hh	Thd	Micro	anémo	Scléro	Aam	pm	LC	46,50	0,0005	0,05	4,5	I
252	<i>Ludwigia adscendens</i> (Linn.) Hara	Onagraceae	Dic	Hh	Thgr	Méso	anémo	Scléro	Aam	pm, altaire	LC	22,50	0,0002	0,02	2,5	I
253	<i>Ludwigia decurrens</i> Walter	Onagraceae	Dic	Hh	Thd	Micro	anémo	Scléro	Pan	pm	LC	128,25	0,0014	0,14	13,75	I
254	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> G. (Don.) Exell.	Onagraceae	Dic	Hh	Thd	Micro	anémo	Scléro	GC	pm	LC	219,75	0,0024	0,24	20,25	I

255	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P. H. Raven	Onagraceae	Dic	Hh	Thd	Méso	anémo	Scléro	CG	pm, altaire	LC	45,75	0,0005	0,05	3,25	I
256	<i>Luffa cylindrica</i> (L.) Roemer	Cucurbitaceae	Dic	L	Thgr	Méso	Endozoo	Sarco	Cos	pm	LC	98,25	0,0011	0,11	8	I
257	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	Solanaceae	Dic	Hh	Thd	Méso	Endozoo	Sarco	Cos	pm, altaire	LC	53,25	0,0006	0,06	5,75	I
258	<i>Mangifera indica</i> Linn.	Anacardiaceae	Dic	A	Msph	Méso	Endozoo	Ballo	Pan	pm, altaire	LC	69,75	0,0008	0,08	4,5	I
259	<i>Manihot esculenta</i> Crantz.	Euphorbiaceae	Dic	Ar	Gt	Méso	Endozoo	Ballo	Pan	pm, altaire	LC	148,88	0,0016	0,16	11,75	I
260	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Sapotaceae	Dic	A	Msph	Micro	Endozoo	Sarco	GC	pm, altaire	LC	18,75	0,0002	0,02	1,25	I
261	<i>Manniophyton fulvum</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Dic	A	Msph	Micro	Endozoo	Ballo	G-Sz	pm	LC	24,00	0,0003	0,03	2	I
262	<i>Mariscus longibracteatus</i> Cherm.	Cyperaceae	Mon	Hh	Hc	Micro	Epizoo	Scléro	GC	Indet	LC	76,50	0,0008	0,08	9,5	I
263	<i>Melanthera scandens</i> (Scumach. & Thonn.) Roberty	Asteraceae	Dic	Hb	Thd	Micro	anémo	Pogo	G-Sz	pm	LC	25,50	0,0003	0,03	3,5	I
264	<i>Melastomastrum capitatum</i> (Vahl.) A. Fern. & R. Fern.	Melastomataceae	Dic	Hb	NnPh	Micro	Epizoo	Scléro	G-Sz	pm	LC	42,75	0,0005	0,05	5,25	I
265	<i>Melastomastrum segregatum</i> (Benth.) A. & R. Fern	Melastomataceae	Dic	Hb	Thd	Nano	Epizoo	Scléro	G-Sz	pm	LC	9,75	0,0001	0,01	1,25	I
266	<i>Melastomastrum theifolium</i> (G. Don) A. R. Fern.	Melastomataceae	Dic	Hb	Thd	Micro	Epizoo	Scléro	CG	Indet	LC	9,75	0,0001	0,01	1,25	I
267	<i>Mimosa invisa</i> Linn.	Fabaceae- Mimosoideae	Dic	Hb	Thd	Micro	Anémo	Desmo	Pan	pm	LC	12,00	0,0001	0,01	1	I
268	<i>Mimosa pudica</i> Linn.	Fabaceae- Mimosoideae	Dic	Hb	Thd	Nano	Anémo	Desmo	Pan	pm	LC	174,00	0,0019	0,19	18	I
269	<i>Mentha spicata</i> Linn.	Lamiaceae	Dic	Hb	Chd	Nano	Endozoo	Sarco	Cos	pm	LC	303,75	0,0034	0,34	29,25	II
270	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) D. C.	Rubiaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	Endozoo	Sarco	CG	pm, altaire	LC	255,75	0,0028	0,28	22,25	II
271	<i>Mollugo nudicaulis</i> Lam.	Molluginaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Sarco	GC	pm, altaire	LC	19,50	0,0002	0,02	2,5	I
272	<i>Momordica camerounensis</i> Keraudren	Cucurbitaceae	Dic	L	Chgr	Méso	Endozoo	Sarco	AT	Indet	EN	11,25	0,0001	0,01	1,75	I
273	<i>Momordica charantia</i> Linn.	Cucurbitaceae	Dic	L	Thgr	Méso	Endozoo	Sarco	Pan	pm, altaire	LC	18,75	0,0002	0,02	1,25	I
274	<i>Momordica multiflora</i> Hook. F.	Cucurbitaceae	Dic	L	Chgr	Méso	Endozoo	Sarco	AT	pm	LC	12,00	0,0001	0,01	3	I
275	<i>Morinda lucida</i> Benth.	Rubiaceae	Dic	A	Msph	Micro	Endozoo	Sarco	AT	pm	LC	21,00	0,0002	0,02	2	I
276	<i>Moringa ovalifolia</i> Dinter & A. Berger	Moringaceae	Dic	A	McpH	Micro	Endozoo	Ballo	Aas	pm	LC	12,75	0,0001	0,01	1,25	I
277	<i>Mucuna flagellipes</i> Hook. F.	Fabaceae- Papilionoideae	Dic	L	Thgr	Macro	Epizoo	Pléo	GC	pm, altaire	LC	17,25	0,0002	0,02	1,75	I
278	<i>Mucuna pruriens</i> (Linn.) D. C.	Fabaceae- Papilionoideae	Dic	L	Thgr	Méso	Epizoo	Ballo	GC	pm, altaire	LC	24,00	0,0003	0,03	2	I
279	<i>Musanga acuminata</i> Colla	Musaceae	Mon	Hh	McpH	Micro	Epizoo	Sarco	Pan	pm	LC	53,25	0,0006	0,06	3,75	I
280	<i>Musa paradisiaca</i> Linn.	Musaceae	Mon	Hh	McpH	Macro	Epizoo	Sarco	Pan	pm	LC	34,50	0,0004	0,04	2,5	I
281	<i>Musanga cecropioides</i> R. Br.	Cecropiaceae	Dic	Ar	Msph	Nano	Endozoo	Sarco	GC	pm	LC	145,50	0,0016	0,16	10,5	I
282	<i>Nelsonia canescens</i> (Lam.) Spreng.	Acanthaceae	Dic	Hb	Hc	Nano	Endozoo	Ballo	Cos	pm	LC	45,75	0,0005	0,05	4,25	I
283	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	Dryopteridaceae	Foug	F	Grh	Micro	anémo	Scléro	Pan	pm	LC	22,50	0,0002	0,02	2,5	I

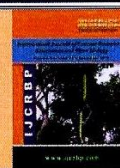
284	<i>Nephrolepis undulata</i> (Afzel. Ex Sw.) J. Sm.	Dryopteridaceae	Foug	F	Grh	Micro	anémo	Sporo	Pan	pm	LC	18,75	0,0002	0,02	1,25	I
285	<i>Ocimum americanum</i> Linn.	Lamiaceae	Dic	Hh	Chd	Nano	Endozoo	scléro	Pan	pm, altaire	LC	19,50	0,0002	0,02	1,5	I
286	<i>Ocimum basilicum</i> Linn.	Lamiaceae	Dic	Hh	Chd	Micro	Endozoo	scléro	Pan	pm, altaire	LC	21,75	0,0002	0,02	2,25	I
287	<i>Ocimum gratissimum</i> Linn.	Lamiaceae	Dic	Hh	Chd	Nano	Endozoo	scléro	Cos	pm, altaire	LC	38,25	0,0004	0,04	2,75	I
288	<i>Oldenlandia corymbosa</i> Linn.	Rubiaceae	Dic	Hb	Thd	Méso	Endozoo	Sarco	GC	pm	LC	324,75	0,0036	0,36	35,25	II
289	<i>Oldenlandia lancifolia</i> (Schumach.) DC.	Rubiaceae	Dic	Hb	Thd	Nano	Endozoo	Sarco	Aam	pm	LC	59,25	0,0007	0,07	6,75	I
290	<i>Oldenlandia microcalyx</i> K. Schum.	Rubiaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Sarco	GC	pm	LC	37,50	0,0004	0,04	3,5	I
291	<i>Oncoba glauca</i> (P. Beauv.) Planch.	Achariaceae	Dic	A	MsPh	Nano	Anémo	pogo	AT	Indet	LC	22,50	0,0002	0,02	1,5	I
292	<i>Ottochloa nodosa</i> (Kunth.) Dandy	Poaceae	Mon	Hh	Hc	Nano	Epizoo	scléro	Aas	Indet	LC	19,50	0,0002	0,02	1,5	I
293	<i>Oxalis barrelieri</i> Linn.	Oxalidaceae	Dic	Hb	Chd	Nano	Auto	Ballo	GC	pm	LC	108,75	0,0012	0,12	14,25	I
294	<i>Oxalis corniculata</i> Linn.	Oxalidaceae	Dic	Hb	Chd	Macro	auto	Ballo	Cos	pm	LC	126,75	0,0014	0,14	14,25	I
295	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth.	Oxalidaceae	Dic	Hb	Chd	Macro	auto	Ballo	Aam	pm	LC	36,75	0,0004	0,04	4,25	I
296	<i>Palisota flagelliflora</i> Faden	Commelinaceae	Mon	Hb	Chrp	Micro	anémo	Scléro	GC	Indet	EN	53,63	0,0006	0,06	4	I
297	<i>Palisota hirsuta</i> (Thunb.) K. Schum.	Commelinaceae	Mon	Hb	Chrp	Micro	anémo	Scléro	GC	pm	LC	12,75	0,0001	0,01	1,25	I
298	<i>Panicum brevifolium</i> Linn.	Poaceae	Mon	Hh	Chd	Micro	Epizoo	Scléro	Cos	Indet	LC	35,25	0,0004	0,04	2,75	I
299	<i>Panicum fluvicola</i> Sterid	Poaceae	Mon	Hh	Chd	Micro	Epizoo	Scléro	GC	Indet	LC	42,00	0,0005	0,05	4	I
300	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Poaceae	Mon	Hh	Chd	Micro	Epizoo	Scléro	GC	pm	LC	408,38	0,0045	0,45	31,25	II
301	<i>Panicum parvifolium</i> Lam.	Poaceae	Mon	Hh	Chd	Méso	Epizoo	Scléro	Pan	Indet	LC	26,25	0,0003	0,03	1,75	I
302	<i>Panicum repens</i> linn.	Poaceae	Mon	Hh	Chd	Micro	Epizoo	Scléro	Cos	pm	LC	39,00	0,0004	0,04	3	I
303	<i>Panicum</i> sp.	Poaceae	Mon	Hh	Chd	Micro	Epizoo	Scléro	Ind.	Indet	Ind.	18,75	0,0002	0,02	1,25	I
304	<i>Paspalum conjugatum</i> P. J. Bergius.	Poaceae	Mon	Hh	Chd	Méso	Epizoo	pogo	GC	pm	LC	41,25	0,0005	0,05	3,75	I
305	<i>Paspalum paniculatum</i> Linn.	Poaceae	Mon	Hh	Chd	Méso	Epizoo	pogo	Pan	pm	LC	45,00	0,0005	0,05	4	I
306	<i>Paspalum scrobiculatum</i> Linn.	Poaceae	Mon	Hh	Chd	Méso	Epizoo	pogo	Pal	pm	LC	200,25	0,0022	0,22	17,75	I
307	<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	Poaceae	Mon	Hh	Chd	Méso	Epizoo	pogo	Cos	pm	LC	174,00	0,0019	0,19	13	I
308	<i>Passiflora foetida</i> Linn.	Passifloraceae	Dic	L	Hgr	Méso	Endozoo	Sarco	Aam	pm	LC	21,00	0,0002	0,02	2	I
309	<i>Pennisetum pedicellatum</i> Trin.	Poaceae	Mon	Hh	Hc	Méso	Epizoo	pogo	Pal	pm	LC	20,25	0,0002	0,02	1,75	I
310	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Poaceae	Mon	Hh	Hc	Micro	Epizoo	pogo	Pan	pm	LC	127,50	0,0014	0,14	10,5	I
311	<i>Pentodon pentandrus</i> (Schumach. & Thonn.) Vatke	Rubiaceae	Dic	Hb	Chd	Méso	Endozoo	Sarco	Pan	pm, altaire	LC	19,50	0,0002	0,02	1,5	I
312	<i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth.	Piperaceae	Dic	Hb	Chd	Méso	anémo	Sarco	Cos	pm	LC	87,00	0,0010	0,10	12	I
313	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	Dic	A	McpH	Micro	Epizoo	Sarco	Aam	pm, altaire	LC	97,50	0,0011	0,11	7,5	I
314	<i>Persicaria limbata</i> (Meisn.) H. Hara	Polygonaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	anémo	pogo	G-Sz	pm	LC	57,00	0,0006	0,06	5	I

315	<i>Persicaria nepalensis</i> (Meisn.) H. Gross	Polygonaceae	Dic	Hb	Chd	Méso	anémo	pogo	Pan	Indet	LC	46,50	0,0005	0,05	5,5	I
316	<i>Phaseolus vulgaris</i> L. (Cult.)	Fabaceae-Papilionoideae	Dic	Hb	Thd	Méso	Anémo	Ballo	Cos	pm, altaire	LC	15,00	0,0002	0,02	1	I
317	<i>Phragmanthera capitata</i> (Spreng.) Balle	Loranthaceae	Dic	A	Msph	Nano	Endozoo	Sarco	G-Sz	pm, orn	LC	7,50	0,0001	0,01	0,5	I
318	<i>Phragmanthera longiflora</i> (Balle) Polhill & Wiens	Loranthaceae	Dic	A	Msph	Nano	Endozoo	Sarco	G-Sz	Indet	EN	9,00	0,0001	0,01	1	I
319	<i>Phyllanthus amarus</i> Schumach. & Thonn.	Phyllanthaceae	Dic	Hb	NnPh	Nano	Endozoo	Ballo	Pan	pm	LC	333,75	0,0037	0,37	50,25	III
320	<i>Phyllanthus fraternus</i> G. L. Webster	Phyllanthaceae	Dic	Hb	NnPh	Méso	Endozoo	Ballo	Pan	pm	LC	15,75	0,0002	0,02	3,25	I
321	<i>Phyllanthus mannianus</i> Müll. Arg.	Phyllanthaceae	Dic	Ar	NnPh	Nano	Endozoo	Ballo	AT	Indet	NT	52,50	0,0006	0,06	7,5	I
322	<i>Phyllanthus pentandrus</i> Schumach. & Thonn.	Phyllanthaceae	Dic	Hb	NnPh	Méso	Endozoo	Ballo	G-Sz	pm	LC	28,50	0,0003	0,03	3,5	I
323	<i>Physalis angulata</i> Linn.	Solanaceae	Dic	Hh	Thd	Macro	Endozoo	Sarco	Pan	pm	LC	34,50	0,0004	0,04	3,5	I
324	<i>Physalis peruviana</i> Linn.	Solanaceae	Dic	Hh	Thd	Méso	Endozoo	Sarco	Pan	pm	LC	24,00	0,0003	0,03	3	I
325	<i>Pilogyne scabra</i> (L. F.) W. J. de Wilde & Duyfjes	Cucurbitaceae	Dic	L	Chgr	Micro	Endozoo	Sarco	Pan	pm	LC	43,50	0,0005	0,05	3,5	I
326	<i>Piper umbellatum</i> Linn.	Piperaceae	Dic	Ar	Hgr	Méso	Endozoo	Sarco	Pan	pm	LC	30,00	0,0003	0,03	5	I
327	<i>Pistia stratiotes</i> Linn.	Araceae	Mon	Hb	Grh	Méso	Endozoo	Sarco	Pan	pm	LC	5,25	0,0001	0,01	0,75	I
328	<i>Platostoma africanum</i> P. Beauv.	Lamiaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	scléro	G-Sz	pm	LC	37,50	0,0004	0,04	4,5	I
329	<i>Plectranthus bojeri</i> (Benth.) Hedge	Lamiaceae	Dic	Hb	Chd	Nano	Endozoo	Sarco	AT	Indet	LC	25,50	0,0003	0,03	5,5	I
330	<i>Plectranthus cyaneus</i> Gürke	Lamiaceae	Dic	Hb	Nnph	Nano	Endozoo	Sarco	AT	pm	LC	24,75	0,0003	0,03	2,25	I
331	<i>Plectranthus insignis</i> Hook. F.	Lamiaceae	Dic	Ar	Nnph	Micro	Endozoo	Sarco	AT	Indet	VU	68,25	0,0008	0,08	7,75	I
332	<i>Plectranthus monostachyus</i> (P. Beauv.) B. J. Pollard	Lamiaceae	Dic	Hb	Chd	Lepto	Endozoo	Sarco	Aam	pm	LC	369,75	0,0041	0,41	39,25	II
333	<i>Poa annua</i> Linn.	Poaceae	Mon	Hb	Grh	Méso	Epizoo	Scléro	Cos	pm	LC	103,50	0,0011	0,11	6,75	I
334	<i>Portulaca oleracea</i> Linn.	Portulacaceae	Dic	Hb	Thd	Méso	Epizoo	scléro	Cos	pm	LC	37,50	0,0004	0,04	6,5	I
335	<i>Portulaca quadrifida</i> Linn.	Portulacaceae	Dic	Hb	Thd	Méso	Epizoo	scléro	Pal	pm	LC	31,50	0,0003	0,03	2,5	I
336	<i>Psidium guajava</i> Linn.	Myrtaceae	Dic	A	Nnph	Micro	Endozoo	Sarco	Pan	pm	LC	58,50	0,0006	0,06	5,5	I
337	<i>Pueraria javanica</i> (Benth.) Benth.	Fabaceae-Papilionoideae	Dic	L	Chgr	Micro	Anémo	Ballo	GC	pm	LC	93,38	0,0010	0,10	6,5	I
338	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	Fabaceae-Papilionoideae	Dic	L	Chgr	Micro	Anémo	Ballo	GC	pm, altaire	LC	173,25	0,0019	0,19	13,75	I
339	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Rubiaceae	Dic	Hb	Chgr	Méso	Endozoo	Ballo	Cos	Indet	LC	134,25	0,0015	0,15	15,75	I
340	<i>Saccharum officinarum</i> Linn.	Poaceae	Mon	Hh	Hc	Méso	Epizoo	scléro	GC	pm	LC	45,00	0,0005	0,05	4	I
341	<i>Schwenckia americana</i> Linn.	Solanaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Sarco	Pan	pm	LC	41,25	0,0005	0,05	2,75	I
342	<i>Scleria boivinii</i> Steud.	Cyperaceae	Mon	Hh	Hc	Micro	Epizoo	scléro	CG	pm	LC	31,50	0,0003	0,03	2,5	I
343	<i>Scoparia dulcis</i> Linn.	Scrophulariaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Ballo	Cos	pm	LC	98,25	0,0011	0,11	17,75	I

344	<i>Setaria barbata</i> (Lam.) Kunth.	Poaceae	Mon	Hb	Thd	Micro	Epizoo	pogo	CG	pm	LC	237,00	0,0026	0,26	22	II
345	<i>Setaria geminata</i> (Forssk.) Veldkamp	Poaceae	Mon	Hh	Thd	Micro	Epizoo	scléro	GC	Indet	LC	7,50	0,0001	0,01	1,5	I
346	<i>Setaria megaphylla</i> (Steud.) T. Durand & Schinz	Poaceae	Mon	Hh	Thd	Micro	Epizoo	pogo	CG	pm	LC	24,00	0,0003	0,03	3	I
347	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	Poaceae	Mon	Hh	Thd	Micro	Epizoo	scléro	Cos	Indet	LC	32,25	0,0004	0,04	2,75	I
348	<i>Setaria sphacelata</i> (Schumach.) Stapf & C.E. Hubb.	Poaceae	Mon	Hh	Thd	Micro	Epizoo	scléro	Pan	pm	LC	31,50	0,0003	0,03	3,5	I
349	<i>Sida alba</i> Linn.	Malvaceae	Dic	Hb	Thd	Micro	Epizoo	scléro	G-Sz	pm	LC	5,25	0,0001	0,01	0,75	I
350	<i>Sida acuta</i> (Burm.) F.	Malvaceae	Dic	Ar	Nnph	Micro	Epizoo	scléro	GC	pm	LC	18,00	0,0002	0,02	2	I
351	<i>Sida collina</i> Schltldl.	Malvaceae	Dic	Hh	Nnph	Méso	Epizoo	scléro	Pan	pm	DD	10,50	0,0001	0,01	1,5	I
352	<i>Sida cordifolia</i> Linn.	Malvaceae	Dic	Hh	Nnph	Micro	Epizoo	scléro	GC	pm	LC	33,75	0,0004	0,04	3,25	I
353	<i>Sida rhombifolia</i> Linn.	Malvaceae	Dic	Hh	Nnph	Méso	Epizoo	scléro	Pan	pm	LC	24,75	0,0003	0,03	4,25	I
354	<i>Sida urens</i> Linn.	Malvaceae	Dic	Hh	Nnph	Méso	Epizoo	scléro	Pan	pm	LC	29,25	0,0003	0,03	2,75	I
355	<i>Smilax anceps</i> Wild.	Smilacaceae	Dic	L	Chgr	Méso	Endozoo	Ptéro	AT	pm	LC	11,25	0,0001	0,01	1,75	I
356	<i>Solanum incanum</i> Linn.	Solanaceae	Dic	Hh	Thd	Micro	Endozoo	Sarco	Cos	pm, altaire	LC	12,75	0,0001	0,01	1,25	I
357	<i>Solanum macrocarpon</i> Linn.	Solanaceae	Dic	Hh	Thd	Micro	Endozoo	Sarco	AT	pm, altaire	LC	12,75	0,0001	0,01	1,25	I
358	<i>Solanum melongena</i> Linn.	Solanaceae	Dic	Hh	Nnph	Micro	Endozoo	Sarco	Cos	pm, altaire	LC	18,00	0,0002	0,02	2	I
359	<i>Solanum nigrum</i> Linn.	Solanaceae	Dic	Hh	Thd	Micro	Endozoo	Sarco	AT	pm, altaire	LC	5,25	0,0001	0,01	1,75	I
360	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Solanaceae	Dic	Hh	Chrp	Méso	Endozoo	Sarco	Cos	pm, altaire	LC	97,50	0,0011	0,11	11,5	I
361	<i>Sorghum aethiopicum</i> (Hack.) Stapf.	Poaceae	Mon	Hh	Thd	Micro	Epizoo	scléro	G-Sz	Indet	LC	21,00	0,0002	0,02	2	I
362	<i>Sorghum arundinaceum</i> (Desv.) Stapf.	Poaceae	Mon	Hh	Thd	Micro	Epizoo	scléro	Aas	Indet	LC	23,25	0,0003	0,03	2,75	I
363	<i>Spermacoce exilis</i> (L.O. Williams) C. D. Adams ex W.C. Burger & C.M. Taylor	Rubiaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Ballo	AT	pm	LC	27,75	0,0003	0,03	3,25	I
364	<i>Spermacoce princeae</i> (K.Schum.) Verdc.	Rubiaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Ballo	AT	pm	LC	84,75	0,0009	0,09	8,25	I
365	<i>Spermacoce ruelliae</i> D. C.	Rubiaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Ballo	GC	Indet	LC	17,25	0,0002	0,02	1,75	I
366	<i>Spermacoce spermacocina</i> (K.Schum.) Bridson & Puff	Rubiaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Ballo	AT	Indet	DD	38,25	0,0004	0,04	2,75	I
367	<i>Spermacoce</i> sp.	Rubiaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Ballo	Ind.	Indet	Ind.	4,50	0,0000	0,00	0,5	I
368	<i>Spermacoce verticillata</i> Linn.	Rubiaceae	Dic	Hb	Chd	Micro	Endozoo	Ballo	Cos	pm	LC	18,00	0,0002	0,02	2	I
369	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R.Br.	Poaceae	Mon	Hb	Chd	Micro	Epizoo	scléro	Cos	pm	LC	77,25	0,0009	0,09	9,75	I
370	<i>Sporobolus montanus</i> Engl.	Poaceae	Mon	Hh	Chd	Micro	Epizoo	scléro	Pan	Indet	EN	36,38	0,0004	0,04	3,25	I
371	<i>Sporobolus pyramidalis</i> P.Beauv.	Poaceae	Mon	Hh	Chd	Micro	Epizoo	scléro	Pan	pm	LC	80,13	0,0009	0,09	6,75	I
372	<i>Sporobolus tenuissimus</i> (Mart. ex Schrank) Kuntze	Poaceae	Mon	Hb	Chd	Méso	Epizoo	scléro	G-Sz	Indet	LC	8,25	0,0001	0,01	0,75	I
373	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> L. C. Rich.	Verbenaceae	Dic	Hb	Chd	Méso	anémo	Desmo	Pal	pm	LC	62,25	0,0007	0,07	7,75	I

374	<i>Stachytarpheta indica</i> (L.) Vahl.	Verbenaceae	Dic	Hb	Chd	Méso	anémo	Desmo	Cos	pm	LC	31,50	0,0003	0,03	3,5	I
375	<i>Stemodia parviflora</i> Aiton	Scrophulariaceae	Dic	Hb	Chpr	Méso	Endozoo	Ballo	Pal	pm	LC	4,50	0,0000	0,00	0,5	I
376	<i>Stemodia serrata</i> Benth.	Scrophulariaceae	Dic	Hb	Chpr	Micro	Endozoo	Ballo	Aas	Indet	LC	9,75	0,0001	0,01	1,25	I
377	<i>Striga hermonthica</i> (Delile) Benth.	Scrophulariaceae	Dic	Hh	Chd	Macro	Endozoo	Ballo	AT	pm	LC	16,50	0,0002	0,02	2,5	I
378	<i>Struchium sparganophorum</i> (L.) Kuntze.	Asteraceae	Dic	Hb	Thd	Micro	anémo	Pogo	Pan	pm	LC	21,75	0,0002	0,02	2,25	I
379	<i>Synedrella nodiflora</i> L. (Gaertn.)	Asteraceae	Dic	Hb	Thd	Micro	anémo	Pogo	Cos	pm	LC	299,25	0,0033	0,33	28,75	II
380	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott.	Araceae	Mon	Hb	Grh	Nano	Endozoo	Sarco	Aam	pm	LC	11,25	0,0001	0,01	0,75	I
381	<i>Tabernaemontana crassa</i> Benth.	Apocynaceae	Dic	Ar	Msph	Méso	Endozoo	Sarco	GC	pm, altaire	LC	39,38	0,0004	0,04	2,25	I
382	<i>Tabernaemontana ventricosa</i> Hochst. ex A. DC.	Apocynaceae	Dic	Ar	Msph	Méso	Endozoo	Sarco	GC	pm	LC	11,25	0,0001	0,01	0,75	I
383	<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Wild.	Portulacaceae	Dic	Hb	Chd	Méso	Endozoo	scléro	Aam	pm	LC	46,50	0,0005	0,05	4,5	I
384	<i>Telfairia batesii</i> Keraudren	Cucurbitaceae	Dic	L	Ghgr	Méso	Endozoo	Sarco	G-Sz	Indet	CR	9,00	0,0001	0,01	1	I
385	<i>Telfairia occidentalis</i> Hook. F.	Cucurbitaceae	Dic	L	Ghgr	Méso	Endozoo	Sarco	G-Sz	pm	LC	2,25	0,0000	0,00	0,75	I
386	<i>Terminalia catappa</i> Linn.	Combretaceae	Dic	A	Msph	Micro	Anémo	Ptéro	Pan	pm, orn, bois d'oeuvre	LC	12,00	0,0001	0,01	1	I
387	<i>Terminalia mantaly</i> H. Perrier	Combretaceae	Dic	A	Msph	Méso	Anémo	Ptéro	Pal	pm, orn, bois d'oeuvre	LC	11,25	0,0001	0,01	0,75	I
388	<i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels	Combretaceae	Dic	A	Msph	Micro	Anémo	Ptéro	G-Sz	pm, orn, bois d'oeuvre	LC	15,00	0,0002	0,02	1	I
389	<i>Theobroma cacao</i> Linn.	Malvaceae	Dic	Ar	NnPh	Méso	Epizoo	Sarco	Pan	pm	LC	4,50	0,0000	0,00	0,5	I
390	<i>Thunbergia erecta</i> (Benth.)	Acanthaceae	Dic	Ar	Chd	Micro	Endozoo	Ballo	G-Sz	orn	LC	12,75	0,0001	0,01	1,25	I
391	<i>Thunbergia rufescens</i> (Benth.)	Acanthaceae	Dic	Ar	Chd	Méso	Endozoo	Ballo	G-Sz	orn	LC	12,00	0,0001	0,01	1	I
392	<i>Tithonia diversifolia</i> (hemsl.) A. Gray.	Asteraceae	Dic	Hh	Chd	Méso	anémo	Pogo	Pan	pm, orn	LC	12,00	0,0001	0,01	1	I
393	<i>Tridax procumbens</i> Linn.	Asteraceae	Dic	Hb	Thd	Méso	anémo	scléro	Pan	pm	LC	48,00	0,0005	0,05	6	I
394	<i>Triumfetta cordifolia</i> A. Rich.	Malvaceae	Dic	Hh	Nnph	Micro	Endozoo	Sarco	Aas	pm	LC	9,00	0,0001	0,01	1	I
395	<i>Triumfetta pentandra</i> A. Rich.	Malvaceae	Dic	Hh	Nnph	Micro	Endozoo	Sarco	Aas	pm	LC	31,50	0,0003	0,03	2,5	I
396	<i>Urena lobata</i> Linn.	Malvaceae	Dic	L	Thsc	Méso	Endozoo	Ballo	Pan	pm	LC	85,50	0,0009	0,09	8,5	I
397	<i>Vernonia amygdalina</i> Delile	Asteraceae	Dic	Hh	Chd	Micro	anémo	pogo	AT	pm, altaire	LC	238,50	0,0026	0,26	20,5	I
398	<i>Vigna adenantha</i> (G. Mey.) Maréchal, Mascherpa & Stainier	Fabaceae- Papilionoideae	Dic	L	Chgr	Macro	Anémo	Ballo	Aam	Indet	LC	8,25	0,0001	0,01	0,75	I
399	<i>Vigna subterranea</i> (L.) Verdc.	Fabaceae- Papilionoideae	Dic	L	Chgr	Macro	Anémo	Ballo	AT	pm, altaire	LC	9,00	0,0001	0,01	1	I
400	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Fabaceae- Papilionoideae	Dic	L	Chgr	Macro	Anémo	Ballo	GC	pm, altaire	LC	18,75	0,0002	0,02	2,25	I

401	<i>Voacanga africana</i> Stapf. Ex Scott-Elliot	Apocynaceae	Dic	Ar	Mcph	Méso	anémo	Sarco	GC	pm	LC	117,00	0,0013	0,13	9	I
402	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L.) Schott	Araceae	Mon	Hh	Grh	Méso	Endozoo	Sarco	Pan	pm, altaire	LC	285,00	0,0032	0,32	33	II
403	<i>Zea mays</i> Linn.	Poaceae	Mon	Hh	Thd	Macro	Epizoo	scléro	Cos	pm, altaire	LC	32,25	0,0004	0,04	2,75	I
404	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Zingiberaceae	Mon	Hb	Grh	Méso	Endozoo	Sarco	Cos	pm, altaire	LC	48,75	0,0005	0,05	4,25	I



Original Research Article

doi: <http://dx.doi.org/10.20546/ijcrbp.2016.312.002>

## Heavy Metal Concentrations in Some Common Medicinal Plants from Different Geographical Locations in Douala, Cameroon

Maffo Maffo Nicole Liliane<sup>1,2\*</sup>, Zapfack Louis<sup>1</sup>, Youmbi Emmanuel<sup>2</sup>, Dibong Siegfried Didier<sup>3</sup>, Ntsomboh-Ntsefong Godswill<sup>2,4</sup> and Nanfack Arsel D'Estaing<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Biology, Laboratory of Botany & Ecology; Research Unit: Ecology/Systematics and Assessment of Carbon Stocks. Faculty of Science, P. O. Box: 812, University of Yaounde I, Cameroon

<sup>2</sup>Department of Plant Biology, Laboratory of Biotechnology & Environment. Faculty of Science, P. O. Box: 812, University of Yaounde I, Cameroon

<sup>3</sup>Laboratory of Plant Ecology, Department of Plant Organisms and Physiology, Faculty of Science, P. O. Box 24157, University of Douala, Cameroon

<sup>4</sup>Institute of Agricultural Research for Development, CEREPAH Dibamba, P. O. Box 243 Douala, Cameroon

\*Corresponding author.

### Abstract

This study was aimed at investigating and comparing the levels of five heavy metals; Pb, Cd, Cr, Zn, and Cu in both leaves, shoot and root samples of six common medicinal plants: *Aloe vera*, *Ageratum conyzoides*, *Cleome ciliata*, *Cymbopogon citratus*, *Eremomastax speciosa*, and *Justicia secunda* collected from refuse dumps, roadsides and residential areas in Douala. The plant samples collected were divided into different parts. Concentrations of heavy metals were determined using Atomic Absorption Spectrometry. Results revealed that the selected medicinal plants accumulate heavy metals at different concentrations. Heavy metals repartition decreased in the trend roots>shoots>leaves. There was a significant difference ( $p<0.0001$ ) in the content of metals between plants from different collection points. Samples collected from refuse dumps showed significantly higher concentrations ( $p<0.0001$ ) of heavy metals followed by roadsides, then residential areas. Comparison of results with defined permissible limits led to the conclusion that the levels of all five heavy metals were beyond the permissible limits in the majority of medicinal plants analyzed. Only *Ageratum conyzoides* was below the permissible limit for Cu. High heavy metal concentrations in plants indicate high level of contamination and this raises consumers' health risk concerns.

### Article Info

Accepted: 15 November 2016

Available Online: 06 December 2016

### Keywords

Atomic absorption spectrometry  
Heavy metals  
Medicinal plants  
Health risk

### Introduction

Medicinal plants (MP) have been playing a key role in world health for ages. People around the globe use MP in relation to their culture and historical behaviors (Rates, 2001; WHO, 2005). Though distributed worldwide, MP are most abundant in tropical countries. Approximately,

25 000 plant-based formulations are available in the indigenous medical texts (Gupta et al., 2004). Nowadays, many African countries are concerned by the overwhelming urbanization, ever-growing population and pollution due to high industrialization, dense traffic, large-scale agriculture, etc. The primary sources of this pollution are the burning of fossil fuels, mining and



smelting of metallic ferrous ores, municipal wastes, fertilizers, pesticides, and sewage. Consequently, with various pollutants gradually increasing, soil and plant contamination are becoming a serious concern with typical and significant causes being anthropogenic activities (agricultural, chemical and industrial), vehicle emissions, and improper waste disposal (Krishna and Govil, 2007). Among these toxic elements, presence of heavy metals which constitute an important group of hazardous substances, are ubiquitous in nature and cause serious harmful effects on living organisms (Nies, 1999; Lee and Lee, 2002). Medicinal herbs are easily contaminated during growth, development and processing. After collection and transformation into dosage form, the heavy metals confined in plants finally enter the human body and may disturb the normal functions of vital organs. Main heavy metals like cadmium (Cd), lead (Pb), mercury (Hg), arsenic (As) and chromium (Cr) have been reported to be more toxic to plants than the others and have no other reported biological functions to plants (Fauziah et al., 2010; Ji et al., 2012).

Nonetheless, some heavy metals like copper (Cu), zinc (Zn) and magnesium (Mg) are essential and required by the human body in trace amounts. When these metals exceed the acceptable limits in the body, they become toxic (at very low concentrations) and cause serious harmful effects on living organisms (Nies, 1999; Lee and Lee, 2002; Adepoju-Bello et al., 2014). They may cause damage to vital organs of the body like the central nervous system, liver, heart, kidney and brain, leading to hypertension, abdominal pain, skin eruptions, intestinal ulcer and different types of cancers (Uddin et al., 2012; Fernández-Luqueño et al., 2013).

The concentration of heavy metals in medicinal plants beyond permissible limits is an issue of great concern to public safety all over the world (Calixto, 2000). The problem is rather more serious in Cameroon, because medicinal plants which form the raw materials for the finished products are neither controlled nor properly regulated by quality assurance parameters. WHO recommends that medicinal plants which form the raw materials for the finished products should be checked for the presence of heavy metals. The WHO further regulates maximum permissible limits of toxic metals like arsenic, cadmium and lead at 1.0, 0.3 and 10 ppm, respectively (WHO, 1989 and 1998).

Due to poverty and limited access to modern medicine, many people and traditional healers of large cities in particular harvest plants for healing in nature

(regardless of location) without considering their quality and sustainable management of this heritage. Besides, this is an issue reflected by the proliferation of traditional healers in search of patients in urban centers. Therefore, the raw materials that go into making their recipe are unreliable because of a polluted and corrupt environment of the cities and their outskirts. This poses a public health problem in African cities since the majority of people remain bound to traditional medicine because of its easy access and their culture, accentuated by poverty. These medicinal plants are valuable resources for health care. Even though many studies have been carried out across the world (Abou-Arab and Abou Donia, 2000; Haider et al., 2004; Shad Ali Khan et al., 2008; Ayari et al., 2010; Maharia et al., 2012; Kulhari et al., 2013; Tshibangu et al., 2014; Nawaba et al., 2015; Lion et al., 2016), data on the accumulation of heavy metals in medicinal plants harvested in the wild in Cameroon are very rare. There is increasing interest in the study of the distribution of heavy metals in medicinal plants, not because these plants are an alternative but because this accumulation constitutes a health risk for the population. Moreover, it has been reported that traditional knowledge of plants is being implemented and followed by the inhabitants of different areas of Douala (Mpondo et al., 2012; Dibong et al., 2012). Our study aims to deepen the knowledge of plants used for medicinal purposes in the Douala region of Cameroon which is densely populated, urbanized, industrialized and polluted). This city, the economic capital of Cameroon, has experienced rapid urbanization and industrialization in recent years with associated soil and air pollution enhancing pollutant accumulation in medicinal plants, thereby increasing potential human health risks.

This study was designed to determine the concentration of five heavy metals (Cr, Pb, Cd, Zn, Cu) in leaves, shoots and root samples of six common medicinal plants (*Cleome ciliata*, Schum., *Ageratum conyzoides* Linn., *Aloe vera* Linn., *Cymbopogon citratus* Stapf., *Eremomastax speciosa* (Hochst.) Cufod. and *Justicia secunda* Vahl.) used in the treatment, prevention, and management of diseases. Samples were collected from specified locations in Douala and their contamination status was evaluated with respect to established safe limits of the WHO, China and Canadian standard guidelines (WHO, 1998). This study may help understand the importance of location and ultimately heavy metal toxicity of medicinal plants. General description of medicinal plants undertaken in the present study are given in Table 1.

Table 1. Some medicinal plants commonly used in Douala.

Scientific names (Family)	Traditional medicinal use	Part used	Preparation	References
<i>Aloe vera</i> Linn. (Aloaceae)	Colic and cleaning of internal organs, injuries, stomach ache, blood purification, malaria, typhoid, poison, ovarian cysts, skin disease.	- Leaves - Shoots	- Maceration - Decoction - Extracting the sap - Friction	Dibong et al. (2011) Ngene et al. (2015) Jiofack et al. (2010)
<i>Ageratum conyzoides</i> Linn. (Asteraceae)	Wound, stomach whitlow, typhoid; evil kidney, skin diseases, analgesic, anti-inflammatory, diarrhea, nervous disorders.	- Whole plant - Leaves - Shoots - Roots	- Decoction - Infusion - Maceration	Ngene et al. (2015) Jiofack et al. (2010)
<i>Cymbopogon Citratus</i> Stapf. (Poaceae)	Malaria, jaundice, grippe, fever, typhoid, cough, Hypotension, dysentery, Diabetes, weight loss, digestive and refreshing drink, Sudorific, Useful in catarrhal.	- Whole plant - Leaves - Shoots	- Decoction - Infusion - Maceration	Ngene et al. (2015) Jiofack et al. (2010) Dibong et al. (2011)
<i>Cleome ciliata</i> Schum. (Capparidaceae)	Gastric ulcers, oral pharyngeal diseases, anti-inflammatory, Cleansing, hypoglycemia, diuretic, intestinal worms, sore throat, sore throat, cough, gingivitis, diabetes, boils and abscesses, Malaria.	- Whole plant - Leaves - Shoots	- Decoction - Infusion - Maceration	Ngene et al. (2015) Jiofack et al. (2010)
<i>Eremomastax speciosa</i> (Hochst.) (Acanthaceae)	Diabetes, chronic ulcer, pile, malaria, typhoid, itching, yellow fever, nettle rash, Eczema, Rheumatic pain, hypertension, eye infection, irregular and painful menstruation, herpes, zoster dysentery and diarrhea, hemorrhoids, antimicrobial, antidiarrhoeal activity, haematopoietic	- Leaves - Shoots - Whole plant	- Decoction - Infusion - Maceration	Oben et al. (2006) Okokon et al. (2007) Ndem et al. (2013) Dibong et al. (2011) Fongod et al. (2013)
<i>Justicia secunda</i> Vahl. (Acanthaceae)	Shortage of blood treatment of pharyngitis, gingivitis, bronchitis, infected wounds, topical ulcers, and as antiparasitic agents.		- Decoction - Infusion - Maceration	Fongod et al. (2013)

## Materials and methods

### Description of study sites

This study was conducted from December 2015 to February 2016 in some localities in Douala, Cameroon (Fig. 1) selected on the basis of their higher number of traditional healers, plant diversity of the region and the ancestral tradition related to traditional plant usage (Dibong et al., 2012; Priso et al., 2001). Three collection localities [residential areas (RA), roadsides (RS) and refuse dumps (RD)] were selected on the basis of survey results obtained from traditional practitioners and people concerned, presence of contaminated soil and

atmospheric polluting units (presence of industries, heavy traffic and sites located near waste heaps) (Fig. 1).

The six aforementioned medicinal plant species were selected due to their significant importance in the Littoral region and their frequent utilization in novel pharmaceutical preparations, traditional drug formulations in the region, food supplements and their diverse medicinal properties. These plants which are common in most communities were selected because they are found in most herbal remedies on the Cameroonian markets and are widely used by individuals and families.

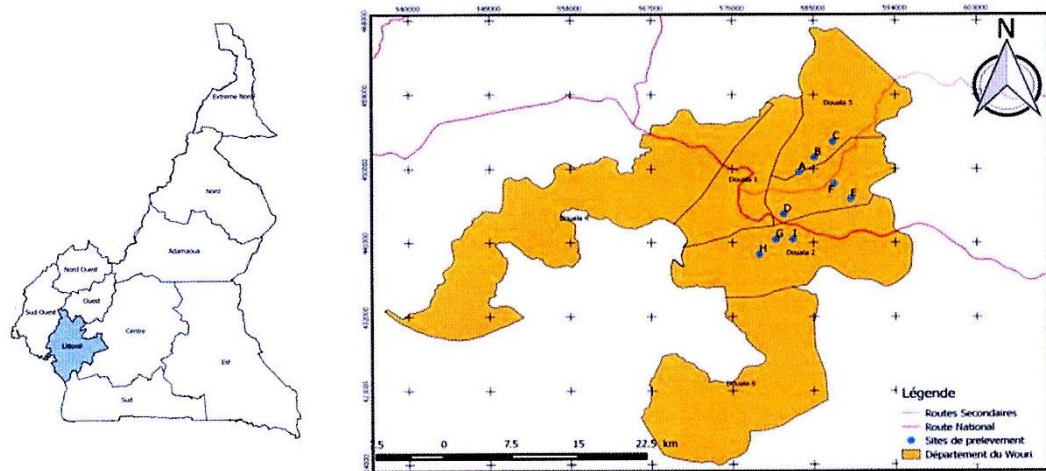


Fig. 1: Heavy metals' contents (mg/kg) in the medicinal plant samples from different geographical locations in Douala.

Douala is the largest metropolis of the coast of Cameroon with a climate that belongs to the equatorial area of a particular type called "Cameronian" characterized by two seasons. There is a long and stable rainy season with at least 9 months of heavy precipitation (about 4000 mm per year) and high temperatures (26.7°C). The minimum average temperature in Douala for 30 years (1961-1990) was 22.6°C in July and the average maximum temperature was 32.3°C in February. The relative humidity remains high and close to 100% all year round (Dibong et al., 2012; Mpondo et al., 2012). The population of the city is estimated at 2.5 million. The intensification of urban, industrial and agricultural activities, accelerated population growth have led to increased degradation of ecosystems in that locality (Priso et al., 2011).

#### Reagents and equipment

Analytical grade chemicals purchased from Hach Company and doubly de-ionized distilled water were used throughout the study. 65% nitric acid (HNO<sub>3</sub>), 30% hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), and 70% perchloric acid (HClO<sub>4</sub>) were used for digestion purpose, while multi-element standard solution was used as a reference.

The Digester for Heavy Metal SH 230N was used to mineralize all samples and the spectrophotometer HACH DR 3900 was used for analyzing the aforementioned heavy metals in the laboratory of Biotechnology and environment of the University of Yaounde I. All glassware were soaked for 48 h in 10% HNO<sub>3</sub> and all the containers were rinsed repeatedly and successively in HNO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O (1:1) and HCl/H<sub>2</sub>O (1:1) before use. All

apparatus were thoroughly washed with detergent solution followed by tap water and rinsed with, distilled water (Rashid et al., 2016).

#### Collection of samples

The selected medicinal plant samples were randomly collected in transects of 25 m<sup>2</sup> (5 m x 5 m), from three different sampling points (RA, RS and RD) in Douala. At each sampling site (Fig. 1), two samples of each plant were collected from six different points and mixed together. All the sample sites were far away (approximately 500-1000 m) from industrial pollution sources (such as landfill regions, gas stations and factories) and line pollution sources (about 200 meters away from houses and roads). All sites were located with GPS so as to facilitate any further investigations. *Cleome ciliata* Schum. (Fig. 4) and *Ageratum conyzoides* Linn. (Fig. 2) were harvested along RS; *Aloe vera* Linn. (Fig. 3) and *Cymbopogon citratus* Stapf. (Fig. 5) around RA; *Eremomastax speciosa* (Hochst.) Cufod. (Fig. 6) and *Justicia secunda* Vahl. (Fig. 7) in RD.

#### Preparations of samples

Whole plants collected from different locations were divided into different edible parts: roots, shoots, leaves. These plants parts were washed thoroughly with running tap water followed by washing with deionized autoclaved water to remove the dirt, dust particles, possible parasites. They were further rinsed again with deionized autoclaved water (Abou-Arab and Abou Donia, 2000). The plant samples were shade dried at

180°C in an auto-clave, crushed, powdered and homogenized using a laboratory blender. The powdered samples were put in plastic bags, stored in closed air

tight bottles and transported to the laboratory of Biotechnology and Environment of the University of Yaounde I for further analysis.



**Fig. 2:** *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae)  
Local name: Ewuda nyo na nyo



**Fig.3:** *Aloe vera* L. (Aloaceae)  
Local name: Aloe vera



**Fig. 4:** *Cleome ciliata* L. (Capparidaceae)  
Local name: Mbango



**Fig. 5:** *Cymbopogon citratus* Stapf (Poaceae)  
Local name: Bekoko ba ti (citronnelle, fever grass)



**Fig. 6:** *Eremomastax speciosa* (Hochst.) Cufod (Acanthaceae)  
Local name: Dibokuboku di mole



**Fig. 7:** *Justicia secunda* Vahl. (Acanthaceae)

### Sample digestions using wet digestion procedure (HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub> digestion)

For heavy metals assessment, the digestion was carried out according to the methods reported by Hseu (2004) and Rashid et al. (2016). Pre-weighed 1 g each of different parts of each plant were placed into borosilicate digester tubes and 10 ml of concentrated HNO<sub>3</sub> were added in each tube. The mixture was placed on a hot plate (heavy metal digester SH 230N) for 30–45 min to allow for oxidation. After cooling, 5 ml of HClO<sub>4</sub> (70%) was added, and the mixture was reheated on a hot plate until the digest became clear and semi-dried. Then, the samples were cooled, reconstituted to 70 ml volume with deionized autoclaved water, filtered through Whatman No. 42 filter paper and stored at ambient temperature, in closed acid-washed glass vials. All experiments were done in triplicate for precision and accuracy of the results.

### Atomic Absorption Spectrometry (AAS): Procedure for herbal sample analysis

The stored samples were used for the analysis of heavy metals. Total content of Cd, Cr, Cu, Pb, and Zn in the edible parts of the six selected medicinal plants was determined according to the dithizone method (AOAC, 2005) with the spectrophotometer HACH DR 3900 in the laboratory of Biotechnology and Environment of the University of Yaounde I. All experiments were done in triplicate for precision and accuracy of the results. Concentration of each metal was determined from absorbance value of each replicate and articulated in mg/kg on a dry-weight basis of the plant sample. Concentrations obtained in samples from different plant parts were compared with established safe limits of the WHO for Cd and Pb, China for Cu and Canadian standard guidelines for Cr (1998).

### Statistical analysis

The data, based on triplicate analysis were subjected to a two-way analysis of variance to bring out the effects of the plant's location on their mineral content as well as the effect the plant itself had on its mineral content. Variations among the locations, and plant samples were evaluated by means of least significance difference (LSD) at 5% level of probability ( $p \leq 0.05$ ). Data analysis was conducted using R statistical software.

### Results

The results obtained (Table 2) show that all heavy metals studied in Douala were present to greater or lesser extents in different organs and collection sites of the selected medicinal plant species. Heavy metals were recorded in this range: roots>leaves>shoots. Sites were affected ( $p < 0.05$ ) by the concentration of all the metals with highest level observed in RS and RD, and the lowest in RA.

### Concentrations of heavy metals

#### Lead (Pb)

The concentration of Pb in plants from Douala varied from 3.02±0.02 mg/kg to 40.00±0.03 mg/kg, with a mean value of 13.95±8.73 mg/kg. Generally for all plant species, Pb contents ranged as follows: *Cleome ciliata*>*Ageratum conyzoides*>*Eremomastax speciosa*>*Justicia secunda*>*Cymbopogon citratus*>*Aloe vera*. The roots of *Cleome ciliata* from RS contained the highest level (40.00±0.03 mg/kg) of Pb, and the shoots of *Aloe vera* from RA had the least level (3.02±0.02 mg/kg). There very highly ( $p < 0.0001$ ) significant difference of Pb concentrations between plant parts studied in Douala. There was a highly significant difference ( $p < 0.0001$ ) in the data of roots and leaves, shoots and leaves, and a very highly significant difference ( $p < 0.0001$ ) in the data of root and shoots. From all the plants in all locations, the mean concentrations recorded from the roots were more than those recorded from the leaves followed by shoots. Among locations, Pb mean content was 7.42±2.77 mg/kg from RA, 21.72±10.23 mg/kg from RS and 12.72±3.79 mg/kg from RD. Generally, very highly significant difference ( $p < 0.0001$ ) of Pb concentrations were observed between all the three locations in Douala city. They were higher ( $p < 0.05$ ) Pb concentration from RS than RD and RA. However, the decreasing order of Pb samples in all sites was RS>RD>RA. Plants harvested in RD had very higher ( $p < 0.001$ ) Pb values than RA and those of RD were lower ( $p < 0.05$ ) as compared with those from RS (Fig. 8).

Plant samples collected from RA and RD contained Pb and Cr concentrations that exceeded the maximum permissible limits defined by the WHO (1998). However *Cymbopogon citratus* and *Aloe vera* samples harvested from RA were below the permissible limits. The prescribed limit for Pb contents in herbal medicine is 10 mg/kg dry weight while the dietary intake limit for Pb is 3 mg/week. Naithani and Kakkur (2006) in India found

that the mean of Pb in the 5 medicinal plants studied was 6,39 mg/kg which is below the permissible limit of Pb. Maximum levels of 14.4 mg/kg and 21.7 mg/kg of lead were also reported in Egyptian and Iranian spices and medicinal plants, respectively (Li et al., 2012; Ziarati, 2012).

Lead is a non-essential heavy metal and is known to be one of the highly toxic environmental pollutants. The main source of Pb in plant parts is the soil on which they grow, which can be contaminated from several sources. The industrial (smelting process), gas emission from heavy traffic on roads (Atayese et al., 2009), agricultural

(application of insecticides) and urban activities (combustion gasoline) can contribute to lead levels in soil (Falahi et al., 2013; Nookabkaew et al., 2006). It can complex with various biomolecules and adversely affect their functions. Lead exposure at low doses in the body causes colic, brain and kidneys damage, headache, anemia, miscarriage, lower sperm count, convulsions, chronic nephritis of the kidneys, central nervous system disorder, immune, renal, muscular and gastro-intestinal symptoms. Exposures to lead at prenatal and early childhood are associated with slowed cognitive development, learning deficits, and many other effects (Rehman et al., 2013).

**Table 2.** Mean and standard deviation concentrations of trace metals in plant parts (leaves, shoots and roots) collected from Douala.

Plants	Plant parts	Heavy metals (mg/kg)					
		Pb	Cd	Cr	Zn	Cu	
RA <i>Aloe vera</i> Linn.	Leaves	6.79±0.06 <sup>a</sup>	6.03±0.05 <sup>a</sup>	0.12±0.02 <sup>a</sup>	4.28±0.03 <sup>a</sup>	20.06±0.08 <sup>a</sup>	
	Roots	8.64±0.04 <sup>a</sup>	7.10±0.07 <sup>a</sup>	1.83±0.03 <sup>a</sup>	8.16±0.01 <sup>a</sup>	24.43±0.05 <sup>a</sup>	
	Shoots	3.20±0.04 <sup>a</sup>	6.36±0.05 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	2.29±0.02 <sup>a</sup>	14.39±0.05 <sup>a</sup>	
	<i>Cymbopogon citratus</i> Stapf.	Leaves	8.65±0.10 <sup>b</sup>	6.14±0.03 <sup>b</sup>	0.09±0.03 <sup>b</sup>	4.38±0.02 <sup>b</sup>	19.58±0.04 <sup>b</sup>
		Roots	11.73±0.05 <sup>b</sup>	7.37±0.03 <sup>b</sup>	2.35±0.05 <sup>b</sup>	9.46±0.03 <sup>b</sup>	28.43±0.03 <sup>b</sup>
		Shoots	5.50±0.04 <sup>b</sup>	6.44±0.06 <sup>b</sup>	0.03±0.00 <sup>b</sup>	1.60±0.55 <sup>b</sup>	13.09±0.05 <sup>b</sup>
	<i>Ageratum conyzoides</i> Linn.	Leaves	14.90±0.10 <sup>c</sup>	6.63±0.02 <sup>ab</sup>	11.70±0.04 <sup>c</sup>	8.52±0.03 <sup>c</sup>	44.13±0.04 <sup>c</sup>
		Roots	27.50±0.08 <sup>c</sup>	7.91±0.06 <sup>c</sup>	16.90±0.035 <sup>c</sup>	14.97±0.04 <sup>c</sup>	51.86±0.01 <sup>c</sup>
		Shoots	10.18±0.09 <sup>c</sup>	5.52±0.05 <sup>c</sup>	6.08±0.04 <sup>c</sup>	9.28±0.04 <sup>c</sup>	30.20±0.04 <sup>c</sup>
RS <i>Cleome ciliata</i> Schum.	Leaves	22.70±0.06 <sup>d</sup>	6.27±0.03 <sup>ab</sup>	8.16±0.08 <sup>bd</sup>	9.10±0.05 <sup>d</sup>	35.19±0.04 <sup>d</sup>	
	Roots	40.00±0.06 <sup>d</sup>	8.70±0.03 <sup>b</sup>	13.28±0.05 <sup>b</sup>	12.22±0.03 <sup>b</sup>	49.96±0.03 <sup>d</sup>	
	Shoots	15.07±0.06 <sup>d</sup>	3.16±0.07 <sup>d</sup>	5.59±0.02 <sup>d</sup>	4.59±0.03 <sup>d</sup>	27.09±0.02 <sup>d</sup>	
	<i>Eremomastax speciosa</i>	Leaves	11.28±0.04 <sup>c</sup>	7.27±0.04 <sup>c</sup>	4.25±0.01 <sup>e</sup>	4.59±0.02 <sup>e</sup>	44.31±0.02 <sup>a</sup>
		Roots	19.83±0.0 <sup>a</sup>	9.22±0.03 <sup>d</sup>	7.40±0.02 <sup>d</sup>	7.36±0.06 <sup>b</sup>	60.30±0.04 <sup>e</sup>
		Shoots	10.40±0.06 <sup>c</sup>	5.73±0.03 <sup>c</sup>	2.52±0.03 <sup>c</sup>	2.34±0.52 <sup>c</sup>	37.25±0.04 <sup>c</sup>
RD <i>Justicia secunda</i> Vahl.	Leaves	10.45±0.03 <sup>f</sup>	8.61±0.59 <sup>d</sup>	2.46±0.02 <sup>f</sup>	5.26±0.03 <sup>f</sup>	66.46±0.04 <sup>e</sup>	
	Roots	15.13±0.08 <sup>c</sup>	10.32±0.03 <sup>c</sup>	5.07±0.03 <sup>e</sup>	9.93±0.03 <sup>bd</sup>	71.19±0.03 <sup>f</sup>	
	Shoots	9.22±0.09 <sup>f</sup>	7.10±0.04 <sup>a</sup>	1.26±0.04 <sup>f</sup>	3.36±0.03 <sup>f</sup>	41.33±0.04 <sup>f</sup>	
Permissible limits		10	0.3	2	27.4	20	

The heavy metal concentrations are means ±SD. Means with the same alphabetic letter and corresponding to the same organ of different species are not significantly different between each other ( $p < 0.05$ ) according to Student's t test. WHO permissible limits for Pb: 10 mg/kg; Cd: 0.3 mg/kg (WHO, 1998); CANADA permissible limits for Cr: 2 mg/kg (WHO, 2005); CHINA permissible limits for Cu: 20 mg/kg (WHO, 2005).

### Cadmium

The cadmium (Cd) concentrations in Douala (Table 2) were in the range from 3.16±0.07 mg/kg to 10.32±0.03 mg/kg for all the samples, with a mean value of 6.99±1.58 mg/kg. Of all the selected plant species, the highest concentrations of Cd were noticed in *Justicia secunda* followed by *Eremomastax speciosa*, *Ageratum conyzoides*, *Cymbopogon citratus*, *Aloe vera* and *Cleome ciliata* in decreasing order of concentrations. Among the plant parts, the highest concentration was recorded from the roots of *Justicia secunda* (10.32±0.03 mg/kg)

harvested from RD and the lowest mean value was recorded from the shoots of *Cleome ciliata* (3.16±0.07 mg/kg) harvested from RD. Cd concentrations showed very highly ( $p < 0.0001$ ) significant difference between plant parts studied in Douala. Thus there was a highly significant difference ( $p < 0.0001$ ) between roots and leaves, shoots and leaves, and a light significant difference ( $p < 0.05$ ) in the data of roots and shoots. Overall in all the studied plants, Cd concentration was recorded in this range: roots>leaves>shoots. Amongst locations, Cd mean content was 6.57±0.51 mg/kg from RA, 6.36±1.83 mg/kg from RS and 8.04±1.57 mg/kg

from RD. The trend of Cr concentration in plants from RA and RS were similar but lower ( $p < 0.05$ ) than in those from RD. Cd repartition based on the collection site was as follows:  $RD > RA \geq RS$ . Plants harvested at RD had very higher ( $p < 0.05$ ) Cd values than those collected from RA and RS (Fig. 8). The experimental results showed that 100 % of the samples analyzed had Cadmium concentrations that exceeded the permissible limit defined by the WHO (2005); prescribed limit for Cd contents in medicinal plant is 0.3 mg/kg and the maximum acceptable concentration for food stuff is around 1 ppm. Similar results of high levels of cadmium in Egyptian, Nigerian, Eritrean and Sud African medicinal herbs and plants have been reported in earlier studies (Abou Arab and Abou Donia, 2000; Yusufa et al., 2003; Sium et al., 2016; Lion et al., 2016).

Cadmium is a non-essential trace element having functions neither in human body nor in plants. It is extremely toxic even at low concentration. The high levels of cadmium exercise a serious toxicological effect on human health. It causes learning disabilities and hyperactivity in children. Cadmium accumulates in human body and damages mainly the kidneys and liver. Cd intoxication can therefore lead to kidney, bone and pulmonary damages (Godt et al., 2006). At high concentrations, cadmium produces serious effects on the liver and vascular and immune systems (Neil, 1993).

### Chromium

The mean concentration of Cr (Table 2) found in different samples of Douala was  $4.95 \pm 4.84$  mg/kg and Cr content varied from  $0.03 \pm 0.00$  mg/kg to  $16.90 \pm 0.04$  mg/kg in all plant species studied. The highest concentration of Cr contents was found in *Ageratum conyzoides* followed by *Cleome ciliata*, *Eremomastax speciosa*, *Justicia secunda*, *Cymbopogon citratus* and *Aloe vera*. High concentration of Cr occurred in the roots of *Ageratum conyzoides* ( $16.90 \pm 0.04$  mg/kg) harvested from RS while low concentration was found in the shoots of *Cymbopogon citratus* ( $0.03 \pm 0.00$  mg/kg) from RA. Cr concentrations showed highly ( $p < 0.05$ ) significant difference between plant parts, probably due to the absorption of Cr contents from the polluted air. There was no significant difference ( $p > 0.05$ ) between roots and leaves and between shoots and leaves. However, there was a highly significant difference ( $p < 0.05$ ) between the data from roots and shoots. From all the plants in all locations, the mean concentrations recorded from the roots were more than those recorded from the shoots followed by leaves.

The experimental data revealed that Cr mean content was  $0.75 \pm 0.99$  mg/kg in samples from RA,  $10.28 \pm 4.18$  mg/kg for RS and  $3.83 \pm 2.09$  mg/kg for RD. The Cr repartition based on collection sites was as follows:  $RS > RD > RA$ . There was a very highly ( $p < 0.0001$ ) significant difference in Cr contents between different habitats studied in Douala and the results showed very higher significant levels ( $p < 0.001$ ) of Cr concentrations in plant samples obtained from RS compared with those obtained from RD and RA. All plants collected from RD had higher ( $p < 0.05$ ) Cd values than those collected in RA (Fig. 8).

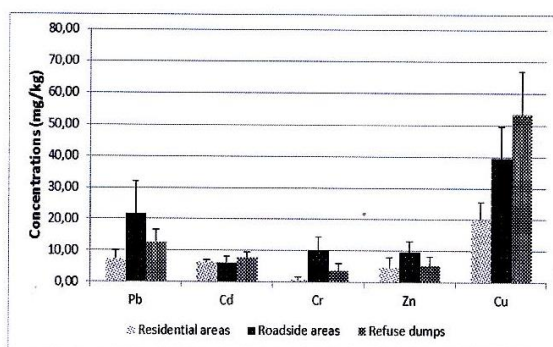


Fig. 8: Heavy metals' contents (mg/kg) in the medicinal plant samples from different geographical locations in Douala.

There are no established WHO concentration limits for Cr in medicinal plants. However, permissible limits for Cr in medicinal plants set by Canada are 2 mg/kg in raw medicinal plant materials (WHO, 2005) and the daily intake of Cr 50-200  $\mu$ g has been recommended for adults by US National Academy of Sciences (Waston, 1993). Plants collected from RS and RD were higher than the permissible limit of 2 mg/kg as set by Canadian standards while those harvested from RA did not exceed that permissible limit. The toxic effects of Cr intake are skin rashes, nose irritation, bleeding, stomach ache, kidney and liver damage and cancer. Chromium deficiency is characterized by disturbance in glucose lipids and protein metabolism (McGrath & Smith, 1990; Khan et al., 2010). Sources of Cr in the deposited dust may be due to natural weathering and wind deflation or anthropogenic emission from the industries and vehicles.

### Zinc

The range and mean concentrations of Zn found in samples during this study were  $1.60 \pm 0.55$  mg/kg –  $14.97 \pm 0.04$  mg/kg and  $6.76 \pm 3.63$  mg/kg DW respectively (Table 2). In all plant species, the Zn

contents ranged as follows: *Ageratum conyzoides* > *Cleome ciliata* > *Justicia secunda* > *Cymbopogon citratus* > *Aloe vera* > *Eremomastax speciosa*. The roots of *Ageratum conyzoides* from RS contained the maximum amount (14.97±0.04 mg/kg) of Zn while the shoots of *Cymbopogon citratus* (1.60±0.55 mg/kg) from RA had the minimum amount of Zn (14.97±0.04 mg/kg). It may be due to the absorption of the metals from the polluted soils. Concentration of Zn varied in different plant organs and the differences obtained in leaves, shoots and roots of all the plants were highly significant ( $p < 0.0001$ ). So there were higher Zn concentrations ( $p < 0.0001$ ) in roots than leaves and shoots respectively. The transportation of Zn was found in the order roots > shoots > leaves which are in line with results from Das et al. (2001) and Bhattacharya et al. (2013). The mean content of Zn was 5.03±2.97 mg/kg in samples from RA, followed by 9.78±3.31 mg/kg for RS samples and then 5.47±2.61 mg/kg for RD. The repartition of Zn based on the collection sites was as follows: RS > RD > RA. There was a very highly significant difference of Zn between the different sites studied in Douala ( $p < 0.0001$ ). The trend of Zn concentration in samples from RD and RA were practically similar but lower ( $p < 0.0001$ ) than in those from RS (Fig. 8). RS plants had the highest ( $p < 0.001$ ) values of Zn possibly due to the high vehicle traffic.

The WHO limits are not yet established for Zn in medicinal plants. However, the permissible limit set by FAO/WHO (1989) in edible plants is 27.4 mg/kg. In this study, all harvested plants widely exceeded the permissible limit of Zn except for *Ageratum conyzoides* which was below that value. Zinc is an essential trace element for plant growth and also plays an important role in various cell processes including normal growth, brain development, behavioral response, bone formation and wound healing. Zinc deficient diabetics fail to improve their power of perception and also lose the sense of touch and smell (Hunt, 1994).

### Copper

As can be seen from the data (table 2), the mean concentration of Cu obtained in this study was 37.74±17.05 mg/kg DW and Cu varied between 13.09±0.05 mg/kg and 71.19±0.03 mg/kg. The average Cu concentration (mg/kg) trend for medicinal plants studied was *Justicia secunda* > *Eremomastax speciosa* > *Ageratum conyzoides* > *Cleome ciliata* > *Cymbopogon citratus* > *Aloe vera*. There was very highly significant difference ( $p < 0.0001$ ) of Cu between the plant species

studied in Douala. The highest mean value was recorded from the roots of *Justicia secunda* (71.19±0.03 mg/kg) obtained from soil collected from RD. The lowest mean value was recorded from the shoots of *Cymbopogon citratus* (13.09±0.05 mg/kg) harvested from soil collected from RA. However, Cu concentrations showed highly significant difference ( $p < 0.0001$ ) between plant parts studied in Douala. There was a very highly significant difference ( $p < 0.0001$ ) between roots and shoots and a highly significant difference ( $p < 0.05$ ) in the roots and leaves, shoots and leaves. From all the plants in all locations, the mean concentrations recorded from the roots were more than those recorded from the shoots, followed by leaves.

Among locations, Cu mean content was 20.00±5.48 mg/kg from RA, 39.74±9.78 mg/kg from RS and 53.47±13.44 mg/kg from RD. The Cu repartition based on the collection site was as follows: RD > RS > RA. There was a very highly significant difference ( $p < 0.0001$ ) in Cu contents between different study sites in Douala. Plants collected from RD had higher ( $p < 0.001$ ) Cu values than those collected from RS and RA respectively. However, there was significant variation in the values of Cu obtained from RS and RA ( $p < 0.05$ ) (Fig. 8). The high concentrations of Cu in the roots of plant led to two hypotheses: (i) it may be due to higher absorption ability of the plants to get the trace heavy metals from the polluted soils, or (ii) it may be due to the presence of higher amounts of copper in the respective soil samples. In this light, *Justicia secunda* plants have the highest ability to absorb the metals from the soil.

Although Cu is an essential enzymatic element for normal plant growth and development, it can be toxic at excessive levels. High intakes of copper are detrimental to human health and may cause fever with flue like symptoms, hair and skin decoloration, dermatitis, irritation of the upper respiratory tract, metallic taste in the mouth and nausea, and some other fatal diseases in human beings (Khan et al., 2008). Copper deficiency results in anemia and congenital inability to excrete copper resulting in Wilson's disease (Gupta, 1975). Therefore, Cu content in medicinal plants must be controlled on a daily basis (Karak and Bhagat, 2010). However for medicinal plants, the WHO limits are not yet established for copper. Although in medicinal plants, permissible limits for copper set by China and Singapore, are 20 ppm and 150 ppm respectively (WHO, 2005). In this study, all harvested plants widely exceeded this permissible limit of China (20.00 mg/kg), except for *Ageratum conyzoides* which was below that value. Maximum levels of Cu were also



reported in Eritrea by Sium et al. (2016) and South African medicinal plants, respectively (Lion et al., 2016). High concentrations of Cu and the other trace heavy metals present in the underground parts of the plants may be due to the absorption ability of the plants to get the trace heavy metals from the polluted soils. Cu contamination could mainly originate from vehicles and fungicides (Han et al., 2006).

## Discussion

Overall comparison of the metal contents in medicinal plants in some other parts of the world revealed that the levels are generally comparable in Cameroon and elsewhere. This trend could be ascribed to the high values of studied heavy metal (Pb, Cd, Cr, Zn and Cu) concentrations present in the studied plants. Six plant species were assessed for metal accumulation in their different parts in Douala where plant samples were collected from RA (*Cymbopogon citratus* and *Aloe vera*), RS (*Cleome ciliata* and *Ageratum conyzoides*) and RD (*Eremomastax speciosa* and *Justicia secunda*).

The results showed a significant difference in the contents of metals in all plants from different sites ( $p < 0.0001$ ). The study reveals that heavy metal pollution of the selected plants is significant in the Douala region. It also points to RD as the most important source of contamination. Samples collected from RS zones showed significantly higher concentration of heavy metals followed by RD and then RA. A study of Deepalakshmi et al. (2014), who evaluated the potential for accumulation of heavy metals in roadside plants in the city of Bangalore (India) found high values of Pb ( $84.98 \pm 0.11$  mg/g), Cu ( $55.64 \pm 0.17$  mg/g), Zn ( $80.34 \pm 0.26$  mg/g), Cd ( $9.56 \pm 0.25$  mg/g) in *Ageratum conyzoides*. Messou et al. (2013) obtained similar results in their research: Pb ( $48.98 \pm 0.11$  mg/g), Cr ( $6.56 \pm 0.35$  mg/g), Cu ( $59.94 \pm 0.34$  mg/g), Zn ( $67.34 \pm 0.16$  mg/g). Effiong (2013) in the southwestern region of Nigeria suggested that average levels of Cu and Pb at the refuse dump sites were significantly higher than other locations (industrial waste dump sites, industrial areas, residential areas, around an effluent channel). In this study, metal levels at the residential areas were about the levels in the control. Generally, the degree of contamination within the vicinity of the site was of the order  $Cu > Pb > Cd > Cr$ . It can be stated that the site of growth noticeably influences heavy metal uptake by the six plant varieties assessed in this study.

Several factors control the selective accumulation of metals in plant and their bioavailability: soil and climatic

conditions, plant genotype and agronomic techniques (Chunilall et al., 2005). The traffic flow also had a significant effect on the content of heavy metals in plants growing along the road. Further away from the road, and under lower traffic flow intensity, the amounts of contaminants originating from vehicle traffic decreased. Emissions of trace elements depend on the differences in the traffic flow intensity, number, type, and speed of vehicles and on the atmospheric conditions as well as the distribution of buildings (Modrzewska et al., 2014). Annan et al. (2013) reported that the 5 minerals namely: Pb, As, Hg, Cd and Al were present in 10 medicinal plants sampled from 5 different geographical locations in Ghana and a significant variation existed in mineral content for the various locations ( $p \leq 0.05$ ).

In the present study, most of the plant parts harvested from the refuse dump sites had significant and high values of all heavy metals studied. Ebong (2007) found that concentrations of the metals in the dump site soil and plant parts in Nigeria were higher and significant differences of heavy metals' (Cu, Zn, Pb, Cd) accumulation were observed between plant parts. This could be attributed to the high metal contents in the dump site soils which were eventually accumulated by plants grown on them. This also indicates that the concentrations of metals in plants are dependent upon their concentrations in the soil on which they grow.

## Permissible limits of heavy metals

All the plants studied exceeded the different permissible limits of Pb, Cd, Cr, Zn and Cu except for *Ageratum conyzoides* which was below the Cu value. But since the metal accumulation and translocation potential varied between different metals and vegetables and did not follow any particular pattern, their impact on health needs should be evaluated based on the elements that surpassed the maximum limit (Manzoor et al., 2006; Tiwari et al., 2011; Nabulo et al., 2011; Weldegebriel et al., 2011). A similar investigation was conducted for plants obtained from Bahrain, and Nigeria. In Bahrain, Al-Saleh and Chudasama (1994) reported that a large portion of the plants examined contained high concentrations of toxic metals and some of them exceeded the limits of toxicity; the reported data indicate a potential health hazard. Nwoko et al., (2011) showed that the Zn, Cd and Pb contents of selected ready-to-use herbal remedies in South-east Nigeria were beyond WHO permissible limits. The health risk due to metal contamination, in general, depends on the average daily dietary intake (Dghaim et al., 2015).

## Plant parts

The results obtained in this study show that concentrations of Cu and Zn were highest in all the plants studied and that the plants accumulated more of the trace metals in their roots than in shoots. The ability of plants to bioaccumulate more trace metals in their roots than the shoot has been reported in literature. The study of Lion et al. (2016) observed that from all the plants studied, the concentrations of trace metals in the roots were more than those recorded in the shoot with a significant difference ( $p < 0.05$ ). Hazrat et al. (2012) showed that the concentrations of trace metals were greater in roots than in shoots. A similar observation was also made by Peralta et al. (2001) where alfalfa plants accumulated more of the trace metals in the roots than any other part.

Different vegetable species accumulated different metals depending on environmental conditions, metal species and plant available forms of heavy metals. Plants have a natural propensity to take up and maintain metals at relatively low concentrations by avoiding excessive metal uptake and transport (McGrath et al., 2001). Some metals like Cu, Co, Fe, Mo, Mn, Ni and Zn, are essential mineral nutrients, while Cd and Pb, have no known physiological activity (McGrath et al., 2001).

## Conclusion

Heavy metal contamination in the environment is of more concern worldwide. The results of the present assessment showed that the selected medicinal plants are good absorbers of metals; and concentration of minerals depends on the different geographical conditions as well as their components. This study proved that plants overgrowing in GS and RS soils accumulate much higher amounts of Cd, Pb, Cr, Cu, and Zn than the plants from RA. The highest contents of heavy metals were found in the roots, but their levels in the leaves and shoots were elevated as well, implying a risk of transport of toxicants along the food chain. It may be due to geological strata or pollution of the studied area. The assay of heavy metals varied from site to site, plant to plant, and also in different parts of each plant, depending upon the chemical composition of soil and absorption rate by plants. Thus, it is essentially required that every medicinal plant should be checked for contaminant load before processing for further pharmaceutical purposes or for local human consumption. This study also concluded that those plants can also be used for the removal of heavy metal from the soil and waste water because they have the capacity to absorb the metals from the soil.

Generally, the concentration of heavy metals in the different parts of *Eremomastax speciosa* followed the order Cu>Pb>Cd>Zn>Cr in shoots and roots compared to leaves. *Justicia secunda* accumulated Cu>Pb>Cd>Zn>Cr in roots, shoots and leaves. In *Cymbopogon citratus*, Cu > Pb > Zn > Cd > Cr accumulation was observed in roots, Cu>Pb>Cd>Zn>Cr in leaves and Cu>Pb>Cd>Zn>Cr in plant shoot. In *Aloe vera*, the concentration decreasing pattern of metals was Cu > Pb > Zn > Cd > Cr in roots, Cu > Pb > Cd > Zn > Cr in leaves and Cu > Cd > Pb > Zn > Cr in shoots. *Cleome ciliata* followed the order Cu > Pb > Cr > Zn > Cd in roots and shoots and Cu > Pb > Zn > Cr > Cd in leaves. *Ageratum conyzoides* followed the order Cu > Pb > Cr > Zn > Cd in roots and leaves and Cu > Pb > Zn > Cr > Cd in shoots.

## Conflict of interest statement

Authors declare that they have no conflict of interest.

## Acknowledgement

This work was carried out with financial support from the International Foundation for Science (IFS), Grant No. D/5771-1. The authors are grateful to Mr. Pierre Mkounga of the Laboratory of Organic Chemistry of the University of Yaounde I for his assistance in this work.

## References

- Abou-Arab, A.A.K., Abou Donia, M.A., 2000. Heavy metals in Egyptian spices and medicinal plants and the effect of processing on their levels. J. Agric. Food Chem. 48, 2300-2304.
- Adepoju-Bello, A.A., Issa, O.A., Oguntibeju, O.O., Ayoola, G.A., Adejumo, O.O., 2014. Analysis of some selected toxic metals in registered herbal products manufactured in Nigeria. Afr. J. Biotech. 11(26), 6918-6922.
- Al-Saleh, F. S., Chudasama, S., 1994. Trace metal concentrations in the medicinal plants of the flora of Bahrain. Toxicol. Environ. Chem. 46(1-2), 1-9.
- Annan, K., Dickson, R.A., Amponsah, I.K., Nooni, I.K., 2013. The heavy metal contents of some selected medicinal plants sampled from different geographical locations. Pharmacogn. Res. 5, 103-108.
- AOAC International, 2005. Official methods of analysis of AOAC International. 18th Edn.
- Atayese, M.O., Eigbadon, A.I., Oluwa, K.A., Adesodun, J.K., 2009. Heavy metal contamination of *Amaranthus* grown along major highways in Lagos. Afr. Crop Sci. J. 16, 225-235.
- Ayari, F., Hamdi, H., Jedidi, N., Kossai, R., 2010. Heavy metal distribution in soil and plant in municipal solid

- waste compost amended plots. Int. J. Environ. Sci. Technol. 7, 465-472.
- Calixto, B.J., 2000. Efficacy, safety, quality control, marketing and regulatory guidelines for herbal medicines (phytotherapeutic agents). Braz. J. Med. Biol. Res. 33(2), 179-189.
- Chunilall, V., Kindness, A., Jonnalagadda, S.B., 2005. Heavy metal uptake by two edible *Amaranthus* herbs grown on soils contaminated with lead, Mercury, cadmium and nickel. J. Environ. Sci. Health. A, 40, 375-384.
- Das, P., Rout, G.R., Samantaray, S., 2001. Heavy metal and nutrient concentration in soil and plants growing on metalliferous chromite minespoil. Environ Toxicol. 22, 1147-1154.
- Deepalakshmi, A. P., Ramakrishnaiah, H., Ramachandra, Y. L., Naveen Kumar, N., 2014. Leaves of higher plants as indicators of heavy metal pollution along the urban roadways. Int. J. Sci. Technol. 3(6), 340-346.
- Dghaim, R., Safa, A.I., Khatib Rasool, H., Munawwar, K., 2015. Determination of heavy metals concentration in traditional herbs commonly consumed in the United Arab Emirates. J. Environ. Public Health. Article ID 973878. 6p.
- Dibong, S.D., Mpondo Mpondo, E., Ngoye, A., Kwin, M.F., Betti, J.L., 2011. Ethnobotanique et phytomédecine des plantes médicinales de Douala, Cameroun. J. Appl. Biosci. 37, 2496-2507.
- Dibong, S.D., Tchataat, M., Yinyang, J., Mvogo, O.P.B., Ndjib, R.C., Mpondo, M.E., 2012. Valorisation des produits forestiers non ligneux spéciaux d'origine végétale vendus dans les marchés Est de la ville de Douala (Cameroun). J. Anim. Plant Sci. 20(1), 3067-3078.
- Ebong, G., Akpan, M., Mkpennie, V., 2007. Heavy metal contents of municipal and rural dumpsite soils and rate of accumulation by *Carica papaya* and *Talium traingulare* in Uyo. Nigeria. E-J. Chem. 5(2), 282-290.
- Effiong, U.E., Onianwa, P.C., 2013. Heavy metal pollution of topsoil in the vicinity of an industrial estate co-located with a housing estate in Southwestern Nigeria. J. Environ. Protect. 4, 91-98.
- Falahi, E., Hedaiaati, R., 2013. Heavy metal content of black teas consumed in Iran. Food Addit. Contamin.: Part B, 6(2), 123-126.
- Fauziah, S.H., Hajar, W.I., Agamuthu, P., 2010. Heavy metal accumulation in plants: A case study of *Ipomoea reptans* and *Helianthus annuus*. Malay. J. Sci. 30(1), 196-199.
- Fernández-Luqueño, F., López-Valdez, F., Gamero-Melo, P., Luna-Suárez, S., Aguilera-González, E.N., Martínez, A.I., García-Guillermo, M., Hernández-Martínez, G., Herrera-Mendoza, R., Álvarez-Garza, M.A., Pérez-Velázquez, I.R., 2013. Heavy metal pollution in drinking water – a global risk for human health: A review. Afr. J. Environ. Sci. Technol. 7, 567-584.
- Fongod, A., Modjenpa, N., Veranso, M., 2013. Ethnobotany of Acanthaceae in the Mount Cameroon region. J. Med. Plants Res. 7(38), 2859-2866.
- Godt, J., Scheidig, F., Grosse-Siestrup, C., Esche, V., Brandenburg, P., 2006. The toxicity of cadmium and resulting hazards for human health. J. Occup. Med. Toxicol. 22, 1-6.
- Gupta, S., Porwal, M.C., Roy, P.S., 2004. Indigenous knowledge on some medicinal plants among the Nicobari Tribe of Car Nicobar Island. Ind. J. Trad. Knowl. 3, 287-293.
- Gupta, U., 1975. Copper in the environment (Ed.: Nariagu, J.O.). John Wiley and Sons, New York. 255p.
- Haider, S., Naithani, V., Barthwal, J., Kakkar, P., 2004. Heavy metal content in some therapeutically important medicinal plants. Bull. Environ. Contamin. Toxicol. 72(1), 119-127.
- Han, W.Y., Liang, Y.R., Yang, Y.J., Ma, L.F., Ruan, J.Y., 2006. Effect of processing on the Pb and Cu pollution of tea in China. J. Tea Sci. 26, 95-101.
- Hazrat, A., Naseer, M., Sajad, M.A., 2012. Phytoremediation of heavy metals by *Trifolium alexandrinum*. Int. J. Environ. Sci. 2, 1459-1469.
- Hseu, Z.-Y., 2004. Evaluating heavy metal contents in nine composts using four digestion methods. Bioresour. Technol. 95(1), 53-59.
- Hunt, J. R., 1994. Bioavailability of Fe, Zn and other trace minerals for vegetarian diets. Am. J. Clin. Nutr. 78, 633-639.
- Ji, W., Chen, Z., Li, D., Ni, W., 2012. Identifying the criteria of cadmium pollution in paddy soils based on a field survey. Energy Procedia. 16, 27-31.
- Jiofack, T., Fokunang, C., Guedje, N., Kemeuze, V., Fongzossie, E., Nkongmeneck, B.A., Mapongmetsem, P.M., Tsabang, N., 2010. Ethnobotanical uses of medicinal plants of two ethnoecological regions of Cameroon. Int. J. Med. Med. Sci. 3(2), 60-79.
- Karak, T., Bhagat, R. M., 2010. Trace elements in tea leaves, made tea and tea infusion: A review. Food Res. Int. 43, 2234-2252.
- Khan, S., Cao, Q., Zheng, Y.M., Huang, Y.Z., Zhu, Y.G., 2008. Health risks of heavy metals in contaminated soils and food crops irrigated with wastewater in Beijing, China. Environ. Poll. 152(3), 686-692.
- Khan, S., Rehman, S., Zeb Khan, A., Amjad Khan, M., Tahir Shah, M., 2010. Soil and vegetables enrichment with heavy metals from geological sources in Gilgit, northern Pakistan. Ecotoxicol. Environ. Saf. 73(7), 1820-1827.
- Krishna, A.K., Govil, P.K., 2007. Soil contamination due to heavy metals from an industrial area of Surat. Gujarat. Western India. Environ. Monit. Assess. 124, 263-275.
- Kulhari, A., Sheorayan, A., Somvir, Bajar, S., Susheel Sarkar S., Chaudhury, A., Rajwant, K., Kalia, R.K., 2013. Investigation of heavy metals in frequently utilized medicinal plants collected from environmentally diverse locations of north western India. Springer Plus. 2, 676.
- Lee, S.M., Lee, W.Y., 2002. Determination of heavy metal ions using conductometric biosensor based on sol-gel-immobilized urease. Bull. Kor. Chem. Soc. 23, 1169-1172.
- Li, S.-M., Fang, Y., Ning, H.-M., Wu, Y.X., 2012. Heavy metals in Chinese therapeutic foods and herbs. J. Chem.

- Soc. Pak. 34(5), 1091-1095.
- Lion, G. N., Olowoyo, J.O., Modise, T.A., 2016. Trace metals bioaccumulation potentials of three indigenous grasses grown on polluted soils collected around mining areas in Pretoria, South Africa. West Afr. J. Appl. Ecol. 24(1), 43-51.
- Maharia, R.S., Dutta, R.K., Acharya, R., Reddy, A.V.R., 2012. Heavy metal bioaccumulation in selected medicinal plants collected from Khetri copper mines and comparison with those collected from fertile soil in Haridwar, India. J. Environ. Sci. Health Part B. 45, 174-148.
- Manzoor, S., Shah, M.H., Shaheen, N., Khaliq, A., Jaffar, M., 2006. Multivariate analysis of trace metals in textile effluents in relation to soil and ground water. J. Hazard Mater. 137, 31-37.
- McGrath, S., Zhao, F., Lombi, E., 2001. Plant and rhizosphere processes involved in phytoremediation of metal-contaminated soils. Plant Soil. 232(1), 207-214.
- McGrath, S.P., Smith, S., 1990. Chromium and nickel. In: Heavy Metals in Soils (Ed.: Alloway, B.J.). Blackie, Glasgow and London. pp. 125-146.
- Messou, A., Coulibaly, L., Doumbia, L., Gourene, G., 2013. Plants diversity and phytoaccumulators identification on the Akouedo landfill (Abidjan, Côte d'Ivoire). Afr. J. Biotechnol. 12(3), 253-264.
- Modrzeska, B., Wyszowski, M., 2014. Trace metals content in soils along the state road 51 (northeastern Poland). Environ. Monit. Assess. 186, 2589-2597.
- Mpondo, M.E., Dibong, D.S., Priso, R.J., Ngoye, A., Ladoh, Y.C.F., 2012. État actuel de la médecine traditionnelle dans le système de santé des populations rurales et urbaines de Douala (Cameroun). J. Appl. Biosci. 55, 4036-4045.
- Nabulo, G., Black, C.R., Young, S.D., 2011. Trace metal uptake by tropical vegetables grown on soil amended with urban sewage sludge. Environ. Pollut. 159, 368-376.
- Naithani, V., Kakkar, P., 2006. Effect of ecological variation on heavy metal content of some medicinal plants used as herbal tea ingredients in India. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 76, 285-292.
- Nawab, J., Khan, S., Shah, M.T., Islamud, Z.Q., Mahmood, D.Q., Gul, N., 2015. Contamination of soil, medicinal and fodder plants with lead and cadmium present in mine-affected areas, northern Pakistan. Environ. Monit. Assess. 187, 605.
- Ndem, J. I., Otitoju, O., Akpanaiabiatu, M. I., Uboh, F. E., Uwah, A. F., Edet, O. A., 2013. Haematoprotective property of *Eremomastax speciosa* (Hochst.) on experimentally induced anaemic wistar rats. Ann. Biol. Res. 4(6), 356-360.
- Neil, P.O., 1993. Minor Element and Environmental Problems. Environmental Chemistry. 2<sup>nd</sup> Edn. George Allen and Unwin (Publishers) Ltd., London. pp.11-43.
- Ngene, J.-P., Ngoule, C.C., Pouka, K.C., Mvogo, O.P., Ndjib, R.C., Dibong, S.D., Mpondo, M.E., 2015. Importance dans la pharmacopée traditionnelle des plantes à flavonoïdes vendues dans les marchés de Douala est (Cameroun). J. Appl. Biosci. 88, 8194-8210.
- Nies, D.H., 1999. Microbial heavy metal resistance. Appl. Microbiol. Biotechnol. 51, 730-750.
- Nwoko, O.C., Mgbahuruike, L., 2011. Heavy metal contamination of ready-to-use herbal remedies in South Eastern Nigeria. Pak. J. Nutr. 10(10), 959-964.
- Oben, J.E., Assi, S.E., Agbor, G.A., Musoro, D.F., 2006. Effect of *Eremomastax speciosa* on experimental diarrhea. Afr. J. Trad. CAM. 3(1), 95-100.
- Okokon, J.E., Antia, B.S., Udoh, A.E., Akpan, M.M., 2007. Antianaemic and antimicrobial activity of *Eremomastax speciosa*. J. Pharmacol. Toxicol. 2, 196-199.
- Peralta, J.R., Gardea-Torresdey, J.L., Tiemann, K.J., Gomez, E., Arteaga, S., Rascon, E., Carrillo, G., 2001. Uptake and effects of five heavy metals on seed germination and plant growth in alfalfa (*Medicago sativa*). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 66, 727-734.
- Priso, R.J., Nnanga, J.F., Etame, J., Din, N., Amougou, A., 2011. Les produits forestiers non ligneux d'origine végétale: Valeur et importance dans quelques marchés de la région du Littoral-Cameroun. J. Appl. Biosci. 40, 2715-2726.
- Rashid, M.H., Fardous, Z., Chowdhury, M.A.Z., Alam, M.K., Bari, M.L., Moniruzzaman, M., Gan, S.H., 2016. Determination of heavy metals in the soils of tea plantations and in fresh and processed tea leaves: An evaluation of six digestion methods. Chem. Central J. 10, 7.
- Rates, S.M.K., 2001. Plants as a source of drug. Toxicol. 39, 603-613.
- Rehman, H., Ullah Khan, R.U., Ahmad, I., 2013. Population based study of heavy metals in medicinal plant *Capparis decidua*. Int. J. Pharm. Pharmaceut. Sci. 5(1), 108-113.
- Shad, A.K., Lajbar, K., Iqbal, H., Khan, B.M., Naveed, A., 2008. Profile of heavy metals in selected medicinal plants. Pak. J. Weed Sci. Res. 14(1-2), 101-110.
- Sium, M., Kareru, P., Keriko, J., Girmay, B., Medhanie, G., Debretson, S., 2016. Profile of trace elements in selected medicinal plants used for the treatment of diabetes in Eritrea. Scient. World J. 2016. Article ID 2752836. 7p.
- Tiwari, K.K., Singh, N.K., Patel, M.P., Tiwari, M.R., Rai, U.N., 2011. Metal contamination of soil and translocation in vegetables growing under industrial waste water irrigated agricultural field of Vadodara, Gujarat, India. Ecotoxicol. Environ. Saf. 74, 1670-1677.
- Tshibangu, M.I., Nsahlai, V.I., Kiatoko, M.H., Hornick, J.L., 2014. Heavy metals concentration in *Adenodolichos rhomboideus* (O. Hoffm.) Harms, forage growing on mining tailings in south east of Democratic Republic of Congo: Influence of washing, pH and soil concentrations. Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol. 1(5), 16-27.
- Uddin, A.H., Khalid, R.S., Abbas, S.A., 2012. Determination of heavy metal concentration of different traditional medicine formulations available at the east coast region of Malaysia. Afr. J. Pharm. Pharmacol. 6(20), 1487-1491.
- Waston, D., 1993. Safety of Chemicals in Food, Chemical Contaminants. Wiley and Sons, New York. 255p.
- Weldegebriel, Y., Chandravanshi, B.S., Wondimub, T.Y.,

2011. Concentration levels of metals in vegetables grown in soils irrigated with river water in Addis Ababa, Ethiopia. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 77, 57-63.
- WHO, 1989. Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants (Thirty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 776,
- WHO, 1998. Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials. World Health Organization, Geneva.
- WHO, 2005. Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials. World Health Organization, Geneva.
- Yusufa, A.A., Arowolob, T.A., Bamgboseb, O., 2003. Cadmium, copper and nickel levels in vegetables from industrial and residential areas of Lagos City, Nigeria. *Food Chem. Toxicol.* 41, 375-378.
- Ziarati, P., 2012. Determination of contaminants in some Iranian popular herbal medicines. *J. Environ. Anal. Toxicol.* 2(1), 1-3.

**How to cite this article:**

Maffo Maffo, N. L., Zapfack, L., Youmbi, E., Dibong, S. D., Ntsomboh-Ntsefong, G., Nanfack, A. D'E., 2016. Heavy metal concentrations in some common medicinal plants from different geographical locations in Douala, Cameroon. *Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol.* 3(12), 10-23. doi: <http://dx.doi.org/10.20546/ijcrbp.2016.312.002>