

Université de Yaoundé I
University of Yaoundé I



Faculté des Sciences
Faculty of Science

Département de Biologie et Physiologie Animales *Department of Animal Biology and Physiology*

Laboratoire de Zoologie
Laboratory of Zoology

Organisation spatiale des communautés de fourmis arboricoles tropicale : rôle structurant et importance du comportement prédateur

Thèse

Présentée et soutenue publiquement en vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat/Ph.D. en Biologie Animale

Option: Zoologie

Par: TADU Zéphirin

Matricule: 99T299

Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) es-Sciences

Sous la direction de:

Djiéto-Lordon Champlain
Maître de Conférences

Sous la supervision de:

Fomena Abraham
Professeur

Soutenue le 10 février 2016 devant le jury composé de :

Président : Bilong Bilong Charles Félix, Pr., UY1 ;

Rapporteurs : Fomena Abraham, Pr., UYI ;

Djiéto-Lordon Champlain, MC., UYI ;

Membres : Njiokou Flobert, Pr., UYI ;

Kenne Martin, MC., Université de Douala ;

Ndoumbe Nkeng Michel, MR., CARBAP.



Année Académique 2015-2016



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

ATTESTATION DE CORRECTION

Nous soussignés, membres du jury de soutenance de la **Thèse de Doctorat/Ph.D** en Biologie des Organismes Animaux (Option Zoologie) de Monsieur **TADU Zéphirin**, matricule 99T299, soutenance autorisée par la correspondance N° **160063/UY1/VREPDTIC/DAAC/DEPE/SPD** du Recteur de l'Université de Yaoundé I en date du 19 Janvier 2016, attestons que les corrections exigées au candidat lors de cette évaluation faite le 10 Février 2016, ont réellement été effectuées et que le présent document peut être déposé sous sa forme actuelle.

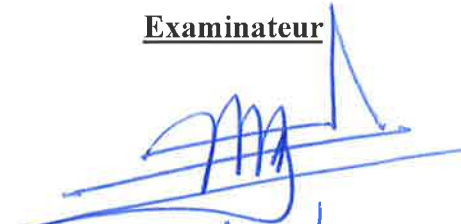
En foi de quoi cette attestation lui est délivrée pour servir et valoir de ce que de droit.

Yaoundé, le**06.FEV.2023**.....


Président du Jury


**Charles Félix
Bilong Bilong**
Professeur

Examineur


P. F. Njiroukou

Chef de Département



**Charles Félix
Bilong Bilong**
Professeur

Liste Protocolaire

Université de Yaoundé I
Faculté des Sciences
Division de la Programmation et du Suivi
des Activités Académiques
LISTE DES ENSEIGNANTS
PERMANENTS



University of Yaoundé I
Faculty of Science
Division of Programming and follow-
up of Academic Affairs
LIST OF PERMANENT TEACHING
STAFF

ANNEE ACADEMIQUE 2014/2015

(Par Département et par Grade)

LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTE DES SCIENCES

DATE D'ACTUALISATION 28 Mai 2013

ADMINISTRATION

Doyen : BILONG Paul, Professeur

Vice-Doyen / DPSAA : NJOPWOUO Daniel, Professeur

Vice-Doyen / DSSE : AMBANG Zachée, Maître de Conférences

Vice-Doyen / DRC : OWONO OWONO Luc Calvin, Maître de Conférences

Chef Division Affaires Académiques, Scolarité et Recherche : ABOSSOLO Monique, Chargé de cours

Chef Division Administrative et Financière : NDOYE FOE Marie C. F., Chargé de Cours

1- Département de Biochimie (BC) (40)			
N°	Noms et Prénoms	Grade	Observations
1	MOUNDIPA FEWOU Paul	Professeur	Chef de Département
2	OBEN Julius ENYONG	Professeur	En poste
3	BENG née NINTCHOM PENLAP V.	Maître de Conférences	En poste
4	FEKAM BOYOM Fabrice	Maître de Conférences	En poste
5	FOKOU Elie	Maître de Conférences	En poste
6	KANSCI Germain	Maître de Conférences	En poste
7	MBACHAM Wilfried	Maître de Conférences	En poste
8	MINKA Samuel	Maître de Conférences	En poste
9	ACHU Merci BIH	Chargé de Cours	En poste
10	ATOGHO Barbara Mma	Chargé de Cours	En poste
11	BELINGA née NDOYE FOE Marie C. Florentine	Chargé de Cours	Chef DAF / FS
12	BIGOGA JUDE	Chargé de Cours	En poste
13	BIYITI BI ESSAM née AKAM ADA L. F.	Chargé de Cours	<i>I.G. MINRESI</i>
14	BOUDJEKO Thaddée	Chargé de Cours	En poste
15	DEMMANO Gustave	Chargé de Cours	En poste
16	DJOKAM TAMO Rosine	Chargé de Cours	En poste
17	EFFA ONOMO Pierre	Chargé de Cours	En poste
18	EVEHE BEBANDOUE Marie –Solange	Chargé de Cours	En poste
19	MOFOR née TEUGWA Clautilde	Chargé de Cours	<i>CE SEP MINESUP</i>
20	NGONDI Judith Laure	Chargé de Cours	En poste
21	NGUEFACK Julienne	Chargé de Cours	En poste
22	NJAYOU Frédéric Nico	Chargé de Cours	En poste
23	TCHANA KOUATCHOUA Angèle	Chargé de Cours	En poste
24	WAKAM née NANA Louise	Chargé de Cours	En poste
25	BEBEE FADIMATOU	Assistant	En poste
26	BEBOY EDZENGUELE Sara Nathalie	Assistant	En poste
27	DAKOLE DABOY Charles	Assistant	En poste
28	DJUIDJE NGOUNOUE Marcelline	Assistant	En poste
29	DJUIKWO NKONGA Ruth Viviane	Assistant	En poste
30	DONGMO LEKAGNE Joseph Blaise	Assistant	En poste
31	EWANE Cécile Anne	Assistant	En poste
32	KOTUE KAPTUE Charles	Assistant	En poste
33	FONKOUA Martin	Assistant	En poste
34	LUNGA Paul KAILAH	Assistant	En poste
35	MANANGA Marlyse Joséphine	Assistant	En poste
36	MBONG ANGIE MOUGANDE Mary Ann	Assistant	En poste
37	MBOUCHE FANMOE Marcelline Joëlle	Assistant	En poste
38	PACHANGOU NSANGOU Sylvain	Assistant	En poste

39	Palmer MASUMBE NETONGO	Assistant	En poste
40	TIENTICHEU DJOKAM Léopold	Assistant	En poste
2- Département de BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES (B.P.A.) (47)			
1	BILONG BILONG Charles Félix	Professeur	Chef de Département
2	DIMO Théophile	Professeur	En Poste
3	FOMENA Abraham	Professeur	En Poste
4	KAMTCHOUING Pierre	Professeur	en poste
5	MIMPFOUNDI REMY	Professeur	En poste
6	NGASSAM Pierre	Professeur	En Poste
7	NJOKOU Flobert	Professeur	En Poste
8	DJIETO LORDON Champlain	Maître de Conférences	En poste
9	KAMGANG René	Maître de Conférences	<i>C.S. MINRESI</i>
10	NJAMEN Dieudonné	Maître de Conférences	En poste
11	NOLA Moïse	Maître de Conférences	En poste
12	TAN Paul	Maître de Conférences	En poste
13	TCHUEM TCHUENTE Louis Albert	Maître de Conférences	<i>Coord. Progr. MINSANTE</i>
14	AJEAGAH Gidéon AGHAINDOUM	Chargé de Cours	En poste
15	ALENE Désirée Chantal	Chargé de Cours	En poste
16	BAPFUBUSA Benoît Alain	Chargé de Cours	En Poste
17	BELLET EDIMO Oscar Roger	Chargé de Cours	En poste
18	DZEUFIT DJOMENI Paul Désiré	Chargé de Cours	En poste
19	ESSOMBA née NTSAMA MBALLA	Chargé de Cours	<i>Chef de dépt FMBS</i>
20	FOTO MENBOHAN Samuel	Chargé de Cours	<i>Insp Génér MINEE</i>
21	JATSA MEGAPTCHER Hermine	Chargé de Cours	<i>En poste</i>
22	KEKEUNOU Sévilor	Chargé de Cours	En poste
23	MEGNEKOU Rosette	Chargé de Cours	En poste
24	MONY NTONE Ruth	Chargé de Cours	En poste
25	NGUEGUIM TSOFAK Florence	Chargé de Cours	En poste
26	TOMBI Jeannette	Chargé de Cours	En poste
27	ZEBAZE TOGOUET Serge Hubert	Chargé de Cours	En poste
28	ATSAMO Albert Donatien	Assistant	En poste
29	BILANDA Danielle Claude	Chargé de Cours	En poste
30	DJIOGUE Séfirin	Assistant	En poste
31	ETEME ENAMA Serge	Assistant	En poste
32	GOUNOUE KAMKUMO Raceline	Assistant	En poste
33	KANDELA KAVAYE Antoine	Assistant	En poste
34	KOGA MANG'Dobara	Assistant	En poste
35	LEKEUFACK FOLEFACK Guy Benoît	Assistant	En poste
36	MAHOB Raymond Joseph	Assistant	En poste
37	MBENOUN MASSE Paul Serge	Assistant	En poste
38	MOUNGANG NGAMENI Luciane	Assistant	En poste
39	MUH Bernice FIEN	Assistant	En poste
40	MVEYO NDANKEU Yves Patrick	Assistant	En poste
41	NDASSA AROUNA	Assistant	En poste
42	NGOUATEU KENFACK Omer BEBE	Assistant	En poste
43	NGUEMBOCK	Assistant	En poste
44	NJUA Clarisse YAFI	Assistant	En poste
45	OBI OBEN Esther	Assistant	En poste
46	TADU Zéphirin	Assistant	En poste
47	YEDE	Assistant	En poste
3-DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALES (B. P. V.) (26)			
1	NKONGMENECK Bernard Aloys.	Professeur	En poste
2	AMBANG Zachée	Maître de Conférences	Vice-Doyen/DSSE
3	BELL Joseph Martin	Maître de Conférences	En poste (CDpi)
4	DJOCGOUE Pierre François	Maître de Conférences	En poste
5	MOSSEBO Dominique Claude	Maître de Conférences	En poste
6	YOUMBI Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
7	ZAPFACK Louis	Maître de Conférences	En poste
8	ANGONI Hyacinthe	Chargé de Cours	En poste
9	BIYE Elvire Hortense	Chargé de Cours	En poste
10	ESSONO OBOUGOU Germain Gabriel	Chargé de Cours	En poste
11	KENGNE NOUMSI Ives Magloire	Chargé de Cours	En poste
12	MBARGA BINDZI Marie Alain.	Chargé de Cours	<i>CEA MINESUP</i>
13	MBOLO Marie.	Chargé de Cours	En poste
14	NDONGO BEKOLO	Chargé de Cours	<i>CE / MINRESI</i>
15	NGODO MELINGUI Jean Baptiste	Chargé de Cours	En poste
16	NGOUO Lucas Vincent	Chargé de Cours	En poste
17	NSOM ZAMO Annie Claude ép. Pial	Chargé de Cours	<i>Expert national./UNESCO</i>
18	TSOATA Esaïe	Chargé de Cours	En poste
19	DJEUANI Astride Carole	Assistant	En poste
20	MAFFO MAFFO Nicole Liliane	Assistant	En poste
21	MALLA Armand William	Assistant	En poste
22	NGALLE Hermine BILLE	Assistant	En poste
23	NGONKEU MAGAPTCHER Eddy Léonard	Assistant	En poste
24	NNANGA MEBENGA Ruth Laure	Assistant	En poste

25	NOUKEU KOUAKAM Armelle	Assistant	En poste
26	TONFACK Libert Brice	Assistant	En poste
27	MABOU	Assistant	En poste
4-DEPARTEMENT DE CHIMIE INORGANIQUE (C.I.) (34)			
1	NEMBA Robert	Professeur	En poste
2	NGAMENI Emmanuel	Professeur	<i>Directeur MINESUP</i>
3	NJOPWOUO Daniel	Professeur	Vice-Doyen / DPSAA
4	AGWARA ONDOH Moïse	Maître de Conférences	<i>Insp Génér. MINPMEA</i>
5	AVOM Jérôme	Maître de Conférences	<i>Directeur au IAI Gabon</i>
6	BABALE née DJAM DOUDOU	Maître de Conférences	<i>Chargée mission P.R.</i>
7	DJOUFAC WOUMFO Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
8	ELIMBI Antoine	Maître de Conférences	En poste
9	GHOGOMU Paul MINGO	Maître de Conférences	<i>Directeur Cabinet PM</i>
10	KETCHA MBADCAM Joseph	Maître de Conférences	Chef de Département
11	LAMINSI Samuel	Maître de Conférences	En poste
12	MELO née CHINJE Uphie F.	Maître de Conférences	<i>Directeur Mipromalo</i>
13	NANSEU Charles Péguy	Maître de Conférences	En poste
14	NENWA Justin	Maître de Conférences	En poste
15	NDIFON Peter TEKE	Maître de Conférences	<i>ISI MINRESI</i>
16	NGOMO Horace MANGA	Maître de Conférences	<i>S.G. MINESUP</i>
17	YOUNANG Elie	Maître de Conférences	En poste
18	BAIZOUMI ZOUA	Chargé de Cours	<i>Chef Cellule MINTOUR</i>
19	EMADACK Alphonse	Chargé de Cours	En poste
20	GWET Simon – Pierre	Chargé de Cours	En poste
21	KEUMEGNE MBOUGUEM Jean Claude	Chargé de Cours	En poste
22	KONG SAKEO	Chargé de Cours	C. M. Au P. M.
23	NDIKONTAR Maurice KOR	Chargé de Cours	<i>Vice-Doyen/Ubda</i>
24	NJIOMOU Chantale épse DJANGANG	Chargé de Cours	En poste
25	NJOYA Dayirou	Chargé de Cours	En poste
26	SIGNING Pierre	Chargé de Cours	En poste
27	ACAYANKA Elie	Assistant	En poste
28	BELIBI BELIBI Placide Désiré	Assistant	En poste
29	CHEUMANI YONA Arnaud	Assistant	En poste
30	KAMGANG YUBI Georges	Assistant	En poste
31	NDI Julius NSAMI	Assistant	En poste
32	NYAMEN Linda Dyorisse	Assistant	En poste
33	PABOUDAM GBAMBIE Awaou	Assistant	En poste
34	TCHAKOUTE KOUAMO Hervé	Assistant	En poste
5-DEPARTEMENT DE CHIMIE ORGANIQUE (C.O.) (37)			
1	DONGO Etienne	Professeur	En poste
2	FON KIMBU Samuel	Professeur	En poste
3	GHOGOMU TIH ROBERT RALPH	Professeur	En poste
4	MBAFOR Joseph	Professeur	En poste
5	NGADJUI TCHALEU B.	Professeur	<i>Chef de dépt FMBS</i>
6	NGOUELA Silvère Augustin	Professeur	En poste
7	NKENGFACK Augustin Ephraïm	Professeur	Chef de Département
8	NYASSE Barthélemy	Professeur	<i>Directeur au MINESUP</i>
9	PEGNYEMB Dieudonné Emmanuel	Professeur	<i>Directeur au MINESUP</i>
10	TSAMO Etienne	Professeur	En poste
11	WANDJI Jean	Professeur	En poste
12	FOLEFOC Gabriel NGOSONG	Maître de Conférences	<i>VD/UB</i>
13	KAPNANG Henriette	Maître de Conférences	En poste
14	KOUAM Jacques	Maître de Conférences	En poste
15	NOUNGOUE TCHAMO Diderot	Maître de Conférences	En poste
16	TCHOUANKEU Jean-Claude	Maître de Conférences	<i>Chef Service Rect. UYI</i>
17	YANKEP Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
18	Alex de Théodore ATCHADE	Chargé de Cours	<i>Chef Service Rect. UYI</i>
19	BISSECK Paulette	Chargé de Cours	En poste
20	EYONG Kenneth OBEN	Chargé de Cours	En poste
21	KEUMEDJIO Félix	Chargé de Cours	En poste
22	KEUMOGNE Marguerite	Chargé de Cours	En poste
23	MBAZOA née DJAMA Céline	Chargé de Cours	En poste
24	MKOUNGA Pierre	Chargé de Cours	En poste
25	NGO MBING Joséphine	Chargé de Cours	En poste
26	NGONO BIKOBO Dominique Serge	Chargé de Cours	En poste
27	TABOPDA KUATE Turibio	Chargé de Cours	En poste
28	TAGATSING FOTSING Maurice	Chargé de Cours	En poste
29	TIH née NGO BILONG E. Anastasie	Chargé de Cours	En poste
30	ZONDENDEGOUNBA Ernestine	Chargé de Cours	En poste
31	AMBASSA Pantaleon	Assistant	En poste
32	FOTSO WABO Ghislain	Assistant	En poste
33	KAMTO Eutrophe Ledoux	Assistant	En poste
34	NGINTEDO Dominique	Assistant	En poste
35	NGOMO Orléans	Assistant	En poste
36	NOTE LOUGBOT Olivier	Assistant	En poste

37	OUAHOUC WACHE Blandine Marlyse	Assistant	En poste
6-DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE (IN) (25)			
1	TCHUENTE Maurice	Professeur	<i>PCA UB</i>
2	ATSA ETOUNDI Roger	Maître de Conférences	Chef de Département
3	FOTSO Pauline Laure	Maître de Conférences	<i>Chef Division MINFOPRA</i>
4	FOUDA NDJODO Marcel	Maître de Conférences	<i>Vice-Recteur Uds</i>
5	NDOUNAM René	Maître de Conférences	<i>IA4 MINESUP/Chef Dpt ENS</i>
6	CHEDOM FOTSO Donatien	Chargé de Cours	En poste
7	MELATAGIA YONTA Paulin	Chargé de Cours	En poste
8	TINDO Gilbert	Chargé de Cours	En poste
9	TSOPZE Norbert	Chargé de Cours	En poste
10	WAKU KOUAMOU Jules	Chargé de Cours	En poste
11	ABESSOLO ALO'O Gislain	Assistant	En poste
12	BAYEM Jacques Narcisse	Assistant	En poste
13	DJOUWE MEFFEJA Merline Flore	Assistant	En poste
14	EBELE Serge	Assistant	En poste
15	HAMZA Adamou	Assistant	En poste
16	KAMDEM KENGNE Christiane	Assistant	En poste
17	KAMGUEU Patrick Olivier	Assistant	En poste
18	KENFACK DONGMO Clauvice Viliane	Assistant	En poste
19	KOMGUEM Rodrigue	Assistant	En poste
20	KOUOKAM KOUOKAM Etienne Appolin	Assistant	En poste
21	MEYEMDOU Nadège Sylvianne	Assistant	En poste
22	MONTHE DJIADEU Valery Martial	Assistant	En poste
23	MOTO MPONG Serge Alain	Assistant	En poste
24	JIOMEKONG AZANZI Fidel	Assistant	En poste
25	TAPAMO KENFACK Hyppolite	Assistant	En poste
7-DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES (MA) (39)			
1	BEKOLLE David	Professeur	<i>Vice-Recteur UN</i>
2	BITJONG NDOMBOL	Professeur	<i>DIPD UY II</i>
3	DOSSA COSSY Marcel	Professeur	En poste
4	NGUETSENG Gabriel	Professeur	En poste
5	NOUTCHEGUEME Norbert	Professeur	En poste
6	TONGA Marcel	Maître de Conférences	En poste
7	WAMON François	Maître de Conférences	Chef de Département
8	AYISSI Raoult Domingo	Chargé de Cours	En poste
9	BINZOULI Etienne Jean-Jacques	Chargé de Cours	En poste
10	EMVUDU WONO Yves S.	Chargé de Cours	<i>Chef Cellule. MINESUP</i>
11	FOMEKONG Christophe	Chargé de Cours	En poste
12	KIANPI Maurice	Chargé de Cours	En poste
13	KIKI Maxime Armand	Chargé de Cours	En poste
14	MBAKOP Guy Merlin	Chargé de Cours	En poste
15	MBANG Joseph	Chargé de Cours	En poste
16	MBIANDA Gilbert	Chargé de Cours	En poste
17	MEWOLI Boulchard	Chargé de Cours	En poste
18	NDAKBO Victor	Chargé de Cours	En poste
19	NGUIMTSA Charles	Chargé de Cours	En poste
20	NKUI MI JUGNIA Célestin	Chargé de Cours	En poste
21	NOUNDJEU Pierre	Chargé de Cours	En poste
22	TCHANGANG Roger Duclos	Chargé de Cours	En poste
23	TCHAPNDA NJABO Sophonie Blaise	Chargé de Cours	En poste
24	TCHOUNDJA Edgar Landry	Chargé de Cours	En poste
25	TIAYA TSAGUE N. Anne- Marie	Chargé de Cours	En poste
26	ZAME Alfred	Chargé de Cours	En poste
27	AGHOUC KENG JIOFACK Jean Gérard	Assistant	En poste
28	CHENDJOU Gilbert	Assistant	En poste
29	DJIADEU NGAHA Michel	Assistant	En poste
30	MBEHOU Mohamed	Assistant	En poste
31	MBIAKOP Hilaire George	Assistant	En poste
32	MENGUE MENGUE David Joe	Assistant	En poste
33	NGUEFACK Bertrand	Assistant	En poste
34	NKONLACK Socgnia Virginie	Assistant	En poste
35	NIMPA PEFOUKEU Romain	Assistant	En poste
36	POLA DOUNDOU Emmanuel	Assistant	En poste
37	TAKAM SOH Patrice	Assistant	En poste
38	TANG AHANDA Barnabé	Assistant	<i>Chef Serv. MINPLAMAT</i>
39	TETSADJIO TCHILEPECK Mesmin Erick	Assistant	En poste
8-DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE (MB) (12)			
1	ETOA François-Xavier	Professeur	Chef de Département, CT / PM
2	ESSIA NGANG Jean Justin	Maître de Conférences	En poste
3	NWAGA Dieudonné M.	Maître de Conférences	En poste
4	BODA Maurice	Chargé de Cours	En poste
5	BOYOMO ONANA	Chargé de Cours	En poste
6	ENO Anna Arey	Chargé de Cours	En poste

7	NYEGUE Maximilienne Ascension	Chargé de Cours	En poste
8	RIWOM Sara Honorine	Chargé de Cours	En poste
9	SADO KAMDEM Sylvain Leroy	Chargé de Cours	En poste
10	BOUGNOM Blaise Pascal	Assistant	En poste
11	NJIKI BIKOÏ Jacky	Assistant	En poste
12	TCHIKOUA Roger	Assistant	En poste
9-DEPARTEMENT DE PHYSIQUE (PH) (39)			
1	KOFANE Timoléon Crépin	Professeur	Chef de Département
2	NJOMO Donatien	Professeur	En poste
3	WOAFO Paul	Professeur	En poste
4	ESSIMBI ZOBO Bernard	Maître de Conférences	En poste
5	NDJAKA Jean Marie Bienvenu	Maître de Conférences	En poste
6	NOUAYOU Robert	Maître de Conférences	En poste
7	OUMAROU BOUBA	Maître de Conférences	<i>Recteur UY II</i>
8	PEMHA Elkana	Maître de Conférences	En poste
9	TABOD Charles TABOD	Maître de Conférences	<i>Doyen/Ubda</i>
10	TCHAWOUA Clément	Maître de Conférences	En poste
11	ZEKENG Serge Sylvain	Maître de Conférences	En poste
12	BEN- BOLIE Germain Hubert	Chargé de cours	En poste
13	BIYA MOTTO Frédéric	Chargé de cours	<i>Dir.Gén. B. MEKIM</i>
14	DJUIDJE KENMOE Gemaine épouse ALOYEM KAZE	Chargé de Cours	En poste
15	EKOBENA FOU DA Henri Paul	Chargé de Cours	<i>Chef Dépt UN</i>
16	FEWO Serge Ibraïd	Chargé de Cours	En poste
17	FOUEDJIO David	Chargé de Cours	En Poste
18	HONA Jacques	Chargé de Cours	En poste
19	MBANE BIOUELE	Chargé de Cours	En poste
20	MBONO SAMBA Yves Christian U.	Chargé de Cours	<i>Vice-Doyen / Uds</i>
21	NJANDJOCK NOUCK Philippe	Chargé de Cours	<i>Chef Serv. MINRESI</i>
22	NANA NBENDJO Blaise	Chargé de Cours	En poste
23	NDOP Joseph	Chargé de Cours	En poste
24	OBOUNOU Marcel	Chargé de Cours	En poste
25	SAIDOU	Chargé de Cours	En poste
26	SIEWE SIEWE Martin	Chargé de Cours	En poste
27	SIMO Elie	Chargé de Cours	En poste
28	TABI Conrad Bertrand	Chargé de Cours	En poste
29	TCHOFFO Fidèle	Chargé de Cours	En poste
30	WAKATA née BEYA Annie	Chargé de Cours	<i>Chef Serv. MINESUP</i>
31	WOULACHE Rosalie Laure	Chargé de Cours	En poste
32	ABDOURAHIMI	Assistant	En Poste
33	BODO Bernard	Assistant	En poste
34	CHAMANI Roméo	Assistant	En Poste
35	EDONGUE HERVAIS	Assistant	En poste
36	ENYEGUE A NYAM Françoise épouse BELINGA	Assistant	En Poste
37	EYEBE FOU DA Jean Sire	Assistant	En poste
38	MBINACK Clément	Assistant	En Poste
39	VONDOU DERBETINI Appolinaire	Assistant	En Poste
10- DEPARTEMENT DE SCIENCES DE LA TERRE (S.T.) (43)			
1	BILONG PAUL	Professeur	Doyen /Chef de Département
2	NZENTI Jean-Paul	Professeur	En poste
3	BITOM Dieudonné Lucien	Maître de Conférences	<i>Doyen / UN</i>
4	FOUATEU Rose épouse YONGUE	Maître de Conférences	En poste
5	KAMGANG Pierre	Maître de Conférences	En poste
6	MEDJO EKO Robert	Maître de Conférences	<i>D.I.P.D. UYI</i>
7	MVONDO ONDOA Joseph	Maître de Conférences	En poste
8	NDAM NGOUPAYOU Jules-Remy	Maître de Conférences	En poste
9	NDJIGUI Paul-Désiré	Maître de Conférences	En poste
10	NGOS III Simon	Maître de Conférences	<i>D.A.A.C./UM</i>
11	NKOUMBOU Charles	Maître de Conférences	En poste
12	TEM DJIM Robert	Maître de Conférences	En poste
13	ABOSSOLO née ANGUE Monique	Chargé de Cours	Chef DAASR
14	BEKOA Etienne	Chargé de Cours	En poste
15	BISSO Dieudonné	Chargé de Cours	<i>Directeur Projet Barrage Memve'ele</i>
16	EKOMANE Emile	Chargé de Cours	En poste
17	ESSONO Jean	Chargé de Cours	<i>C.E.A. MINIMDT</i>
18	GHOGOMU Richard TANWI	Chargé de Cours	En poste
19	LAMILÉN BILLA Daniel	Chargé de Cours	En poste
20	LIENOU Gaston	Chargé de Cours	En poste
21	MINYEM Dieudonné	Chargé de Cours	En poste
22	MOUAFO Lucas	Chargé de Cours	En poste
23	MOUNDI Amidou	Chargé de Cours	<i>Inspecteur 1 MINIMDT</i>
24	NGO BIDJECK Louise Marie	Chargé de Cours	En poste
25	NGUEUTCHOUA Gabriel	Chargé de Cours	En poste
26	NJILAH Isaac KONFOR	Chargé de Cours	En poste
27	NJOM Bernard de Lattre	Chargé de Cours	En poste
28	NYECK Bruno	Chargé de Cours	En poste

29	ONANA Vincent	Chargé de Cours	<i>C. S. MINIMDT</i>
30	TCHAKOUNTE Jacqueline ép. NUMBEM	Chargé de cours	En poste
31	TCHOUANKOUE Jean-Pierre	Chargé de Cours	En poste
32	YENE ATANGANA Joseph Q.	Chargé de Cours	<i>Chef Div. MINFOF</i>
33	ANABA ONANA Achille Basile	Assistant	<i>En Poste</i>
34	GANNO Sylvestre	Assistant	<i>En poste</i>
35	MBIDA YEM	Assistant	<i>En poste</i>
36	METANG Victor	Assistant	<i>En poste</i>
37	NGO BELNOUN Rose Noël	Assistant	En poste
38	NOMO NEGUE Emmanuel	Assistant	En poste
39	TCHAPTCHET TCHATO De Pesquidoux I	Assistant	En poste
40	TEHNA Nathanaël	Assistant	En poste
41	TEMGA Jean Pierre	Assistant	En poste
42	ZO'O ZAME Philémon	Assistant	<i>S.G. MINTP</i>

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

Départements	Nombre d'enseignants				
	Pr	MC	CC	ASS	Total
BC	2 (0)	6 (1)	16 (11)	16 (7)	40 (19)
BPA	7 (0)	6 (0)	14 (7)	20 (5)	47 (12)
BPV	1 (0)	6 (0)	11 (3)	8 (5)	26 (8)
C.I.	3 (0)	14 (2)	9 (1)	8 (2)	34 (5)
C.O.	11 (0)	6 (1)	13 (6)	7 (1)	37 (8)
IN	1 (0)	4 (1)	5 (0)	15 (4)	25 (5)
MA	5 (0)	2 (0)	19 (1)	13 (1)	39 (2)
MB	1 (0)	2 (0)	6 (3)	3 (0)	12 (3)
PH	3 (0)	8 (0)	19 (3)	9 (1)	39 (4)
ST	2 (0)	10 (1)	20 (3)	10 (1)	42 (5)
Total	37 (0)	64 (6)	132 (38)	109 (27)	342 (71)

Soit un total de : 342 (71) dont

- Professeurs 37 (0)
- Maîtres de Conférences 64 (6)
- Chargés de Cours 132 (38)
- Assistants 109 (28)

Le Doyen

Dédicaces

«Dans ma pensée on ne se substitue pas au passé on y ajoute seulement un nouveau chaînon.

Paul Cezanne, 1905»

*À mon feu papa, **WABO TADU Jean François** et à ma maman, **MEFO Jeanne**
qui n'a résigné d'aucun effort pour porter sur ses épaules la lourde charge de mon
éducation.*

De ma vie d'homme, je te serai à jamais reconnaissant maman.

Avant-propos

Aucunement, satisfaction n'émane de la profondeur de mon âme silencieuse aux questions infinies et infiniment muettes qui jonchent les sentiers épineux de la quête du savoir. Existe-t-il le mérite pour un individu dans ce bas monde ? Tant bien même nous sommes les fruits des efforts des autres. Comme les ouvrières de fourmis qui collaborent activement dans la recherche de leur pitance quotidienne, le mérite de ce travail est la résultante de la synergie de votre volonté, vous, Dieu tout-puissant, pour la grâce à moi accordée en ce jour de présenter solennellement ce travail, et de vos contributions, vous qui de près ou de loin avez contribué à mon éducation, mon instruction ainsi qu'à la finalisation de ce travail.

Vivement merci à l'égard de :

- mes encadreurs Fomena Abraham (Professeur) et Djieto-Lordon Champlain (Maître de Conférences) pour l'accueil au sein du Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I et le suivi dans la finalisation de ce document ; à travers eux, tous les enseignants du Département de Biologie et Physiologie Animales de l'Université de Yaoundé I pour le sacrifice ; hier j'étais ignorant, aujourd'hui je suis capable de comprendre, mais incapable d'estimer sa valeur.

Toute ma gratitude va à l'endroit de :

- Docteurs Mbakop Guy Merlin (Département de Mathématiques UYI, F.S) Ndoumbe Nkeng Michel (IRAD), Régis Babin (CIRAD) et Christian Cilas (CIRAD) respectivement pour l'apport substantiel dans la compréhension des chaînes de Markov et la formation en biostatistique ;

- mes grands-parents Njeppa Christine, Youbi Isaac, Tadu et Nkouhawe Marie ;

- mes frères Youbi Rigobert, Guessom Paul Cyrille, Djoumou Wabo Simplicie et mes sœurs Maboupda Jeannette, Mamgue Joséphine, Mela Élise, Nkouhawe Suzanne Edith pour le soutien moral et financier ;

- Monsieur Ngassa Roger pour l'apport financier ;

- mes oncles Fotso Samuel, Bogne Mathieu, Noumsi Nguessom Joseph et Tekeu Fotso André ;

- A ma petite fille Ngassa Precious dont la vie a été interrompue jeudi 17 juillet 2014, trois ans et deux jours tel a été son séjour parmi nous, qu'elle repose en paix ;

- les familles Tchandeu et Fanseu pour le soutien moral et financier ;

- mes mamans, Mekodjou Marie, Matsie Martine, Mvondo Marie, Tchouchou Bernadette, Nkama Jacqueline, Dayo Jeanne, Sieumo Henriette et feu Nono Claudine, pour le

soutien pendant toutes ces années d'études ; qu'elles trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude ;

- mes aînés de laboratoire, Dr Djuikwouo Nouboue Félicité, Dr Nono Ngonwou Legrand, Dr Taku Awa II, Dr Feugang Youmessi Francis-Dupont et Massusi Jacques Anselme, pour le soutien moral ;

- mes camarades de l'Université de Yaoundé I, le hasard nous a réunis mais la volonté de vivre ensemble nous a unis inconditionnellement de nos origines ethniques et tribales à vous, Simi Ndoumou Paul Emile, Djouonzo Ernestine, Tsalla Christine, Enikanga Jeanne Marlyse et Eboua Malfa... pour qui je n'étais ni Bamiliké, ni Beti, ni Bassa ... juste un camerounais, infiniment merci pour cette philosophie de vie ;

- mes camarades de promotion Ngueng Alain Carmel, Monglo Dawaie, Yadjondang Madeleine, Mala Tankam Carine, Foguieng Saha Armand Didier, Dr Mbenoun Masse Paul Serge, Mokam Didi Gaëlle et Otiobo Atibita Nadine Ester ; une pensée pieuse en la mémoire de la feue Kamaha Njaleu Lydie Carole, qu'elle repose en paix ;

- ces aimables compagnons rencontrés sur les sentiers pas toujours roses de la vie, Ndoze Hiler, Nono Edouard, Amvongo Adjia Nathalie, Sidi Solange et Ngouenou Arlette Rita pour les moments inoubliables passés ensemble dans les quartiers pas toujours agréables, rues de Yaoundé ;

- aux populations de Bokito, Obala, Ngomedzap, Minkoas-Meyos, Ndjazeng et Nko'o-Ndo pour leur hospitalité ;

- vous braves gens confinés dans la pénombre du désespoir. Courage ;

- tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à faire de moi un être social et dont les noms ne figurent pas dans ce document, je dis infiniment merci, et j'ai envie de dire comme Hugo :

« Ici-bas seule l'amour compte, Victor Hugo, 1862 »

Résumé

Les insectes sociaux au rang desquels les fourmis représentent l'un des taxons le mieux abouti de l'évolution dans le règne animal. Dans les systèmes agroforestiers, l'occupation de l'espace par les fourmis s'organise en une structure spatiale à trois dimensions connue sous le label de "mosaïque des fourmis arboricoles". Les propriétés de cette mosaïque peuvent être exploitées à des fins agronomiques dans le cadre des programmes de lutttes intégrées contre les ravageurs en raison des caractères territorial et prédateur des espèces dominantes. C'est dans ce contexte que cette étude a été initiée avec pour objectif général de dégager le rôle et la place de la compétition trophique dans la structuration des communautés de fourmis arboricoles. Plus spécifiquement, elle vise à : (1) comparer la diversité et la distribution des fourmis dans les agrosystèmes à base de cacaoyers; (2) caractériser la structure des communautés de fourmis; (3) déterminer l'influence des traitements phytosanitaires sur les communautés de fourmis ; (4) décrire et à modéliser la distribution spatiale des communautés de fourmis ; (5) déterminer le régime alimentaire de quelques espèces de fourmis arboricoles dominantes et (6) étudier et modéliser le comportement prédateur de quelques espèces de fourmis arboricoles.

Cette étude s'est déroulée dans la Région du Centre (Cameroun) entre 2006 et 2010 dans les localités de Bokito, Obala, Ngomedzap, le verger de collection d'arbres fruitiers de l'IRAD à Minkoa-Meyos et le laboratoire de Zoologie de l'Université de Yaoundé I. Dans les cacaoyères, les fourmis ont été collectées par la méthode de "chemical knock down". Les tests éthologiques se sont déroulés en champs et en laboratoire suivant des protocoles spécifiques aux espèces étudiées.

Il ressort de l'étude que 66 espèces de fourmis appartenant à 24 genres et 7 sous-familles colonisent la canopée des arbres dans les plantations cacaoyères prospectées. Les communautés sont dominées par les Formicinae et les Myrmicinae. Il se dégage une forte influence de l'habitat la variation des abondances au niveau des sous-familles, des genres et des espèces. Les communautés de fourmis de Ngomedzap et d'Obala sont plus riches et plus diversifiées que celle de Bokito. Par ailleurs, elles demeurent très proches sur le plan de la composition spécifique comparée à celle de Bokito.

Le modèle nul a permis de d'invalider l'hypothèse du hasard comme facteur déterministe de la structure en mosaïque des communautés étudiées. Dix espèces de fourmis numériquement dominantes ont été identifiées : *Dorylus nigricans*, *Camponotus acvapimensis*, *Camponotus vividus*, *Crematogaster clariventris*, *Crematogaster gabonensis*, *Crematogaster striatula*, *Polyrhachis decemdentata* , *Oecophylla longinoda* et *Tetramorium aculeatum*.

Sous l'effet des traitements phytosanitaires, la richesse spécifique de la myrmécofaune a augmenté en faveur de la création des espaces marginaux due à la destruction ou à la réduction de la taille des colonies des espèces de fourmis dominantes. Les colonies des espèces dominantes potentiellement bénéfiques ont été les plus affectées par les traitements phytosanitaires. La recolonisation est marquée par l'occupation de la canopée des arbres par les espèces arboricoles, les espèces dominantes terricoles à activité arboricole et les espèces terricoles sensu stricto.

L'étude de l'organisation spatiale des communautés de fourmis met en évidence un partage rationnel de l'espace au sein de la mosaïque des fourmis. Sous l'effet des traitements insecticides, on observe la création des gaps et un réaménagement des territoires occupés par

les différentes espèces. L'exploitation des cartes d'interpolation spatiale met en évidence une forte influence du taux de couverture de la canopée sur la distribution spatiale des espèces de fourmis dominantes. Les semivariogrammes ont permis de mettre en relief une forte structuration des populations dans l'occupation de l'espace.

Dans les écosystèmes à base de cacaoyers, les fourmis font preuve d'une grande souplesse adaptative d'un point de vue trophique, ce qui permet aux différentes espèces de coexploiter les ressources par une séparation spatio-temporelle de la niche trophique. Dans leurs items alimentaires figure en bonne place l'exploitation des aliments sucrés (21,93 % des cas d'exploitation des fruits mûrs et 61,23 % des cas d'exploitation du miellat produit par les hémiptères), des proies (capturées et charognes d'invertébrés et de vertébrés) issues des groupes zoologiques diversifiés (10,29 % des cas) et des particules non identifiées (6,55 %).

La chasse se déroule suivant deux modalités d'importances variables en fonction des espèces de fourmis, de la taille et du type de proie. Il s'agit de la chasse solitaire et de la chasse collective. Chez les six espèces de fourmis étudiées, la prédation s'organise autour des séquences comportementales types que sont : la détection, l'attaque et la saisie, le recrutement, l'écartèlement et le transport. L'utilisation du venin ainsi que le découpage des proies revêtent un caractère variable suivant l'espèce de fourmis. L'étude de la cinétique de recrutement chez les six espèces étudiées met en évidence une évolution graduelle dans le niveau de structuration du recrutement, qui évolue des modèles linéaires stochastiques simples chez *Myrmicaria opaciventris* et *Platythyrea conradti* aux modèles exponentiels. Des adaptations morphologiques indispensables au succès de capture sont observables sur les structures telles que les mandibules, les tarse et le développement ou non d'un organe vulnérant sur l'abdomen.

L'application des principes des chaînes de Markov montrent que l'organisation de la prédation chez les six espèces de fourmis étudiées n'a rien d'aléatoire. C'est un processus organisé au cours duquel la succession des états est ordonnée et prévisible dans le temps. Cependant, le degré de prédictibilité peut être influencé par la taille et le type de proie. Le calcul des entropies dans les matrices de transitions a permis de mettre en évidence, l'existence des états critiques lors de la capture des proies. Il s'agit des phases de détection et de capture proprement dite. La phase d'exploitation de la proie est en revanche assez stable. Les espèces fondamentalement solitaires auraient acquis au fil de leur évolution un comportement de chasse solitaire mieux élaboré que celui des espèces à stratégie de chasse collective dépendante.

Mots Clés : mosaïque des fourmis arboricoles ; modèle nul ; fourmis dominantes ; prédation ; cinétique de recrutement ; chaîne de Markov ; entropie ; cartes d'interpolation spatiales.

Abstract

Ants were great ethological and ecological dominant species in natural ecosystems. In agroforestry systems, occupation of space derived on a three-dimensional pattern known as "arboreal ants' mosaic" so the properties can be exploited for agricultural purposes according to predatory ability of some dominant species in the context of integrated pest management control programs. It's within this overall context that a study was initiated in order to highlight the role and place of the trophic competition in arboreal ant communities' structure. More specifically, the study aim to determine inside cocoa agroforestry systems: (1) the diversity and distribution of ants according to habitat; (2) the structuring of ant communities between habitats; (3) the influences of pesticide treatments on ant communities, (4) the description and modelization of the spatial ant communities distribution; (5) items diet of some arboreal ants species potentially beneficial for crop protection and (6) study and modeling strategies for food resources exploitation: specific case of predation.

The study took place in the Center Region of Cameroon between 2006 and 2010. Bokito, Obala, Ngomedzap and Minkoa-Meyos orchard (IRAD experimental station). In addition, some experiments were conducted in the laboratory of Zoology of University of Yaoundé I. Ants were collected by chemical knock down method in smalholding cocoa farms and ethological tests in field and laboratory according to specific protocols for each studied species.

Nul model was used to invalidate hypothesis of random factor structuring arboreal ant mosaic. Within mosaic, ten numerical dominant ant species were identified, namely *Dorylus nigricans*, *Camponotus acvapimensis*, *Camponotus vividus*, *Crematogaster clariventris*, *Crematogaster gabonensis*, *Crematogaster striatula*, *Polyrhachis decemdentata*, *Oecophylla longinoda* and *Tetramorium aculeatum*. Distribution of these dominant species is strongly influenced by natural environments hétérogénéité between prospected areas and anthropogenic pressures due to human activities.

Under insecticide treatment, species richness increase in treated plot due to the creation of marginal spaces link to dominant ants' colonies destruction. Pesticides use has proved detrimental diversity. Potential beneficial dominant species appear to be affected. Farm recolonization is characterize by the occupation of the canopy by three species group accoding to their nesting behavior: arboreal ant species, dominant ground-dwelling species with arboreal habits and ground nesting species.

Spatial organization of ants communities show a rational space sharing within the mosaic. However, under treatment effect, there was a creation of gaps or lacunae inside mosaic

and rearrangement of occupied territories. Base on interpolation map, strong relationship was found between canopy cover rate and species distribution. In other hand, semivariogram show strong structuration of ant population inside mosaic.

In their environment, ants exploit large and varied food resources types, reflecting their adaptive flexibility of a trophic point of view. Their food provides principally of sugar exploitation (21.93 % of cases of mature fruit in orchards and 61.93 % cases of exploitation of honeydew produced by Homoptera) and prey of diverse zoological groups (10.29 % of cases) and non identify particule which respresent 6.55 %.

Hunting takes place in two important variables in terms of species depending on the size and prey type. This is solitary and dependant hunting strategy groups. For the six studied species, predatory behavior is organize around the following sequence: detection, attack and seizure, recruitment, spread-eagling and transportation. The venom use and cutting modalities varies depending of the species. The study of the kinetics recruitment among the six studied species was allowed to put in evidence gradual evolution in the structuration level. Kinetics models evolve from simple stochastic linear model to exponential models via irregular Gaussian model. Different studied species have developed during their evolution some predatory aptitude related to their morphological asset. These changes are observable on structures such as mandibles, tarsis and the acquisition or not of vulnerant organ to their abdomen.

According to Markov chain, organization of predation among six studied ants' species did nothing random. In other words, there is highly cognitive process in which the succession of states is orderly and has large degree of predictability throw the time. However, the degree of predictability may be influenced by prey size and type. To one species to another, it varies depending on cohesion level degree among the workers. Entropies computation base on transitional matrices helped to highlight the existence of critical states during prey capture. This phase correspond to prey size and neutralization. To these states correspond to very high entropies level. Exploitation phase of the resource has proven to be generally stable in most of the studied species. Solitary hunting species have acquired during their evolution better solitary hunting behavior than collective hunting species.

Keys Words: arboreal ant mosaic; nul model; semivariogram; dominants ants ; predation ; recruitment rate ; Markov chain ; entropy; spatial interpolation map.

Sommaire

Liste Protocolaire.....	i
Dédicaces.....	vii
Avant-propos.....	viii
Résumé.....	x
Abstract.....	xiii
Sommaire.....	xv
Liste des abréviations.....	xvii
Définitions des termes utilisés.....	xviii
Liste des tableaux.....	xix
Liste des figures.....	xx
Introduction.....	1
Chapitre I : Revue de la Littérature.....	6
I.1. Notion de socialité et les niveaux d'organisation sociale.....	6
I.2. Généralités sur les colonies de fourmis.....	7
I.2.1. Fondation des colonies.....	7
I.2.2. Structure coloniale.....	8
I.2.3. Notions de monomorphisme et de polymorphisme.....	8
I.2.4. Reconnaissance et communication coloniale.....	10
I.3. Rôle des fourmis dans les écosystèmes.....	11
I.3.1. Impact des fourmis invasives dans les écosystèmes naturels.....	12
I.3.2. Relations Plantes-fourmis-hémiptères.....	13
I.4. Fourmis : agent de lutte biologique contre les ravageurs des plantes.....	17
I.5. Mosaïque des fourmis arboricoles.....	18
I.5.1. Adaptation à la vie arboricole.....	18
I.5.2. Origine et structure de la mosaïque des fourmis arboricoles.....	18
I.6. Alimentation des fourmis.....	21
I.6.1. Traits généraux.....	21
I.6.2. Prédation chez les fourmis.....	22
I.7. Nidification.....	23
I.7.1. Nidification opportuniste.....	24
I.7.2. Nidification semi-indépendante.....	25
I.7.3. Nidification indépendante.....	25
I.8. Jardins de fourmis "Ant garden".....	26
Chapitre II : Cadre Géographique, Matériels et Méthodes.....	27
II.1. Cadre géographique.....	27
II.1.1. Situation géographique.....	27
II.1.2. Présentation du milieu physique.....	28
II.1.3. Pratique de la cacaoculture.....	30
II.2. Méthodes de collecte des données.....	31
II.3. Méthodes d'analyse des données.....	32
II.3.1. Méthodes d'analyse de la diversité.....	32
II.3.2. Etude de la structure des communautés de fourmis.....	38
II.3.3. Modélisation de la structure des communautés de fourmis.....	41
II.3.4. Régime alimentaire.....	46
II.3.5. Comportement de prédation et cinétique de recrutement.....	47
II.3.6. Application des chaines de Markov.....	52
Chapitre III : Résultats et Discussion.....	55
III.1. Résultats.....	55
III.1.1. Diversité et distribution des espèces de fourmis arboricoles dans les cacaoyères de la Région du Centre.....	55

III.1.2. Organisation spatiale de la communauté de fourmis arboricoles dans les agrosystèmes traditionnelles à base de cacaoyer	68
III.1.3. Influence des traitements phytosanitaires sur la diversité et la distribution des communautés de fourmis arboricoles.....	73
III.1.4. Organisation et modélisation de la structure spatiale des communautés de fourmis arboricoles	88
III.1.7. Etude de la cinétique de recrutement des ouvrières lors de la prédation	135
III.1.9. Modélisation du comportement prédateur	157
III.2. Discussion.....	166
III.2.1. Diversité et distribution de la myrmécofaune dans les cacaoyères de la Région du Centre	166
III.2.2. Structure des communautés de fourmis dans la Région du Centre.....	171
III.2.3. Influence des traitements phytosanitaires sur les communautés de fourmis arboricoles	177
III.2.3.1. Influence des traitements phytosanitaires sur la richesse et la diversité spécifiques	177
III.2.4. Structure spatiale et modélisation de la distribution des fourmis au sein d'une mosaïque : influence des traitements phytosanitaires.....	182
III.2.5. Régime alimentaire.....	186
III.2.6. Comportement prédateur, évolution et mise en évidence des stratégies d'optimisation dans la capture des proies	186
III.2.7. Stratégies d'optimisation de chances de capture des proies	189
III.2.8. Modèle markovien.....	196
Conclusion et Perspectives.....	198
Références Bibliographiques	207
Annexes.....	222
Liste des Publications tirées de la Thèse	235

Liste des abréviations

GLM : General Linear Model ;

IDW : Inverse Distance Weigthing ;

IRAD : Institut de Recherche Agricole pour le Développement ;

LSD: Least Significant Difference;

A. : *Anoplolepis* ;

At. : *Atopomyrmex*;

Ax. : *Axindris*;

C. : *Camponotus* ;

Ca. : *Cataulacus*;

Cr. : *Crematogaster* ;

D. : *Dorylus* ;

M. : *Myrmicaria* ;

Od. : *Odontomachus*;

O. : *Oecophylla* ;

Pa. : *Pachycondyla* ;

Pe. : *Petalomyrmex*

Ph. : *Pheidole* ;

Pl. : *Platythyrea* ;

P. : *Polyrhachis* ;

S. : *Sahlbergella*

Ta. : *Tapinoma* ;

T. : *Tetramorium* ;

Te. : *Tetraoponera* ;

W. : *Wasmania*.

Définitions des termes utilisés

Système agroforestier : système d'exploitation agricole dans lequel les espèces pérennes et annuelles se développent ensemble sur la même parcelle cultivée et parfois en présence d'animaux suivant un arrangement spatial et une séquence temporelle bien déterminés (ICRAF, 1993) ;

Comportement : ensemble des processus de décision par lesquels les individus ajustent leur état et leur situation par rapport aux variations du milieu (abiotique et biotique) (Danchen *et al.*, 2006) ;

Modélisation : c'est une démarche qui permet l'obtention d'un modèle. Cette étape prend en compte l'objet et/ou le phénomène à représenter, le système formel choisi, les objectifs du modèle, les données (relatives aux variables) et connaissances (relations entre les variables) disponibles ou accessibles par l'expérience ou l'observation ;

Modèle : c'est une représentation de certains aspects d'un objet ou d'un phénomène du monde réel, en utilisant un système symbolique : équations mathématiques, systèmes d'informatiques (langage de programmation, bases de données etc.) et les représentations géométriques (courbes, surfaces, cartes etc.) ;

Interpolation spatiale : est une procédure permettant de créer des surfaces continues, c'est-à-dire que chaque point de l'espace possède une valeur déterminée. Ceci se fait en estimant la valeur des sites non échantillonnés, à partir des points mesurés. Le résultat de l'interpolation produit une surface se situant à l'intérieur des limites définies par la position des sites échantillonnés, contrairement à l'extrapolation qui permet de prédire une surface à l'extérieur des points (Mortier, 2007) ;

Variogramme ou semivariogramme : est une espérance mathématique correspondant à la dégradation plus ou moins rapide d'un gisement en fonction de la distance ;

Chaîne de Markov : est un processus de Markov à temps discret et à espace d'états discret. En mathématique, c'est un processus stochastique permettant la prédiction du futur, sachant que le présent, n'est pas rendue plus précise par des éléments d'information supplémentaires concernant le passé.

Liste des tableaux

Tableau I: caractéristiques et principales activités humaines relatives à l'entretien des vergers cacaoyers de la Région du Centre	31
Tableau II: coordonnées géographiques des plantations prospectées et autres sites de collectes.....	32
Tableau III: quelques caractéristique physiques et activités humaines liées à l'entretien des parcelles reconduites	43
Tableau IV: estimation de la richesse spécifique théorique des fourmis dans les plantations cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007)	55
Tableau V: richesse et diversité spécifiques de la communauté de fourmis arboricoles dans les systèmes agroforestiers traditionnels à base de cacaoyers dans la Région du Centre (2006-2007).....	57
Tableau VI: variation de la richesse biologique générique au sein des sous-familles dans les plantations cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007)	58
Tableau VII: variation de la richesse biologique spécifique au sein des sous-familles dans les plantations cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007).....	59
Tableau VIII: ajustement aux modèles théoriques des distributions des diagrammes rang-fréquences des communautés de fourmis arboricoles collectées dans les plantations cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007).....	63
Tableau IX: variation des abondances des fourmis collectées dans les plantations cacaoyères de la Région du Centre en fonction de sous familles (2006-2007)	65
Tableau X: variation de l'abondance des ouvrières au sein des genres numériquement dominants recensés dans les communautés de fourmis arboricoles des cacaoyères de la Région Centre entre 2006 et 2007	66
Tableau XI: variation de l'abondance des espèces de fourmis dominantes recoltées dans les cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007).....	68
Tableau XII: détermination ds facteurs structurants des communautés de fourmis dans les cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007)	69
Tableau XIII: variation de la richesse et de la diversité spécifiques sous l'influence des traitements phytosanitaires dans les cacaoyères de la Région du Centre	75
Tableau XIV : influence des traitements phytosanitaires sur la variation de l'abondance des fourmis au sein des sous-familles dans les cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007).....	76
Tableau XV: ajustement aux modèles théoriques des distributions des diagrammes rang-fréquences des communautés de fourmis arboricoles collectées dans les parcelles cacaoyères reconduites de la Région du Centre (2006-2007)	80
Tableau XVI: influence des traitements phytosanitaires sur la variation des abondances des espèces de fourmis dominantes dans les cacaoyères de la Région du Centre entre 2006 et 2007	81
Tableau XVII: évaluation de l'influence des facteurs déterministes dans la structuration des communautés de fourmis dans les parcelles reconduites (2006-2007)	84
Tableau XVIII: modèle de distribution des fourmis sous influence des traitements phytosanitaires dans les cacaoyères de la Région du Centre entre 2006 et 2007	95
Tableau XIX : recapitulatif des paramètres des semivariogrammes mettant en évidence le modèle de distribution de quelques espèces de fourmis dominantes	98
Tableau XX : items des aliments rapportés au nid par les ouvrières des espèces de fourmis étudiées (novembre 2009-avril 2010).....	104
Tableau XXI: résultats des tests de Chi deux effectués pour chaque espèce de fourmis entre les matrices de probabilités de transition observées et celles attendues dans le cas d'une succession aléatoire.....	158
Tableau XXII: fréquences des transitions qui contribuent au caractère non aléatoire dans la succession des états	159
Tableau XXIII: fréquences des entropies correspondant au coût énergétique investi dans la capture des termites	161
Tableau XXIV: fréquences des entropies correspondant au coût énergétique investi dans la capture des sauterelles	164

Liste des figures

Figure 1: localisation géographique des sites d'études et des points de collectes des échantillons	27
Figure 2: variation des paramètres climatiques pluviométrie et température dans la ville de Yaoundé entre 2007 et 2010.	29
Figure 3: méthode de cartographie des plantations cacaoyères.....	42
Figure 4: modes de nidification et dispositifs expérimentaux de collecte des données.....	49
Figure 5: courbes d'accumulations de la richesse spécifique en fonction de l'augmentation du nombre d'arbres échantillonnés dans les plantations cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007).....	56
Figure 6: classification hiérarchique ascendante basée sur la distance de Bray-Curtis mettant en évidence le degré de dissimilarité entre les parcelles (A) et les sites prospectés (B) dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyers de la Région du Centre (2006-2007).....	58
Figure 7: classification hiérarchique ascendante basée sur la distance euclidienne mettant en évidence la distribution des genres (A) et des espèces (B) dans les agrosystèmes traditionnels à base de cacaoyers dans la Région du Centre en fonction de leur appartenance à un milieu.....	60
Figure 8: diagramme rang fréquence et ajustement des distributions à des modèles théoriques, mettant en évidence la relation entre la richesse spécifique, l'abondance relative (A) et fréquences des arbres occupés (B) par les fourmis au cours des campagnes 2006-2007	63
Figure 9: distribution géographique des sous-familles dans les agrosystèmes à base de cacaoyer en fonction des zones agroécologiques de la Région du Centre (2006-2007).....	64
Figure 10 : distribution géographique à l'échelle du genre des fourmis collectées dans les cacaoyères de la Région du Centre en fonction des conditions agroécologiques entre 2006-2007.....	65
Figure 11: distribution géographique des principales espèces de fourmis collectées dans les cacaoyères de la Région du Centre entre 2006-2007	67
Figure 12: interactions entre les différentes espèces de fourmis arboricoles dans les cacaoyères de la Région du Centre.....	72
Figure 13: classification ascendante hiérarchique basée sur la distance de Bray- Curtis mettant en évidence le degré de dissimilarité entre les parcelles (A) et les sites (B) entre les deux années des traitements phytosanitaires	75
Figure 14: diagramme rang-fréquence mettant en évidence la distribution des abondances avant (A) et après (B) les traitements phytosanitaires et des occurrences des espèces de fourmis sur les arbres avant (C) et après les traitements (D) phytosanitaires de 2006 et 2007 dans les cacaoyères de la Région du Centre.....	79
Figure 15 : distribution des espèces de fourmis nouvellement installées dans les cacaoyères de la Région du Centre entre 2006 et 2007 en fonction des habitats (A) et du mode de nidification (B).....	82
Figure 16: effet des traitements phytosanitaires sur la structure des communautés de fourmis arboricoles de la Région du Centre.	86
Figure 17 : organisation et influence des traitements phytosanitaires sur la structuration spatiale des communautés de fourmis dans les cacaoyères de la localité de Bokito (2006-2007).....	91
Figure 18: organisation et influence des traitements phytosanitaires sur la structuration spatiale des communautés de fourmis dans les cacaoyères de la localité d'Obala et de Ngomedzap (2006-2007).....	94
Figure 19 : semivariogrammes mettant en évidence le modèle de distribution spatial de quelques espèces de fourmis dominantes dans les cacaoyères de la Région du Centre	98
Figure 20: semivariogrammes mettant en évidence le modèle de distribution spatial de quelques espèces de fourmis dominantes dans les cacaoyères de la Région du Centre entre 2006-2007 Obala et Ngomedzap.....	99
Figure 21: cartes présentant la position et la couverture de la canopée des arbres d'ombrage dans les parcelles de Bokito (A), Bokito (B), Obala (C) et Ngomedzap (D).....	100
Figure 22: cartes d'interpolation spatiale basées sur l'IDW mettant en évidence la distribution des foyers de quelques espèces de fourmis arboricoles dans les cacaoyères d'Obala en fonction de la luminosité. ..	102
Figure 23: cartes d'interpolation spatiale basées sur l'IDW mettant en évidence la distribution des foyers de quelques espèces de fourmis arboricoles dominantes dans les cacaoyères d'Obala et de Ngomedzap en fonction de la luminosité.....	103

Figure 24: éthogrammes détaillant le comportement de capture des termites par les ouvrières de <i>Myrmicaria opaciventris</i> (Emery).....	107
Figure 25: éthogrammes détaillant le comportement de capture des sauterelles vertes par les ouvrières de <i>Myrmicaria opaciventris</i> (Emery).....	109
Figure 26: diagrammes de flux détaillant les fréquences de transition dans les stratégies de capture des termites par les ouvrières de <i>Platythyrea conradti</i> (Emery)	112
Figure 27: diagrammes de flux détaillant les fréquences de transition dans les stratégies de capture des sauterelles vertes par les ouvrières de <i>Platythyrea conradti</i> (Emery).....	115
Figure 28: éthogrammes détaillés montrant des fréquences de transition lors de la capture des termites par les ouvrières de <i>Crematogaster</i> sp. "stapi"	118
Figure 29: éthogrammes détaillés montrant les fréquences de transition pendant la capture des sauterelles vertes par les ouvrières de <i>Crematogaster</i> sp. "stapi"	121
Figure 30: éthogrammes détaillés montrant les fréquences de transitions lors de la capture des termites par les ouvrières de <i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr).....	124
Figure 31: éthogrammes détaillés montrant les fréquences de transitions lors de la capture des sauterelles vertes par les ouvrières de <i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	126
Figure 32: diagrammes de flux détaillés montrant les stratégies de capture des termites par les ouvrières de <i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr).....	128
Figure 33: diagrammes de flux détaillant les stratégies de capture des sauterelles vertes par les ouvrières de <i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr).....	130
Figure 34: diagrammes comportementaux montrant les fréquences de transitions entre les différents actes comportementaux lors de la capture des termites par les ouvrières d' <i>Oecophylla longinoda</i>	132
Figure 35: diagrammes comportementaux montrant les fréquences de transitions entre les différents actes comportementaux lors de la capture des sauterelles vertes par les ouvrières d' <i>Oecophylla longinoda</i>	134
Figure 36 : modèles de recrutement des congénères face aux termites chez les espèces de fourmis étudiées. ...	138
Figure 37 : variation des modèles de recrutement face aux sauterelles vertes chez les six espèces de fourmis étudiées.	142
Figure 38 : stratégie de capture des proies par les six espèces de fourmis étudiées.	143
Figure 39: variation du nombre moyen d'ouvrières impliquées chez les six espèces de fourmis étudiées dans la capture des proies.....	147
Figure 40: variation des modèles de cinétique de recrutement des congénères après 15 minutes d'observations lors de la capture des proies par les ouvrières des six espèces de fourmis étudiées.	149
Figure 41: variation de la structure des mandibules chez les différentes espèces de fourmis étudiées.	150
Figure 42: variation de la structure du tarse chez les différentes espèces de fourmis étudiées.	151
Figure 43 : variation des modalités de découpage et de transport des termites (A) et des sauterelles vertes (B) en fonction des espèces (regroupement par la méthode de CHAID (Chi Square Automatic Interaction Détection).....	153
Figure 44: arbre de partie mettant en exergue les relations entre le nombre de gigots lors de la fragmentation des proies, la taille des proies et les espèces ; (A) cas des termites et (B) sauterelles (méthode regroupement de CHAID).....	155
Figure 45: variation de l'expression du comportement de réserve en fonction de la taille, du type des proies (A : termites, B : sauterelles vertes) et des espèces (CHAID (Chi Square Automatic Interaction Détection).	157
Figure 46: représentations des valeurs de pré et de post entropies des états de la succession pendant la capture des termites par les six espèces de fourmis étudiées.	162
Figure 47: représentations graphiques des valeurs de pré et de post entropie des états de la succession lors de la capture des sauterelles vertes par les six espèces de fourmis étudiées.	165

Introduction

Dans la dynamique évolutive du vivant, les insectes, apparus sur la terre il y a trois milliards d'années, représentent le taxon zoologique le plus diversifié (Grimaldi & Engel, 2005 ; Schowalter, 2006) avec plus de 50 % des espèces animales actuellement décrites (Schowalter, 2006). Parmi les insectes, les fourmis sont le taxon écologiquement dominant (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Fisher, 2005 ; Grimaldi & Engel, 2005 ; Schowalter, 2006) ; dans certains écosystèmes, leur biomasse est largement supérieure à celle des vertébrés (Passera & Aron, 2005 ; Schowalter, 2006).

Les fourmis sont des Vespoïdae, eusociaux, aculéates, appartenant à l'ordre des Hyménoptères (Gullan & Cranston, 2004) qui regroupe également les abeilles, les guêpes, les ichneumons et autres groupes d'insectes sociaux (Hölldobler & Wilson, 1990). On les regroupe au sein de l'unique famille des Formicidae (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Passera & Aron, 2005). Leur taille est comprise entre 1 et 40 millimètres.

En raison de leur caractère ubiquiste et de leur grande faculté d'adaptation, les fourmis ont colonisé tous les habitats terrestres (Bolton, 1994 ; Passera & Aron, 2005). On les rencontre depuis la toundra subarctique jusqu'aux forêts tropicales humides en passant par les terres inondées et les déserts chauds du globe. Seuls le Groenland et l'Antarctique en sont dépourvus (Durfour, 1991 ; Bolton, 1994 ; Passera & Aron, 2005). La clé de leur succès réside sans doute dans leur capacité à développer des sociétés incomparables en termes de complexité, de gigantisme et de fonctionnement (Denis, 2006).

Les plus vieux fossiles d'hyménoptères dateraient du Trias et celui des aculéates du Jurassique (Dejean *et al.*, 2007). Les plus anciens fossiles de fourmis connus remonteraient du Crétacé (Hölldobler & Wilson, 1990). La découverte de deux ouvrières de fourmis parfaitement conservées dans les ambres (résines fossiles qui s'électrise par frottement) du New Jersey aux Etats-Unis a permis de décrire l'espèce *Sphecomyrma freyi* de la sous-famille des Sphecomyrminae qui est de nos jours considérée comme le chaînon évolutif entre les fourmis actuelles et les guêpes (Hölldobler & Wilson, 1990). L'origine des fourmis telles que connues sous leur forme actuelle remonte très vraisemblablement à la période située entre l'Oligocène et le Miocène (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Bolton, 1994). A l'échelle de la planète, le nombre d'espèces décrites augmente sans cesse. Ainsi, jusqu'à la fin des années 1990, le nombre d'espèces décrites était d'environ 10 000 réunies dans 11 sous-familles et 297 genres (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Bolton, 1994). Dans les années 2000, cet effectif est passé à environ 11 800 espèces appartenant à 21 sous-familles actuelles et quatre sous-familles fossiles (Fisher, 2005 ; Passera & Aron, 2005). En octobre 2011, le nombre d'espèces de fourmis

décrites était estimé à 12 641, puis à 13 881 au mois de juillet 2015 et 13 979 au mois de janvier 2016 d'après le site Antbase (Agosti & Johnson, 2005).

Dans les écosystèmes tropicaux et subtropicaux, les fourmis entretiennent des relations complexes entre elles d'une part et avec les autres arthropodes d'autre part. Ces relations vont de la prédation au mutualisme en passant par des stades intermédiaires comme la parabiose. Les fourmis occupent une place prépondérante aussi bien par leur biomasse que par leur diversité dans l'arthropodofaune qui colonise les canopées des forêts et des plantations des cultures pérennes (Leston, 1973 ; Hölldobler & Wilson, 1990 ; Majer, 1990). Il ressort de nombreuses études que les fourmis représentent : 5 à 72 % de la biomasse totale des arthropodes dans les plantations cacaoyères du Ghana ; 10,1 à 31,3 % dans celles du Brésil (Majer & Delabie, 1994) et 6 à 12 % dans les forêts sclérophylles de l'Australie (Majer, 1990). Dans la canopée forestière de Chocó en Colombie, elles occupent 11 % de la biomasse totale des arthropodes (Armbrecht *et al.*, 2001). D'une manière générale, les fourmis tiennent une place prépondérante dans l'écologie forestière tropicale (Durfour, 1991). Cette dominance est inhérente à leur grande capacité d'adaptation, leur grande richesse spécifique et leur organisation sociale qui les hissent au rang d'animaux eusociaux (Durfour, 1991 ; Passera & Aron, 2005).

Dans la canopée des écosystèmes tropicaux, les fourmis sont distribuées suivant une structure tridimensionnelle connue sous le label de "mosaïque des fourmis arboricoles" (Majer, 1972 ; Leston, 1973). Trois facteurs contribuent au maintien de la mosaïque : (1) les contraintes liées au choix des sites de nidification ; (2) la compétition interspécifique et (3) le comportement d'agressivité interspécifique (Majer, 1976 b, 1986 ; Dejean *et al.*, 2007). Les deux derniers facteurs influencent fortement les interactions interspécifiques dans les communautés de fourmis des écosystèmes tropicaux. En fonction de l'impact de ces interactions sur les espèces de fourmis, trois statuts écologiques ont été ainsi définis : (1) les espèces dominantes caractérisées par des colonies populeuses, une forte agressivité inter et intra spécifique et un rythme d'activité qui s'étale tout le long du nyctémère. Ces espèces influencent fortement la structuration des communautés et ne tolèrent dans leur territoire que les espèces dites non-dominantes et / ou subdominantes ; (2) les espèces non-dominantes sont caractérisées par un faible niveau d'agressivité interspécifique et des colonies peu populeuses. Entre ces deux niveaux, se situe un niveau intermédiaire qui est celui occupé par (3) les espèces sub-dominantes, qui peuvent à la suite de certaines modifications des conditions environnementales, comme l'absence des espèces dominantes, se hisser au rang d'espèces dominantes (Leston, 1971 ; Room, 1971 ; 1972 ; 1973 ; Majer, 1972, 1976 b ; Majer *et al.*,

1994 ; Dejean *et al.*, 1999; Armbrecht *et al.*, 2001). La distribution en mosaïque des principales espèces de fourmis dominantes a un effet bénéfique dans les agrosystèmes car de par leur aptitude à capturer des proies à des fins alimentaires, elles peuvent dans certaines conditions concourir à la protection des cultures contre les ravageurs (Leston, 1973 ; Majer, 1976 b ; Majer, 1986 ; Gotwal, 1986 ; Way et Khoo, 1991 ; Dejean, 2000 ; Kenne *et al.*, 2001).

La mosaïque des fourmis arboricoles est un concept mis en évidence et développé dans les agrosystèmes à base de cacaoyer de l'Afrique de l'ouest (Room, 1971 ; Majer, 1972 ; Leston, 1973) puis étendu au milieu néotropical par Leston (1978). Dans la décennie 1970 et le début 1980, de nombreux travaux ont été conduits sur ce sujet, principalement au Ghana et au Nigeria (Leston, 1971 ; 1972 ; 1973 ; Majer, 1972, 1976 b ; Taylor, 1977 ; Taylor & Adedoyin, 1978). Durant la décennie 1990 et au début 2000, le concept a été déporté en Amérique latine plus précisément au Brésil (Majer *et al.*, 1994) et en Colombie (Armbrecht *et al.*, 2001). La décennie 2000 a également été marquée par la déportation du concept dans les écosystèmes forestiers en Asie du Sud-Est (Floren & Linsenmair, 2000 ; Davidson *et al.*, 2007) et en Australie (Majer *et al.*, 2001).

Au Cameroun, quelques études ont été réalisées sur la mosaïque des fourmis arboricoles dans des écosystèmes variés. Ainsi, des travaux ont été conduits dans la cacaoyère de la station expérimentale de l'IRAD à Nkoevome (Jackson, 1984), dans les forêts secondaires âgées (Dejean *et al.*, 1994 a) et dans les palmeraies du Sud-Ouest (Dejean *et al.*, 1993 ; Dejean *et al.*, 1997 a). Le concept de mosaïque des fourmis mis en évidence par ces différents travaux est de nos jours remis en cause par des études récentes qui ont démontré, sur la base du modèle nul que la structuration des communautés alors décrites n'était pas le fruit d'un facteur déterministe tel que la compétition interspécifique (Ribas & Schoereder, 2002). De ce fait, parler de mosaïque au sens des lois biologiques qui régissent l'organisation des communautés dans les écosystèmes apparaît inadéquat. Ce déficit d'informations sur les facteurs de structuration des communautés des fourmis est particulièrement accentué dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyer en raison de la diversité des zones agroécologiques naturelles dans lesquelles le cacaoyer est cultivé au Cameroun ; d'où la nécessité de revisiter la véracité du concept dans les agrosystèmes de ce pays.

L'étude du comportement prédateur est de nos jours l'un des aspects le mieux exploré dans les stratégies d'approvisionnement alimentaire chez les fourmis. Elle a jusqu'à présent débouché sur la description de l'existence de deux stratégies fondamentales dans le comportement de chasse des fourmis ; il s'agit de la chasse solitaire et de la chasse collective (Dejean, 1988 ; 1990 ; Dejean *et al.*, 1994 b; Orivel, 2000 ; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 a, b, c).

Avant les travaux de Rousson (2002) sur les fourmis néotropicales du genre *Azteca*, les études conduites jusqu'à lors ne prenaient pas en compte l'évaluation du niveau d'entropie dans l'enchaînement des séquences lors de la prédation. Comme l'a démontré Rousson (2002), l'existence d'un acte comportemental à un instant t_0 donné et la localisation plus ou moins précise de l'état qui suit au temps t_{0+1} est à l'origine des transitions dont les probabilités d'apparitions sont inégales. Ainsi, la probabilité d'existence de chaque transition génère une entropie qui renseigne sur le niveau de cognition individuel ou interindividuel dans l'accomplissement d'une tâche. Ces aspects jusqu'ici négligés seraient à l'origine des différences entre les stratégies de chasse des différentes espèces et peuvent permettre, au sens de Rousson (2002) de discriminer une espèce d'une autre voire un genre taxonomique d'un autre. Ainsi, d'un point de vue évolutif, le degré de cohésion de la vie sociale peut s'exprimer dans la coordination individuelle ou interindividuelle, et donc, à la réduction des séquences déchets dans l'expression des comportements.

L'élaboration d'un programme de lutte intégrée pour la protection des cultures pérennes qui prend en compte l'utilisation des fourmis comme auxiliaires nécessite la prise en compte de certaines variables. Il s'agit en l'occurrence de l'existence d'une mosaïque des fourmis arboricoles dans les agrosystèmes, l'influence des activités humaines sur les populations des espèces potentiellement bénéfiques ainsi que des facteurs pouvant influencer l'organisation hiérarchique des espèces. Au sein d'une communauté fortement structurée, le maintien du statut des populations réside dans leur capacité à exploiter de manière efficiente les ressources alimentaires du milieu. Si l'énergie fournie par l'alimentation est indispensable au contrôle de l'espace, on peut logiquement penser que les espèces qui ont développé les stratégies d'approvisionnement en ressources alimentaires les mieux élaborées aussi bien d'un point de vue quantitatif que qualitatif disposeraient d'un atout de choix pour la monopolisation de l'espace, et seraient à la base de la structuration des communautés. C'est dans ce contexte qu'a été initié le présent travail sur la structure en mosaïque des fourmis arboricoles dans les systèmes agroforestiers traditionnels à base de cacaoyers du Cameroun ainsi que sur les stratégies de prédation dont dépend l'efficacité de la protection des végétaux.

L'objectif général de ce travail est d'étudier le rôle et la place de la compétition trophique dans la structuration spatiale des communautés de fourmis arboricoles dans les écosystèmes tropicaux. Plus spécifiquement, il vise à étudier :

- (1) la diversité et la distribution spatiale des fourmis arboricoles en fonction des habitats dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyers ;
- (2) la structuration des communautés de fourmis arboricoles en fonction de habitats ;

- (3) l'influence des activités anthropiques sur la diversité et la structuration des communautés de fourmis arboricoles : cas spécifique des traitements phytosanitaires ;
- (4) la description et la modélisation de la distribution spatiale des communautés de fourmis ;
- (5) les items alimentaires de quelques espèces de fourmis arboricoles ;
- (6) la modélisation des stratégies d'exploitation des ressources alimentaires : cas spécifique de la prédation.

Le présent travail s'organise autour de trois chapitres. Après un premier chapitre consacré aux généralités dans lequel il est présenté quelques traits généraux des insectes sociaux avec un accent particulier sur les fourmis et leur écologie, le second chapitre présente le matériel et les méthodes utilisés. Ici, quelques caractéristiques physiques et climatiques du site d'étude ainsi que les méthodes de collecte et d'analyse des données ont été présentées. Le troisième chapitre présente les résultats et leurs discussions. Ce travail s'achève par une conclusion assortie d'un ensemble d'hypothèses de recherche rangées dans le compte des perspectives.



Chapitre I
Revue de la Littérature

I.1. Notion de socialité et les niveaux d'organisation sociale

L'apparition de la vie sociale, qui se substitue à la vie solitaire au sein des colonies plus ou moins complexes est une transition majeure de l'évolution, au même titre que l'apparition du code génétique, le développement d'un noyau bien délimité renfermant l'ADN au sein des cellules eucaryotes, ou encore la substitution de la reproduction sexuée par la reproduction asexuée (Passera & Aron, 2005). La socialité se définit comme l'existence des réseaux et des relations complexes au sein d'un groupe. L'émergence de la socialité résulte d'une adaptation particulière de certaines espèces animales en réponse aux pressions sélectives multiples, contraintes environnementales et génétiques (Passera & Aron, 2005). Chez les fourmis, elle émane de l'existence des asymétries d'apparement couplées au concept de fitness inclusive (Denis, 2006).

Les groupes sociaux sont caractérisés par des relations de leadership et de dominance. Au sein des sociétés animales, on relève une spécialisation progressive des relations de coopération conduisant à des adaptations sociales de plus en plus poussées. En fonction du niveau de spécialisation dans la coopération au sein des communautés animales, cinq degrés de socialités ont été définis : le grégarisme, le stade subsocial, le stade colonial, le stade communal et le stade eusocial qui est le niveau le plus élevé (Gadagkar, 1990 ; Passera & Aron, 2005).

- Le grégarisme est le niveau d'organisation sociale le plus simple. Il se caractérise par une agrégation simple (simple attraction réciproque entre congénères) entre des individus qui ne coopèrent pas (cas des chauves-souris vivant dans une grotte, cas des blattes attirées par des phéromones ou des papillons s'abreuvant au bord d'un ruisseau).

- Le stade subsocial est caractérisé par l'apparition des comportements parentaux (mammifères et oiseaux) tels que les soins apportés aux couvains et aux jeunes. Bien que ces soins s'avèrent coûteux d'un point de vue énergétique pour les parents, ils sont cependant indispensables pour l'accroissement des chances de survie de la progéniture et l'amélioration du succès reproductif des parents.

- Le stade colonial est atteint dès lors que les individus coopèrent pour la réalisation d'une tâche précise. Il se caractérise par l'individualisme dans les soins apportés aux jeunes bien que le site soit commun à plusieurs femelles. Ce site joue le rôle d'un nid protecteur.

- Le stade communal se caractérise par la coopération entre les femelles dans les soins apportés aux jeunes sans qu'il y ait spécialisation dans les tâches accomplies. La coopération dans les soins apportés aux jeunes porte également sur d'autres aspects de la vie sociale telle l'alimentation et la protection.

▪ L'eusocialité est le niveau supérieur de la socialité. D'un point de vue génétique l'haplodiploïdie (théorie de la sélection de la parentèle) ainsi que l'aptitude des femelles à produire une sex-ratio femelle biaisée due à la parthénogenèse serait des facteurs de favorisation (Gadagkar, 1990 ; Passera & Aron, 2005). Trois critères essentiels caractérisent ce niveau ; il s'agit de : (1) la coopération dans les soins apportés aux jeunes, (2) l'assistance des jeunes à leurs parents pendant au moins une partie de leur vie, (3) la spécialisation des tâches (polyéthisme) qui est plus ou moins marquée en fonction des espèces d'un point de vue reproductif (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Gadagkar, 1990, 1993 ; Monmarché, 2000 ; Foster & Ratnieks, 2005). En dehors des insectes sociaux, l'eusocialité se rencontre également chez d'autres invertébrés en l'occurrence certaines espèces de thrips (Thysanoptera), d'araignées (Aranea) et de crustacés du genre *Synalpheus* (Malacostracea). Le rat-taupe glabre (*Heterocephalus glaber*) est le seul mammifère eusocial connu à ce jour (Gadagkar, 1990, 1993 ; Passera & Aron, 2005).

I.2. Généralités sur les colonies de fourmis

I.2.1. Fondation des colonies

La fondation d'une colonie est l'événement le plus risqué de la fourmilière, en raison de la forte pression de prédation exercée sur les gynes pendant le vol nuptial et sur les reines juste après le vol nuptial et pendant la fondation de la colonie (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Passera & Aron, 2005). La claustration est le principal mode de fondation des colonies chez les fourmis. Elle peut être totale (forte capacité de stockage de nutriments de réserve par la reine avant le vol nuptial) ou partielle (faible potentiel de stockage de ressources par la reine avant le vol nuptial) (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Passera & Aron, 2005). En raison des pressions sélectives diverses qui s'exercent sur les colonies en cours de fondation, les reines peuvent s'associer temporairement pendant les premiers stades pour optimiser leur succès reproductif on parle de pléiomérose (Passera & Aron, 2005 ; Dejean *et al.*, 2007).

La claustration totale s'opère au sein des colonies à fort dimorphisme sexuel. La reine, généralement de grande taille comparée aux ouvrières, perd ses ailes après le vol nuptial et se réfugie dans une loge où elle est à mesure de fonder une colonie en utilisant ses propres substances de réserves pour l'alimentation des larves (Orivel, 2000 ; Passera & Aron, 2005). Dans la semi-claustration, le thorax des reines n'est guère plus large que celui des ouvrières. C'est le cas des ponéromorphes et des Myrmeciinae. Ainsi, au cours de la fondation des colonies, les reines seront contraintes de chasser les proies afin d'assurer la nutrition des premières larves (Passera & Aron, 2005).

Les réserves alimentaires utilisées au cours de la claustration proviennent de la lyse des muscles alaires (Orivel, 2000), des corps gras (Passera & Aron, 2005) et des œufs trophiques (Tschinkel, 2002 ; Dejean *et al.*, 2007). Dès la naissance, les premières ouvrières, connues sous le nom de "minimes", seront chargées d'approvisionner la colonie en ressources alimentaires (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Orivel, 2000 ; Passera & Aron, 2005). Dans les premiers jours après leur naissance, les ouvrières ne sont pas encore capables de consommer les aliments solides ; par conséquent, leur alimentation sera essentiellement constituée de substances liquides (Dejean *et al.*, 2007).

I.2.2. Structure coloniale

Les colonies sont soit du type unicolonial, soit du type multicolonial (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Passera & Aron, 2005 ; Debout *et al.*, 2007). Au sein du type unicolonial, les colonies interagissent fréquemment et ne s'agressent pas mutuellement ; par contre dans le type multicolonial, les colonies constituent des entités qui fonctionnent de façon indépendante (Debout *et al.*, 2007). Le caractère uni ou multicolonial des fourmis peut avoir une incidence sur la diversité spécifique des communautés qui les abritent et sur la coexistence entre les espèces. Ainsi, l'unicolonialité se caractérise par un faible niveau de compétition intraspécifique ; ceci engendre une réduction de la coexistence avec d'autres espèces et donc celle de la diversité spécifique de la communauté. Par contre, la compétition intraspécifique est très accentuée au sein des colonies multicoloniales, ce qui entraîne une augmentation de la coexistence avec d'autres espèces (Hölldobler & Wilson, 1990) et de fait accroît la diversité spécifique dans les communautés.

I.2.3. Notions de monomorphisme et de polymorphisme

Chez les Formicidae, les colonies sont constituées majoritairement de deux castes d'individus, les reines et les ouvrières. Les reines sont spécialisées dans la reproduction ; ce sont elles qui pondent la majorité des œufs. Les ouvrières sont stériles et accomplissent les tâches nécessaires à la maintenance de la colonie (Hölldobler & Wilson, 1990). Les colonies de fourmis sont soit monomorphes, soit polymorphes, en fonction de l'existence ou non des différences morphologiques et de tailles entre les ouvrières. L'établissement du caractère monomorphe ou polymorphe d'une colonie de fourmis repose sur l'analyse de la longueur et de la largeur des capsules céphaliques des ouvrières (Djuikwo-Nouboue, 1990). Au sein des colonies monomorphes, les ouvrières d'une société parvenue à maturité sont semblables entre elles et ne montrent pas une grande variabilité de taille (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Passera & Aron, 2005). Les colonies polymorphes se caractérisent par la coexistence de deux

ou plusieurs castes morphologiques en leur sein et ayant des fonctions généralement différentes. En général, trois castes morphologiques sont observables, il s'agit de : (1) la caste des minors, (2) la caste des médias, et (3) la caste des majors (Djuikwo-Nouboue, 1990 ; Hölldobler & Wilson, 1990 ; Passera & Aron, 2005 ; Schöning *et al.*, 2005).

La caste des minors est spécialisée dans l'exploration et la collecte du miellat alors que celles des médias et des majors sont impliquées dans la protection du territoire (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Delabie *et al.*, 1991). Sur le plan énergétique, le coût de production des minors est moins élevé que celui des médias et des majors ; ceci a une implication sur la répartition des tâches au sein des colonies. Ainsi, les minors seront impliquées dans les tâches à fort coût énergétique telles que l'exploration et la collecte du miellat alors que les médias et les majors seront impliqués dans les tâches à faible coût énergétique (Delabie, 2001). La détermination des castes est influencée principalement par l'alimentation et rarement par les facteurs environnementaux ou hormonaux (Passera & Aron, 2005).

La notion de caste est devenue ambiguë avec la découverte des femelles à habitus d'ouvrières mais possédant une spermathèque leur permettant de pondre des œufs diploïdes et des œufs haploïdes tels que mis en évidence chez la majorité des Ponerinae (Denis, 2006). De ce constat est née une problématique, celle de la classification de ces individus. Deux courants s'opposent à cet effet. Il y'a ceux qui pensent que leur classification doit se faire uniquement sur les bases morphologiques et ceux qui estiment qu'elle doit essentiellement être basée sur la fonction. Buschinger, en associant les noms "reine" et "ouvrière" à la fonction, a identifié les femelles reproductrices par leur morphologie. Il a distingué ainsi trois groupes, les gynomorphes qui ressemblent à la reine avec des ailes fonctionnelles caduques et trois ocelles, les intermorphes qui présentent des caractères morphologiques intermédiaires entre gynomorphes et ergatomorphes et les ergatomorphes qui sont dépourvus d'ailes à la naissance avec thorax réduit et sans ocelles (Passera & Aron, 2005).

Il est admis de nos jours que la composante génétique peut influencer la détermination des castes. À titre d'exemple, il est démontré que le polymorphisme au sein des colonies de *Eciton burchellii* Westwood, 1842 (Dorylinae) est influencé à 15 % par les gènes des mâles et à 85 % par l'effet concomitant de l'environnement et des gènes maternels (Jaffe *et al.*, 2007). On pense également que l'acquisition de nouvelles habitudes alimentaires et l'augmentation de la nécessité de défendre la colonie sont à l'origine de la formation des castes. C'est le cas mis en évidence chez *Dorylus molestus* Gerstäcker, 1859 (Schöning *et al.*, 2005). La polygynie et la polyandrie augmentent la diversité génétique au

sein des colonies et peuvent de ce fait influencer leur composition selon leurs caractères monomorphes ou polymorphes. Toutefois, la polyandrie n'entraîne pas toujours une évolution vers une grande variabilité morphologique. En effet, chez les fourmis légionnaires monomorphes ou polymorphes, les accouplements multiples ne donnent pas toujours naissance à une grande variabilité morphologique au sein des colonies (Jaffe *et al.*, 2007).

Le polyéthisme se rapporte à la répartition des tâches au sein des fourmilières et ce, en fonction des castes morphologiques ou de l'âge (Schöning *et al.*, 2005). Il a contribué significativement au succès écologique des insectes sociaux (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Jaffe *et al.*, 2007 ; Passera & Aron, 2005). L'un des cas de la division du travail le plus spectaculaire est celui décrit dans l'exploitation des hémiptères par la fourmi *Formica polyteca* Foerster, 1850. Il a été mis en évidence au sein des colonies de cette fourmi, l'existence des ouvrières bergères (1) qui veillent et traient les trophobiontes, gardiennes (2) qui protègent les trophobiontes contre les intempéries, les agents de transit (3) chargés du transport de la nourriture au nid et les éclaireuses (4) qui sont chargées de rechercher de nouvelles colonies d'hémiptères (Reznikova & Novgorodova, 1998).

I.2.4. Reconnaissance et communication coloniale

La communication est à la base de la survie dans toutes les communautés d'êtres vivants. Chez les insectes en général et les fourmis en particulier, elle repose essentiellement sur l'émission des signaux tactiles (palpation antennaire) et chimiques ou semiochimiques (phéromones et allomones). Chez ces animaux, on note également l'existence des signaux visuels, acoustiques et magnétiques (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Kaufmann & Passera, 1991 ; Passera & Aron, 2005 ; Billen, 2006 ; Schowalter *et al.*, 2010). Toutefois, les signaux chimiques sont à la base de la communication et de la reconnaissance entre les ouvrières (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Viana, 1996). La reconnaissance coloniale et la capacité de distinguer un proche parent d'un étranger sont à la base de la régulation et de l'organisation sociale des fourmis. Elle entraîne l'apparition des comportements altruistes envers les familiers mais agressifs envers les étrangers ceci grâce à la capacité de discriminer les hydrocarbures cuticulaires (Viana, 1996).

Les différents signaux chimiques ou semiochimiques (molécules organiques plus ou moins volatiles émises par un organisme et modifiant le comportement et/ou la physiologie d'autre organisme) émis assurent des fonctions spécifiques dans les systèmes de communication et de reconnaissance entre les ouvrières. Il s'agit des phéromones et des allomones. Les phéromones sont des substances chimiques qui libérées par un individu

déclenchent une réponse comportementale ou physiologique spécifique chez les individus receptrices de la même espèce ; les allomones sont des substances chimiques, ou un ensemble de substances libérées par un individu qui déclenchent une réponse comportementale ou physiologique spécifique chez des individus receptrices d'espèces différentes. Les phéromones s'exercent au niveau intraspécifique alors que les allomones s'exercent au niveau interspécifique (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Passera & Aron, 2005 ; Billen, 2006). Chez la fourmi champignonnière *Acromyrmex subterraneus* Forel, 1893, quatre types de phéromones ont été mises en évidence à savoir : (1) les phéromones de reconnaissance : ici la surface du couvain est recouverte par une substance chimique peu volatile formant un ensemble reconnu par les adultes comme différent des autres adultes ; (2) les phéromones d'attractivité : ces substances volatiles sont libérées par le couvain et attirent les congénères adultes ; (3) les phéromones d'agrégation : les substances sécrétées par le couvain provoquent un regroupement des adultes en agrégats et enfin (4) le "brood-tending" : cette phéromone est le signal déclencheur des soins apportés aux couvains (Viana, 1996).

I.3. Rôle des fourmis dans les écosystèmes

Le rôle des fourmis dans les écosystèmes revêt un caractère ambivalent. Les fourmis peuvent avoir un apport bénéfique ou non dans le temps et l'espace. L'action néfaste des fourmis a été mise en évidence dans leur implication dans la réduction de la biodiversité locale (Lebreton *et al.*, 2003 ; Ndoutoume-Ndong & Mikissa, 2007), la défoliation (Lavabre, 1964) la propagation des agents pathogènes par le transport (1) passif des spores de champignons (Durfour, 1991) et (2) actif des hémiptères (Dejean *et al.*, 1997 b). Cependant, en raison de leurs potentiels prédateurs, de nombreuses espèces peuvent protéger les plantes hôtes contre les ravageurs (De Mire, 1969 ; Khay Chong & Gait Fee, 1989 ; Moog *et al.*, 1998 ; Dejean, 2000 ; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c).

Le caractère utile ou nuisible d'une espèce de fourmi donnée n'est pas absolu. Ces rôles peuvent varier pour la même espèce, d'un écosystème à un autre. À titre d'exemple, très souvent les espèces de fourmis du genre *Crematogaster* Lund, 1831 sont régulièrement citées comme des ravageurs dans les agrosystèmes à base de cacaoyers, car fortement associées aux Hémiptères Coccidae et autres cochenilles et pucerons néfastes pour la productivité des arbres (Delabie, 2001), de par leur activité défoliatrice pour des besoins de nidification (Djuikwo-Nouboue, 1990) et leur implication dans le transport des agents pathogènes (Das, 1959 ; Lavabre, 1964 ; Leston, 1971 ; Delabie, 2001 ; Durfour, 1991). Cette activité destructrice ne se vérifie pas dans tous les écosystèmes. En effet, il a été démontré

que l'espèce *Tetramorium aculeatum* Mayr, 1923 très efficace dans la lutte contre les insectes phytophages dans les cacaoyères (Leston, 1973 ; Majer, 1976 a) a un venin nocif pour les plantes cultivées dans les systèmes maraîchers (Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c) de même cause de gênes aux planteurs par les piqûres douloureuses qu'elles leurs infligent et est inefficace dans le contrôle biologique du Coléoptère Chrysomelidae, *Coelaemenoptera minuta* (Dejean *et al.*, 1997 a). L'inefficacité de *T. aculeatum* dans la lutte contre ce coléoptère phyllophage est liée à son rythme d'activité essentiellement crépusculaire qui est en déphasage avec l'activité de ponte de *C. minuta* essentiellement diurne (Dejean *et al.*, 1997 a). La présence de *T. aculeatum* dans ces conditions peut favoriser l'explosion des populations du ravageur (Dejean *et al.*, 1997 a). Dans le même contexte, l'espèce *Crematogaster gabonensis* Emery, 1899 s'est avéré plus efficace contre ce ravageur comparée à *T. aculeatum* en raison de son rythme d'activité synchrone à celui de *Co. minuta*. La concordance des phases dans les rythmes d'activités entre *Cr. gabonensis* et *Co. minuta* va favoriser l'intensification de l'action prédatrice de cette dernière sur les œufs et les larves de *Co. minuta*, contribuant ainsi à réduire efficacement les populations du ravageur (Dejean *et al.*, 1997 a).

Les fourmis champignonnistes sont connues pour leur interaction symbiotique avec les champignons qu'elles cultivent et qui leur servent de nourriture (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Passera & Aron, 2005 ; Viana, 1996). Ces fourmis contribuent à fertiliser les sols car en transportant dans leur nid de grandes quantités de matière végétale, elles favorisent l'accumulation de la matière organique ce qui augmente la teneur en nutriments du sol et facilite l'infiltration et l'aération de ce dernier (Viana, 1996).

I.3.1. Impact des fourmis invasives dans les écosystèmes naturels

Les espèces de fourmis exotiques dans les zones d'introduction peuvent entrer en compétition avec les espèces natives en établissant des relations de parasitisme et de prédation à la fois pour les sites de nidification et les ressources alimentaires (Jourdan *et al.*, 2000 ; Lebreton *et al.*, 2003). Elles peuvent s'attaquer à la faune locale depuis les invertébrés jusqu'aux vertébrés, entraînant de ce fait, des perturbations dans l'équilibre écologique par le déplacement des niches des espèces natives (Lebreton *et al.*, 2003). Ainsi, elles contribuent activement à la réduction de la diversité spécifique dans les zones infestées (Jourdan *et al.*, 2000 ; Lebreton *et al.*, 2003 ; Ndoutoume-Ndong & Mikissa, 2007). C'est le cas de la petite fourmi de feu *Wasmannia auropunctata* Roger, 1863 qui a été introduite accidentellement ou intentionnellement par l'Homme dans plusieurs régions du monde.

Initialement introduite au Gabon dans les années 1920 comme agent de lutte biologique contre le miride du cacaoyer *Sahlbergella singularis* Hagl. (Hemiptera : Miridae), elle s'est avérée par la suite très nuisible pour la myrmécofaune et la biodiversité locale en raison de sa forte compétitivité et en l'absence d'antagoniste (Lebreton *et al.*, 2003 ; Ndoutoume-Ndong & Mikissa, 2007). Dans la forêt sclérophylle Néo-caledonniene, *W. auropunctata* est à l'origine de la baisse de l'abondance et de la diversité spécifique de l'herpétofaune dans les zones envahies (Jourdan *et al.*, 2000).

I.3.2. Relations Plantes-fourmis-hémiptères

Les relations plantes-fourmis-hémiptères encore connues sous le label de relations tri-trophiques ou trophobioses (néologisme créé par Wasman) désignent toutes relations symbiotiques entre les fourmis, les hémiptères et leurs plantes hôtes (Delabie, 2001 ; Passera & Aron, 2005 ; Blüthgen *et al.*, 2006). En dehors des hémiptères, les lépidoptères font également partie des trophobiontes les plus souvent associés aux fourmis (Passera & Aron, 2005). D'un point de vue évolutif, on pense que les relations fourmis-hémiptères étaient à leur base des relations prédateurs-proies et que la symbiose s'est établie au fil de l'évolution à la suite des offrandes offertes sous forme de gouttelettes de miellat à la fourmi par les hémiptères (Passera & Aron, 2005). Dans ces relations, les fourmis transportent les hémiptères sur des sites appropriés et leur construisent des abris constitués en partie des débris végétaux pour les protéger contre les intempéries, les prédateurs, les parasites et autres compétiteurs. En retour, elles exploitent le miellat et protègent la plante hôte contre les phytophages (De Mire, 1966 ; Babachau, 1982 ; Durfour, 1991 ; Delabie, 2001 ; Blüthgen *et al.*, 2006 ; Blüthgen & Stork, 2007). Toutes les associations observables entre les fourmis et les plantes hôtes n'ont pas toujours valeur de mutualisme. En guise d'illustration, la fourmi *Petalomyrmex phylax* Snelling, 1979 protège le myrmécophyte *Leonardoxa africana* contre les phytophages et les herbivores et reçoit en retour nourriture et abris ; dans le même temps, *Cataulacus mckeyi* Snelling, 1979 qui est associée au même myrmécophyte ne lui octroie aucune protection. Elle exclut de la plante hôte l'espèce mutualiste *Pe. phylax* (Debout *et al.*, 2003).

Les hémiptères les plus fréquents sur les plantes annuelles ou pérennes associées aux fourmis se recrutent au sein des familles des Coccidae, Membracidae, Aphididae, Pseudococcidae, Margarodidae, Eriococcidae et Cicadellidae (Delabie, 2001 ; Blüthgen & Fiedler, 2002 ; Passera & Aron, 2005 ; Blüthgen *et al.*, 2006). Les espèces de fourmis les plus souvent impliquées dans les trophobioses se recrutent dans les sous-familles des

Myrmicinae, Formicinae et Dolichoderinae (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Delabie *et al.*, 1991). Des cas particuliers de protection des trophobiontes ont été signalés sur le caféier. Ici, les coccides associés aux fourmis vivent dans les manchons mycéliens qui se forment au-dessus des racines (Lavabre, 1964). Dans d'autres cas d'association impliquant des hémiptères auchenorrhynques, notamment des Cercopidea, Cixiidae, Issidae, Delphacidae et Tettigometridae, le mutualisme avec les fourmis est poussé au point où tous les trophobiontes réalisent leur cycle biologique à l'intérieur du nid des fourmis (Delabie, 2001).

Les trophobiontes associés aux fourmis présentent les caractéristiques suivantes : petite taille (comprise entre 1 et 10-15 mm), absence de réaction agressive, omniprésence et habitudes grégaires (Delabie, 2001). Sur le plan trophique, les trophobiontes associés aux fourmis sont polyphages et caractérisés par leur opportunisme alimentaire (Blüthgen & Fiedler, 2002). Exception faite de quelques familles comme celle des Diaspididae (hémiptères les plus évolués), la grande majorité des hémiptères (Sternorrhyncha et Auchenorrhyncha) émettent par l'anus des gouttelettes d'excrétas appelés miellat (Delabie, 2001). Ce miellat est un aliment riche en sucre, donc fortement énergétique. Il provient de la sève de la plante partiellement digérée, à laquelle s'ajoutent les produits des tubes de Malpighi (Lavabre, 1964 ; Hölldobler & Wilson, 1990 ; Durfour, 1991 ; Delabie, 2001 ; Blüthgen & Fiedler, 2002 ; Servigne, 2003).

Les trophobioses s'établissent préférentiellement sur les plantes dont les organes favorisent la production optimale de miellat aussi bien d'un point de vue qualitatif que quantitatif (Delabie, 2001 ; Blüthgen & Fiedler, 2002). À titre d'exemple, les colonies d'*Oecophylla smaragdina* Forel, 1899 exploitent préférentiellement leurs trophobiontes sur des lianes comparées aux arbres (Blüthgen & Fiedler, 2002) ; ceci s'explique par le fait que le renouvellement des tissus est régulier et permanent sur les lianes comparées aux arbres. Ce choix est en faveur de la production d'un miellat de qualité et en quantité suffisante (Blüthgen & Fiedler, 2002). La grande mobilité et le turn-over élevé des agrégats fourmis-hémiptères sont des stratégies visant à maximiser la production de miellat en recherchant activement les ressources dans l'espace et dans le temps au sein du territoire des fourmis (Blüthgen & Fiedler, 2002).

Des cas d'associations pas très communes entre fourmis et hémiptères non producteurs de miellat sont rencontrés dans la nature. L'exemple le plus connu implique les fourmis du genre *Melissotarsus* Emery, 1877 qualifiées de "fourmis bergères" avec les cochenilles de la famille des Diaspididae (Dejean & Mony, 1991 ; Mony *et al.*, 2002). Tout comme les populations humaines qui élèvent le bétail pour leur chair, tel est le sort réservé

au Diaspididae par les *Melissotarsus*. La fourmi *Myrmecina* sp. héberge et élève les orbitates (acariens) dans son nid. Elle n'exerce aucune action prédatrice sur ces derniers, ni sur les œufs, ni sur les larves, ni sur les adultes. Ce n'est qu'après la mort de l'orbitate que celui-ci est consommé par la fourmi (Passera & Aron, 2005).

I.3.2.1. Empreinte et attraction spontanée

L'empreinte peut être définie comme une marque distinctive laissée par une influence localisée dans le temps par l'environnement et qui va par la suite influencer le choix de la plante hôte par l'animal toute sa vie durant. D'un point de vue éthologique, elle se définit comme la fixation de manière irréversible du premier objet qui se présente comme but à un besoin instinctuel (Djieto-Lordon & Dejean, 1999 a, b).

Les fourmis arboricoles sont préférentiellement attirées par les plantes hôtes appartenant à la même espèce que celles dont elles sont issues (vie imaginale). Ce comportement suppose un choix qui repose sur la reconnaissance de ladite plante "empreinte à la plante support" (Djuikwo-Nouboue, 1990 ; Djieto-Lordon & Dejean, 1999 a, b). Le degré de dépendance entre les plantes hôtes et les espèces de fourmis associées est si étroit qu'une feuille broyée ou déchiquetée induit une réaction caractérisée par un recrutement massif des ouvrières qui remontent rapidement le gradient de l'odeur dégager (Dejean *et al.*, 2008).

Les ouvrières prélevées d'une plante hôte quelconque et soumises à un test de choix peuvent spontanément afficher une préférence pour une autre espèce végétale, on parle "d'attraction spontanée". L'attraction spontanée peut varier en fonction des espèces végétales en présence (Djieto-Lordon & Dejean, 1999 a, b). L'empreinte à la plante support plus que la familiarisation est responsable du processus d'acquisition de la préférence pour une plante donnée (Djieto-Lordon & Dejean, 1999 a, b ; Dejean *et al.*, 2008).

I.3.2.2. Activité défoliatrice des fourmis

Les relations plantes-fourmis connaissent une évolution qui va de l'herbivorie au mutualisme (Orivel, 2000). Pour des besoins de nidification et de nutrition, les fourmis sont activement impliquées dans la défoliation des arbres hôtes. Une étude quantitative de l'ampleur de l'activité défoliatrice des fourmis pour des besoins de nidification a montré que l'espèce *Crematogaster clariventris* Mayr, 1895 détruit environ 25,584 mm² de feuilles de *Mangifera indica* Linné par jour (Djuikwo-Nouboue, 1990). Toutefois, l'ampleur des dégâts observés sur le terrain est plus importante que les estimations théoriques (Djuikwo-Nouboue, 1990).

La défoliation en "mannequin d'osier" des caféiers à l'Est Cameroun est attribuée aux espèces de fourmis du genre *Crematogaster*. L'action déprédatrice qu'elles exercent au niveau des bourgeons inhibe la croissance des jeunes branches (De Mire, 1966). Les fourmis du genre *Melissotarsus* sont fortement impliquées dans la destruction du tissu des écorces des arbres fruitiers en région intertropicale, ceci par l'établissement des réseaux de galeries pour des besoins de nidification et d'élevage des Diaspididae (Dejean & Mony, 1991 ; Mony *et al.*, 2002).

À travers leur aire de distribution, de nombreuses espèces de fourmis champignonnistes sont considérées comme des ravageurs. En Amérique Latine, les fourmis champignonnistes des genres *Atta* Fabricius, 1804 et *Acromyrmex* Mayr, 1865 sont principalement impliqués dans la défoliation des plantes. Les feuilles, les brindilles et les fleurs, coupées et transportées dans les fourmilières ne sont pas directement consommées. Elles servent de support organique nécessaire au développement des champignons dont elles se nourrissent (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Passera & Aron, 2005).

I.3.2.3. Implication des fourmis dans la propagation des phytopathologies

Les fourmis qui élaborent des nids à partir des débris végétaux divers provenant du sol sont fortement impliquées dans la propagation verticale de certains agents pathogènes qui affectent les végétaux dans les systèmes agroforestiers. La distribution des principaux ravageurs et maladies du cacaoyer est fortement influencée par celle des principales espèces de fourmis dominantes (Leston, 1971 ; 1973). La manipulation de la distribution de ces espèces pourrait constituer une excellente alternative à la lutte chimique. En Afrique de l'Ouest, les espèces de fourmis *Crematogaster africana* Mayr, 1895, *Crematogaster depressa* Latreille 1802, *Crematogaster luctans* Forel, 1907, *Camponotus acvapimensis* Mayr, 1862, *Oecophylla longinoda* Latreille, 1802 et *Pheidole* sp. contribuent à la dissémination du "swollen shoot virus" dont l'agent vecteur est un Hémiptère de la famille des Pseudococcidae (Durfour, 1991). Les fourmis sont les principaux agents impliqués dans la dissémination de la phthiriose du caféier (Lavabre, 1964). Les espèces *Pheidole megacephala* Fabricius, 17932, *Crematogaster* sp. et *Camponotus* sp. sont en général associées aux cochenilles farineuses du genre *Planococcoides* Ezzat & McConnell, 1956, qui elles mêmes transportent le champignon *Phytophthora palmivora* Butler. Ces espèces de fourmis sont passivement impliquées dans la dissémination verticale et horizontale des spores du champignon *P. palmivora* (Babachau, 1982). Outre leur implication dans la propagation des maladies fongiques et virales, les fourmis contribuent également à

transporter les hémiptères avec lesquelles elles entretiennent des relations symbiotiques vers les zones les plus prolifiques après épuisement de la sève ; ce qui entraîne une extension des zones de dessèchement des organes de la plante hôte (Babachau, 1982 ; Delabie, 2001 ; Blüthgen & Fiedler, 2002).

I.4. Fourmis : agent de lutte biologique contre les ravageurs des plantes

L'utilisation des fourmis comme agent de lutte biologique est centenaire (Leston, 1972 ; Khay Chong & Gait Fee, 1989). Le cas le plus ancien est celui de l'utilisation de la fourmi *Oecophylla smaragdina* Fabricius, 1775 dans le contrôle biologique de la mouche des fruits en Asie du Sud depuis plus de trois siècles (Leston, 1972 ; Passera & Aron, 2005). Elle implique la maîtrise des facteurs tels que l'hétérogénéité de l'environnement, les mécanismes d'expansions des colonies des espèces potentiellement bénéfiques et le comportement d'agressivité inter et intra spécifique (Majer, 1976 a).

En Afrique, les espèces de fourmis *T. aculeatum* et *O. longinoda* ont très souvent été citées comme potentiels agents de lutte biologique contre le miride *Shalbergella singularis* Hagl. dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyer (Leston, 1973 ; Majer, 1976 a ; Anikwe *et al.*, 2007). Ces espèces de fourmis procurent une protection de l'ordre de 65 % contre les capsides et le "swollen-shot virus" (Leston, 1973). Bien qu'aucune étude scientifique ne mette en exergue l'efficacité de la fourmi de feu *W. auropunctata* dans la réduction de la population de *S. singularis*, les observations conduites dans les vergers de Nkoevone par De Mire (1969) portent à croire que les arbres infestés par les ouvrières de *W. aropunctata* sont moins attaqués. En Asie, l'efficacité des espèces *Dolichoderus thoracicus* Smith, F. 1860 et *O. smaragdina* dans la lutte contre les mirides du cacaoyer du genre *Helopeltis* ne souffre d'aucune contestation (Khay Chong & Gait Fee, 1989 ; Way & Khoo, 1992 ; Van Mele & Cuc, 2000 ; Van Mele, 2008). L'espèce de fourmi *Cladomyrma maschwitzi* Agosti, 1991 protège sa plante hôte, *Crypteronia griffithii* Clarke, en capturant les larves de lépidoptères tout en débarrassant les œufs de la surface des feuilles (Moog *et al.*, 1998).

L'efficacité de la protection procurée par une espèce de fourmis à sa plante hôte dépend de son niveau d'inféodation au milieu arboricole, de l'architecture foliaire de la plante en relation avec les possibilités de nidification offertes et de la saison. Ainsi, les fourmis arboricoles spécialisées procurent une protection optimale aux plantes comparées aux espèces de fourmis terricoles à activité arboricole (Dejean, 2000). En rapport avec l'architecture foliaire, l'action protectrice de *T. aculeatum* et *O. longinoda* contre *Zonocerus*

variegatus Linnaeus, 1758 est plus efficiente sur *Macaranga hurifolia* Beille que sur *Bridelia micrantha* (Hochst.) Baill.. En effet, les feuilles simples de *M. hurifolia* sont favorables à l'élaboration des nids comparées aux feuilles composées de *B. micrantha* (Dejean, 2000). Pendant la saison sèche, les fourmis arboricoles dominantes potentiellement bénéfiques sont plus actives au niveau du sol que des arbres en raison de la rareté des ressources ; ce qui entraîne un relâchement du niveau de protection des arbres qui dès lors sont plus vulnérables aux phytophages et autres déprédateurs (Schupp, 1986 ; Gove & Majer, 2006).

I.5. Mosaïque des fourmis arboricoles

I.5.1. Adaptation à la vie arboricole

Les fourmis d'origine terricole ont secondairement conquis le milieu arboricole et se sont diversifiées. La conquête de la vie arboricole a évolué de pair avec les adaptations pour les sites de nidification, dans le mode de communication, sur la morphologie et le régime alimentaire des espèces. Elle résulte des contraintes liées à la rareté des sites de nidification ainsi que la nature et la distribution des ressources alimentaires. Le développement de l'arolium et des griffes puissantes sont des caractéristiques remarquables ayant favorisé l'adaptation à la vie arboricole. Il assure une meilleure stabilité des ouvrières sur les supports lisses comme les feuilles ; par contre, ces structures sont restées moins développées chez leurs homologues terricoles (Orivel & Dejean, 1999 ; Orivel, 2000 ; Djieto-Lordon *et al.*, 2001 c ; Kenne *et al.*, 2001 ; Billen, 2006).

I.5.2. Origine et structure de la mosaïque des fourmis arboricoles

I.5.2.1. Origine du concept de la mosaïque des fourmis arboricoles

L'origine du terme mosaïque des fourmis est attribuée à Leston. Il désigne l'ensemble des espaces occupés par les territoires des colonies de fourmis dominantes (Leston, 1972) auxquels s'ajoute le facteur attractif des plantes-soutiens (Djieto-Lordon & Dejean ; 1999 a, b). La structure en mosaïque des fourmis arboricoles résulte de la compétition interspécifique (Djieto-Lordon & Dejean, 1999 a, b ; Orivel, 2000) qui repose sur l'intolérance réciproque entre les espèces de fourmis dites dominantes (Leston, 1972 ; Dejean *et al.*, 1997 a). C'est un système dynamique dont la mise en place se fait lentement et progressivement (Djieto-Lordon & Dejean, 1999 a, b ; Dejean *et al.*, 2000 ; Orivel, 2000 ; Servigne, 2003).

I.5.2.2. Structure de la mosaïque

Dans une communauté de fourmis, les populations entretiennent entre elles des relations plus ou moins privilégiées. On parle d'associations positives ou négatives. En fonction de l'aptitude des espèces de fourmis à monopoliser les ressources spatiales et trophiques, trois statuts de dominance ont été définis à savoir : les espèces dominantes, les sub-dominantes et les non-dominantes. Un niveau intermédiaire entre le statut d'espèce dominante et sub-dominante a été défini, il s'agit des espèces co-dominantes. Ce dernier est relatif aux situations inhérentes à la cohabitation entre deux espèces de fourmis dominantes sur le même territoire (Leston, 1972 ; Majer, 1972 ; 1976 b ; 1993 ; Armbrrecht *et al.*, 2001 ; Majer & Delabie, 1994). Cette cohabitation est rendue possible par plusieurs facteurs parmi lesquels le décalage dans les rythmes d'activités, l'imitation de l'odeur coloniale d'une espèce par une autre ou la séparation spatiale des sites d'activités qui peut être favorisée par l'architecture des arbres (Leston, 1972 ; Majer, 1972 ; 1976 b). L'importance d'une espèce dominante ne réside pas uniquement dans son comportement individuel mais également dans le comportement des co-dominantes et des autres espèces de fourmis associées (Taylor & Adedoyin, 1978).

Suivant les critères définis par Majer *et al.* (1994), peut être considéré comme dominante toute espèce de fourmis dont le nombre d'ouvrières qui patrouillent par arbre est supérieur à 100. De plus, cette espèce doit manifester une forte agressivité intra et inter spécifique. Elle établit des colonies populeuses et les ouvrières sont actives durant tout le nyctémère. Les fourmis dominantes ont une importante biomasse et déterminent une faible diversité spécifique dans les myrmécofaunes (Orivel & Dejean, 1999 ; Dejean *et al.*, 2000 ; Hölldobler & Wilson, 1990 ; Orivel, 2000 ; Armbrrecht *et al.*, 2001 ; Servigne, 2003). Les espèces sub-dominantes regroupent toutes celles dont le nombre d'individus simultanément en activité par arbre est inférieur à 100. Ces dernières manifestent une agressivité plus ou moins forte vis-à-vis des espèces avec lesquelles elles partagent l'espace vital. Suite à la modification des conditions environnementales les espèces sub-dominantes peuvent acquérir le statut d'espèces dominantes (Majer, 1976 b ; Armbrrecht *et al.*, 2001). Les espèces non-dominantes quant à elles ont des abondances numériques inférieures à 5 ouvrières simultanément en activité sur un arbre. Elles ne manifestent pas d'agressivité à l'égard des autres espèces et forment de petites sociétés souvent discrètes et sont tolérées par les espèces dominantes à condition que leurs niches alimentaire et spatiale ne se chevauchent pas (Orivel & Dejean, 1999 ; Hölldobler & Wilson, 1990 ; Dejean *et al.*, 2000 ; Orivel, 2000 ; Armbrrecht *et al.*, 2001 ; Servigne, 2003). Par ailleurs, le mode de nidification peut représenter un

modèle de variation de niche qui permet la cohabitation entre deux espèces données. A titre d'exemple, *O. longinoda* et *T. aculeatum* qui nidifient de façon semi-indépendante en utilisant les feuilles de la plante hôte se repoussent mutuellement en compétissant pour les mêmes structures. Il en est de même de *Crematogaster striatula* et *Tetraoponera anthracina* Santschi, 1910 qui nidifient de façon opportuniste dans les cavités préexistantes et les tiges creuses des branches des arbres (Leston, 1972 ; Room, 1975).

I.5.2.3. Mécanisme de maintien de la mosaïque

Dans un agroécosystème, la structure en mosaïque des fourmis arboricoles est maintenue par la combinaison des facteurs tels que l'hétérogénéité de l'environnement et le niveau d'agressivité intra et interspécifique. A ces principaux facteurs s'ajoutent les contraintes liées au choix du site de nidification par les fourmis dominantes, la disponibilité, l'abondance et la diversification des ressources alimentaires (Leston, 1972 ; Majer, 1972, 1976 b, 1993 ; Majer & Delabie, 1994 ; Dejean *et al.*, 2000 ; Armbrecht *et al.*, 2001). En revanche, la stabilité de la mosaïque peut être affectée par les activités anthropiques (Floren *et al.*, 2001; Schonberg *et al.*, 2004). Au rang de celles-ci figurent les traitements phytosanitaires, la destruction des nids des dominantes par les planteurs, les fortes averses qui s'abattent sous les tropiques enfin l'élagage des plantations afin de favoriser la régénération des arbres (Observations personnelles). En dehors des facteurs sus évoqués, la présence des espèces invasives dans un écosystème réduit la disponibilité des niches pour les espèces natives en raison de la formation des super colonies et peut destabiliser les paysages de forêts (Cammell *et al.*, 1996; Dejean *et al.*, 2010).

I.5.2.4. Mosaïque des fourmis arboricoles : système dynamique

Dans une communauté de fourmis structurée autour d'une mosaïque, les limites territoriales des différentes colonies ne sont pas statiques ; elles sont en permanence réaménagées, suite à la migration, la destruction ou la réduction de la taille des colonies par des facteurs divers d'une part, la recolonisation et l'extension des colonies d'autre part. Il en résulte une réorganisation permanente dans le modèle d'occupation de l'espace par les colonies adjacentes qui ne sont pas nécessairement de la même espèce (Leston, 1972 ; Majer, 1976 a ; Taylor & Adedoyin, 1978). Ces affirmations supposent que la stabilité et le maintien de la mosaïque reposent sur l'effet synergique de la compétition inter et intra spécifique, la dynamique intrinsèque des colonies en présence, les conditions environnementales, les perturbations anthropiques et de la disponibilité des sites de nidification (Majer, 1976 a).

L'influence des paramètres de l'habitat a également été mise en évidence, avec entre autre celle de l'ombrage et du degré de chevauchement des branches des arbres et la composition spécifique de l'écosystème (Leston, 1973 ; Taylor & Adedoyin, 1978 ; Schultz & Wagner 2000). Ainsi, lorsque la canopée est peu clairsemée ou absente les espèces de fourmis dominantes susceptibles de s'y retrouver sont *O. longinoda*, *Ca. acvapimensis* et *Cr. gabonensis* mais lorsque la canopée est dense le territoire est susceptible d'être sous le contrôle des espèces *T. aculeatum*, *Cr. clariventris*, *Cr. africana* et *Cr. depressa* (Leston, 1973). Dès lors qu'il y a chevauchement de la niche écologique entre les colonies dans le domaine de la nidification, les éléments de compétition deviennent complexes et sont influencés par plusieurs facteurs qui incluent la taille de la colonie, le rythme d'activité et la compétitivité des différentes espèces dans l'exploitation des ressources du milieu (Taylor & Adedoyin, 1978 ; Davidson 1998).

I.6. Alimentation des fourmis

I.6.1. Traits généraux

L'activité des fourmis est fortement influencée par la recherche des ressources alimentaires (Rousson, 2002). Sur le plan trophique, les fourmis sont soit généralistes soit spécialistes (Hölldobler & Wilson, 1990). Les espèces généralistes se nourrissent des aliments solides et liquides variés d'origines animales et / ou végétales ; les espèces spécialistes quant à elles sont herbivores (genres *Atta* et *Acromyrmex*), granivores (Formicinae, Myrmicine et Ponerinae) et des prédateurs spécialistes tels que celles de la sous-famille des Dacetinae (Levieux, 1976 b ; Orivel, 2000 ; Dejean *et al.*, 2007). Pour l'alimentation des fourmis, les substances sucrées proviennent de l'exploitation des nectaires floraux, extra floraux, des corps de Müller (Blüthgen & Fiedler, 2002 ; Rousson, 2002) et du miellat issu des relations trophobiotiques qu'elles entretiennent avec les hémiptères (Das, 1959 ; Delabie, 2001 ; Blüthgen & Fiedler, 2002 ; Davidson *et al.*, 2003). Les aliments sucrés constituent la principale source d'énergie, indispensable pour fonder et entretenir les colonies populeuses d'une part, et pour construire des nids élaborés en carton ou en soie d'autre part (Servigne, 2003). Une partie de cette énergie est investie dans la conquête et la protection du territoire ainsi que dans le déploiement des stratégies prédatrices dont le coût énergétique est important. En dépit de leurs valeurs hautement énergétiques, les aliments sucrés sont pauvres en protéines. Pour pallier ces déficits, la prédation chez les espèces de fourmis arboricoles est un excellent moyen d'approvisionnement en azote (Orivel, 2000 ; Rousson, 2002). La prédation et l'exploitation des substances sucrées sont deux approches

alimentaires non superposables, mais complémentaires et indispensables au succès écologique des colonies.

I.6.2. Prédation chez les fourmis

La prédation est un comportement inné chez les fourmis. Cependant, tuer pour manger n'est pas la règle. En effet, pour la fourmi *Cladormyma maschwitzi*, la présence des phytophages sur la plante hôte *Crypteronia griffithii* est interprétée par ces dernières comme une violation du territoire et l'intrus est tué sur le coup (Moog *et al.*, 1998). Cette réaction légitime de protection du territoire est souvent confondue à un comportement de prédation, mais il se solde toujours par le rejet de la proie (Moog *et al.*, 1998). Certaines espèces de fourmis arboricoles ont conservé un mode d'alimentation comparable à celui des espèces de fourmis terricoles ; de ce fait elles ont la même stratégie prédatrice (Orivel, 2000). L'acquisition d'un venin puissant est l'un des caractères adaptatifs remarquables de la vie en milieu arboricole. En effet, la possession d'un venin puissant induisant une paralysie forte et rapide permet aux espèces de fourmis arboricoles d'immobiliser les proies qui si elles échappaient seraient définitivement perdues (Orivel, 2000). La présence des peptides antibactériens dans le venin de certaines espèces de fourmis débarrasse les proies des micro-organismes qu'elles pourraient héberger, ce qui permet d'exercer un contrôle des pathogènes internes (Orivel, 2000 ; Orivel *et al.*, 2001). Le comportement de réserve "reserve behaviour" est la capacité pour une chasseresse de retrouver une proie qui lui a échappé. Ce comportement est considéré comme un caractère archaïque hérité des ancêtres terricoles n'est efficace qu'avec l'acquisition d'un venin puissant dont les effets paralysants et létaux diffèrent de ceux des fourmis terricoles (Orivel, 2000).

La prédation est un comportement organisé dont la succession des séquences caractéristiques est ordonnée et prévisible dans le temps (Rousson, 2002). Les fourmis chassent soit de façon solitaire soit en groupe. Chez de nombreuses espèces, les séquences caractéristiques types sont la détection, l'attaque et la saisie enfin le transport ou le rejet dans la phase solitaire du comportement. La chasse collective est marquée par l'adjonction d'une phase de recrutement des congénères par attraction, par le jeu d'émission des phéromones ou à longue distance par le dépôt d'une piste chimique jusqu'au nid ou la calie / domatie (Lachaud & Dejean, 1994 ; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 a, b ; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c ; Kenne *et al.*, 2001 ; Rousson, 2002). Chez *Dolichoderus bidens* Linnaeus 1758 et certaines espèces du genre *Camponotus* on note un recrutement sonore par tapotement de l'abdomen

sur le substrat (Servigne, 2003). L'éjection du venin et le découpage des proies sont des traits comportementaux dont l'expression est variable selon les espèces.

Au fil de l'évolution, certaines espèces de fourmis arboricoles ont développé des caractères adaptatifs dans l'organisation de la stratégie de prédation. Ces adaptations peuvent être liées au rythme d'activité de l'espèce ou aux stratégies d'optimisation des rendements. Ainsi, chez *T. aculeatum* (Myrmicinae), en raison de son activité crépusculaire (Majer, 1982), les ouvrières détectent principalement les proies par contact (Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c). La fourmi *Azteca schrimperi* Emery, 1893 (Dolichoderinae) pratique une chasse à l'affût en rapport avec son rythme d'activité nocturne, ce mode de chasse permet à cette dernière d'affiner et d'optimiser sa stratégie de capture des proies de grandes tailles (Rousson, 2002). La capture et la consommation des proies fraîchement tuées ne sont pas la source exclusive d'approvisionnement en protéines. Les espèces moins aptes à la chasse ont adopté la nécrophagie comme source principale d'approvisionnement en protéines ; c'est le cas mis en évidence chez l'espèce *Camponotus maculatus* Fabricius, 1782 (Dejean, 1988). Paradoxalement, certaines espèces bien que nanties des capacités de capture impressionnantes consomment aussi bien les proies issues du fruit de leur effort que celles issues de la providence ; on peut citer le cas de *Pachycondyla goeldii* Forel, 1912 (Orivel, 2000). Le caractère généraliste des espèces de fourmis arboricoles prédatrices s'explique par la rareté des proies qui constituent une ressource durable (Davidson *et al.*, 2003). La rapidité qui est l'un des atouts hérités de l'adaptation au milieu arboricole permet de surprendre un grand nombre de proies, elle contribue ainsi à optimiser le succès de capture (Orivel, 2000).

I.7. Nidification

La monodomie se réfère aux espèces de fourmis dont les ouvrières d'une même colonie occupent un seul et même nid alors qu'en situation de polydomie, les ouvrières appartenant à la même colonie vont occuper des sites de nidification différents (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Delabie *et al.*, 1991). La structure monodominique ou polydominique d'une colonie peut être une réponse à l'accessibilité et à la stabilité des ressources exploitées par ses membres (Denis, 2006). Les colonies polydominiques sont caractérisées par un ensemble de traits qui s'expriment à l'échelle de la colonie et non à l'échelle du nid. Il s'agit : (1) d'une distribution spatiale des nids en agrégats, (2) d'une forte cohésion entre les colonies, c'est-à-dire avec une faible agressivité entre les ouvrières issues des nids différents, (3) d'un rapprochement des signaux tel que le partage du profil cuticulaire entre les ouvrières de différents nids de la même colonie et (4) d'une forte parenté entre les membres des nids

différents fonctionnant comme des colonies uniques (Debout *et al.*, 2003 ; Debout *et al.*, 2007). La polydomie est une stratégie d'anticipation pour un approvisionnement optimal en ressources alimentaires et spatiales dispersées ou à la défense d'un vaste territoire (Hölldobler & Lumsden, 1980 ; Delabie *et al.*, 1991 ; Debout *et al.*, 2003). Par ailleurs, elle diminue les coûts énergétiques et les risques d'extinction des sociétés dans les milieux instables et peu prévisibles (Delabie *et al.*, 1991). Dans certains cas, la polydomie constitue une excellente alternative en réponse à la forte mortalité des plantes hôtes dans certaines populations (Debout *et al.*, 2003). Bien que la polygynie soit un facteur qui favorise la polydomie, on note toutefois que certaines espèces polydomiques sont fortement monogéniques. C'est le cas des colonies de *Ca. mckeyi* (Debout *et al.*, 2003) et de *Pa. goeldii* (Denis, 2006). L'acquisition d'un site de nidification constitue en général le facteur limitant pour les fourmis (Leston, 1972 ; Majer, 1976 a). Pour résoudre le problème, les fourmis arboricoles au cours de leur évolution se sont progressivement affranchies de la plante hôte. De ce fait, certaines espèces exploitent les cavités préexistantes ; on parle de nidification opportuniste, d'autres par contre dépendent partiellement des organes de la plante hôte on parle de nidification semi-indépendante, enfin, certaines espèces se sont totalement affranchies de la plante hôte en élaborant des nids en carton on parle de nidification indépendante (Djieto-Lordon, 2004).

Le mode de nidification et le choix d'un site de nidification seraient régis par (1) une attraction innée liée à l'attraction sélective qu'exercent différentes espèces de plantes sur les espèces de fourmis ; celle-ci résulte de l'effet conjugué des stades pré-imaginaux et d'un processus d'apprentissage précoce sur la plante hôte ; (2) une attraction spontanée capable de renverser l'empreinte de la sélection liée à la préférence pour les feuilles des plantes utilisées pour nidifier (Djieto-Lordon & Dejean 1999 a, b). L'attraction pour une plante hôte donnée limite la compétition interspécifique entre les espèces dominantes (Djieto-Lordon & Dejean, 1999 a, b). L'âge du biotope est un paramètre déterminant qui influencerait le comportement de nidification des fourmis. En effet, dans les forêts guyanaises, les jardins de fourmis et les myrmécophytes prédominent dans les formations jeunes, alors que les formations d'âges moyens se caractérisent par un nombre important de nids en soie et en carton. Les formations âgées sont caractérisées par une forte tendance à la nidification opportuniste (Orivel & Dejean, 2001).

I.7.1. Nidification opportuniste

Dans les écosystèmes, les espèces de fourmis opportunistes colonisent les structures préexistantes de la plante hôte sans aucune spécificité. Il s'agit des cavités creuses, des

troncs, des tiges, des souches des arbres morts, des cabosses mortes, des écorces d'arbres et des sols suspendus. Ce mode de nidification se rencontre en majorité chez les espèces sub-dominantes et non-dominantes. On y retrouve les Ponerinae (*Plathytyrea modesta* Emery, 1899, *Plathytyrea conradti* Emery, 1899, *Odontomachus troglodytes* Andre, 1887, *Anochetus* sp., *Pachycondyla* sp.), les Dolichoderinae (*Tapinoma* sp., *Technomyrmex* sp.), les Myrmicinae (*A. mocquerisy*, *Cataulacus* sp., *Crematogaster* sp.) et les Formicinae (*Polyrachis decemdentata* André, 1889) etc. (Levieux, 1965 ; Leston, 1972 ; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 a). A l'exception de *Pa. goeldii*, toutes les espèces de fourmis appartenant à la sous-famille des Ponerinae nidifient de façon opportuniste. C'est la seule espèce de cette sous famille connue capable de manipuler les fibres végétales pour la construction d'un nid tout comme le font les espèces de fourmis considérées comme très évoluées (Orivel *et al.*, 1998 ; Orivel, 2000). Bien que nidifiant de manière opportuniste, certaines espèces de fourmis à l'instar de *Crematogaster ashmeadi* Mayr, 1886 sont capables de réaménager les cavités préexistantes en fonction de leurs besoins avant l'installation des colonies, d'où le concept d'ingénierie biologique (Tschinkel, 2002).

I.7.2. Nidification semi-indépendante

Certaines espèces de fourmis ont franchi un cap dans leur évolution en s'affranchissant partiellement de leur dépendance des structures de la plante hôte. Les feuilles sont de ce fait les principaux organes de la plante hôte généralement mis à contribution. La fourmi tisserande *O. longinoda* élabore son nid à partir des feuilles de la plante qu'elle accole les unes aux autres grâce à la soie sécrétée par les larves (Levieux, 1965 ; Leston, 1972 ; Majer, 1976 b ; Majer, 1982 ; Hölldobler & Wilson, 1990 ; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c ; Anikwe *et al.*, 2007). L'espèce *T. aculeatum* construit des nids en carton en accolant des débris de végétaux qu'elle transporte du sol jusqu'aux arbres sur la face inférieure de la feuille ou en l'encastant en sandwich entre deux feuilles (Leston, 1972 ; Taylor & Adedoyin, 1978 ; Majer, 1982 ; Djiéto-Lordon, 1999 a).

I.7.3. Nidification indépendante

Si certaines espèces de fourmis se sont partiellement affranchies des organes de la plante hôte, d'autres en revanche ont franchi une étape supérieure dans les relations plante-fourmis. Par leur mode de nidification, ces espèces sont totalement indépendantes des structures préexistantes (Orivel, 2000). Elles sont capables d'élaborer des nids en carton qui résultent d'une agglomération des débris végétaux divers que les ouvrières collectent aussi bien au niveau du sol que des arbres. Ces débris sont par la suite mélangés à la salive pour

en faire un carton. Ce mode de nidification s'observe en général chez les espèces *Crematogaster* spp. (Levieux, 1965 ; Djuikwo-Nouboue, 1990 ; Dejean *et al.*, 1997 a ; Dejean, 2000 ; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c ; Anikwe *et al.*, 2007). La nécessité de construire un nid en carton par les fourmis n'est pas toujours liée à des fins de nidification mais parfois par la nécessité de fournir un abri aux trophobiontes avec lesquelles elles sont associées ; on parlera dans ces cas de nids satellites (Longino, 1986 ; Delabie *et al.*, 1991).

I.8. Jardins de fourmis "Ant garden"

Dans la nature, les épiphytes constituent un micro habitat de prédilection pour une faune d'arthropodes variée et diversifiée ; les fourmis y sont le taxon le plus abondant. Elles couvrent près des trois quarts de l'arthropodofaune inventoriée dans les épiphytes au Panama soit 70 % (Stuntz *et al.*, 2002). Les jardins de fourmis connus sous le label "ant garden" ne se rencontrent qu'en Amérique tropicale et peuvent être définis comme les agrégats d'épiphytes assemblés par les fourmis (Orivel, 2000). On note au sein des jardins des fourmis, l'existence des parabioses qui sont des types d'associations particulières et fréquentes dans lesquelles deux espèces de fourmis peuvent coexister dans le même nid. Bien que le couvain soit élevé séparément, les chambres sont interconnectées et la majorité du nid est accessible aux deux espèces ; on note aussi l'absence totale d'agressivité entre ces dernières (Orivel *et al.*, 1997 ; Orivel, 2000). Dans la nature, la construction et l'élaboration d'un jardin de fourmis est souvent le résultat de la coopération entre deux espèces de fourmis génétiquement très distantes qui ensemble construisent un nid en carton et y font germer les épiphytes (Davidson *et al.*, 1990). L'initiation d'un jardin de fourmis requiert trois éléments indispensables que sont : (1) la capacité des fourmis à construire un nid en carton à partir des fibres végétales et d'humus ; (2) l'intégration des graines d'épiphytes avec lesquelles elles sont associées en milieu naturel et (3) la germination des graines et le développement des plantules. Autrement dit, le carton doit permettre la croissance des plantes (Longino, 1986 ; Orivel *et al.*, 1997 ; Orivel *et al.*, 1998 ; Orivel & Dejean, 1999 ; Dejean *et al.*, 2007). Dans ces jardins de fourmis, les fourmis sont les principales pourvoyeuses des épiphytes en aliments. La composition en épiphytes d'un jardin de fourmis dépend des espèces de fourmis qu'elle abrite. Cependant, l'attraction et le transport de ces graines n'ont pas toujours une valeur alimentaire. On pense que cette attraction ou cette préférence est influencée par les composés volatils présents à la surface des graines. Ces composés constituent un signal d'alarme et un motif d'excitation pour les ouvrières. La réponse des fourmis dépendra de la concentration de ces substances à la surface des graines et de l'identité de la caste des ouvrières (Orivel & Dejean, 1999).



Chapitre II
Cadre Géographique, Matériel et Méthodes

II.1. Cadre géographique

II.1.1. Situation géographique

Ouvert sur l’Océan Atlantique sur une longueur de 320 kilomètres au fond du Golfe de Guinée, le Cameroun se présente sensiblement sous la forme d’un triangle dont la base est à peu près parallèle à l’équateur. Le pays s’étend d’Ouest en Est sur 700 kilomètres. La grande hauteur qui conduit jusqu’aux rives du lac Tchad s’étend sur plus 1275 kilomètres. Le Cameroun est très étendu sur le plan latitudinal (du parallèle 1°38’ N. au confluent de la Sangha et de la Ngoko jusqu’au parallèle 13°05’ N. sur les rives du lac Tchad) mais moins en longitude du méridien 8°33’ E près de l’estuaire de la Cross River, jusqu’au méridien 16°11’ E. (au confluent de la Sangha et de la Ngoko). Le Cameroun couvre une superficie de 475442 km². Son relief s’étage de 0 le long de la côte atlantique à 4100 m au sommet du mont Cameroun (Darge, 1983 ; Olivry, 1986 ; Suchel, 1988 ; Sighomnou, 2004). Dans ce vaste ensemble géographique, notre étude a été réalisée dans la Région du Centre avec des collectes ponctuelles d’échantillons dans la Région du Sud. Dans la Région du Centre, la collecte des données s’est effectuée entre le 2°35’ N. et 4°15’N et 11°48’ et 11°15’E. L’altitude varie entre 450 et 750 m. Ce gradient référentiel couvre les zones de Bokito, Obala, Yaoundé (Minkoa Meyos) et Ngomedzap. Dans la Région du Sud, la collecte s’est déroulée à Djazeng (3°59’,11°28’) (Figure 1).

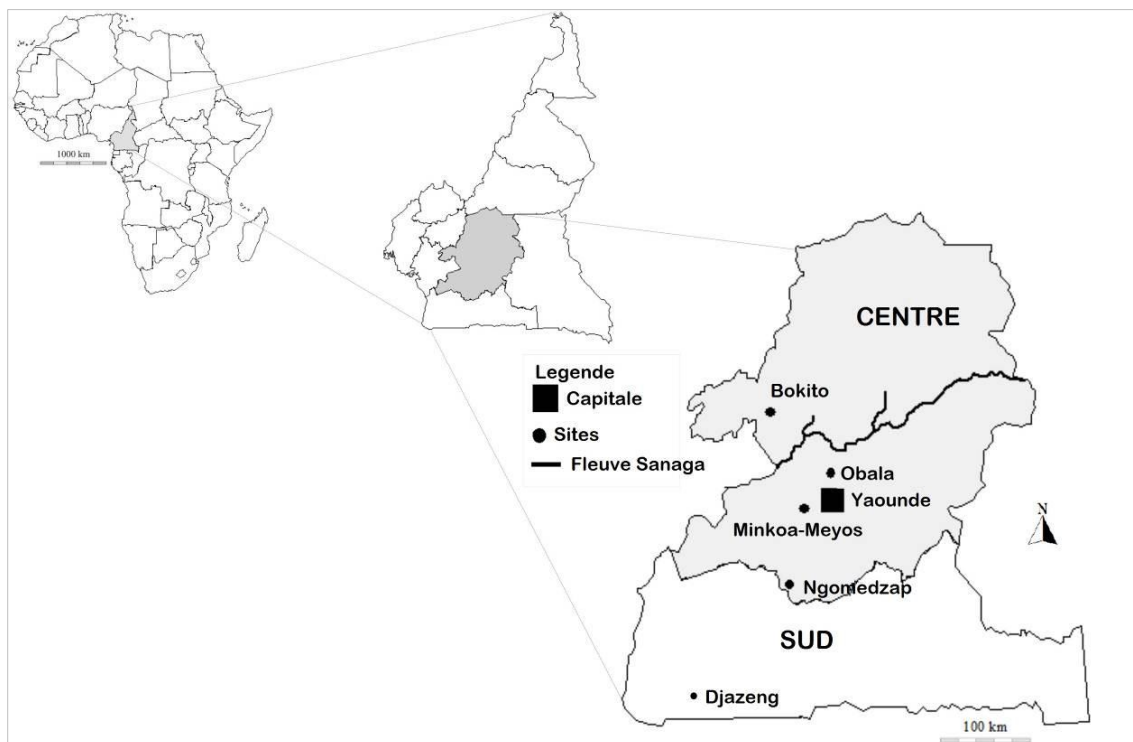


Figure 1: localisation géographique des sites d’études et des points de collectes des échantillons

II.1.2. Présentation du milieu physique

II.1.2.1. Climatologie

Le Cameroun possède le rare privilège de rassembler une succession de climats zonaux allant du type équatorial au type sahélien en passant par toute la série des types subéquatoriaux et soudaniens. Il est soumis à deux régimes climatiques : le climat tropical à deux saisons et le climat équatorial à quatre saisons. Le climat tropical dans la partie nord comporte deux domaines à savoir le domaine soudanien qui bénéficie d'une longue saison pluvieuse (6-7 mois) et le domaine sahélien où les précipitations tombent pendant moins de 5 mois. Au sud de la latitude 6°, le climat est du type équatorial et comporte deux domaines : le domaine guinéen classique et le domaine camerounien. Dans ce second domaine, la présence du mont Cameroun et des massifs montagneux voisins provoque une altération du climat guinéen classique ; il en résulte une longue saison des pluies de 9 mois (fin mars-fin novembre) et une courte saison sèche de 3 mois (décembre-février). Le climat dans le domaine guinéen classique comprend quatre saisons :

- une grande saison sèche de mi-novembre à fin février,
- une petite saison des pluies de mars à juin,
- une petite saison sèche de juillet à août,
- une grande saison des pluies de septembre à mi-novembre.

L'étirement du pays sur 11° de latitude entraîne des différences de températures sensibles entre le Nord et le Sud. Dans l'ensemble du pays, les températures et les amplitudes thermiques s'accroissent lorsqu'on passe du Sud vers le Nord. Dans le Sud, les températures sont relativement constantes. A basse altitude, la moyenne est de 25° C. L'amplitude thermique annuelle est faible (3°C environ) et l'amplitude thermique diurne réduite (5-10°C). Dans le Nord, les écarts thermiques sont plus marqués. A haute altitude la moyenne annuelle est élevée (28°C) et l'amplitude thermique annuelle varie de 10 à 15°C selon la latitude. L'amplitude diurne est forte (20°C environ) (Westphal *et al.*, 1981 ; Suchel, 1988 ; Bisseleua & Vidal, 2007). La figure 2 montre que tout au long de la collecte des données (2007-2010), la ville de Yaoundé était fortement arrosée (de mars à novembre) et les températures étaient presque constantes (25°C environ).

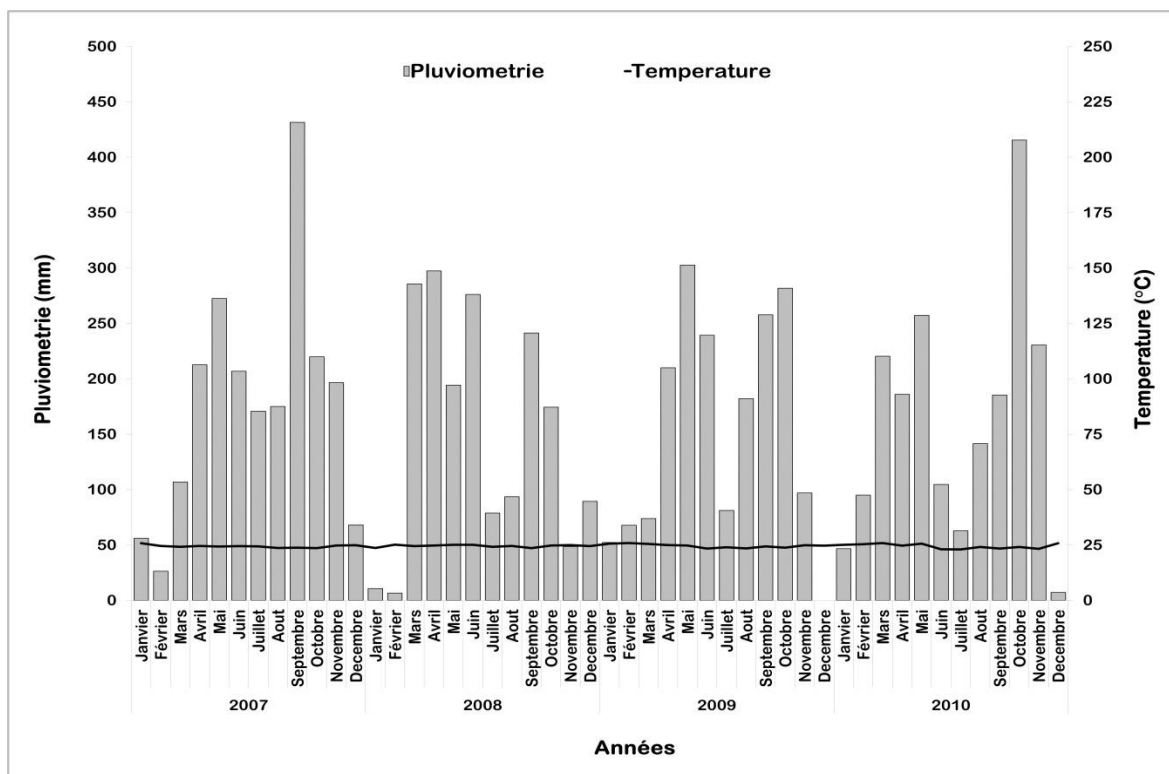


Figure 2: variation des paramètres climatiques pluviométrie et température dans la ville de Yaoundé entre 2007 et 2010, source : station météorologique de Yaoundé.

II.1.2.2. Végétation

La végétation du Cameroun est répartie selon une zonalité nord-sud en relation étroite avec le climat et le régime des précipitations (Sighomnou, 2004). D'un point de vue phytogéographique, les Régions du Centre et du Sud sont imbriquées dans les domaines de la forêt dense humide semi-caducifoliée en équilibre instable avec la savane périforestière et de la forêt dense humide toujours verte (Letouzey, 1985 ; Sighomnou, 2004). Dans la Région du Centre, on rencontre successivement : (1) au sud, une zone de forêt dense toujours verte avec présence des poches de forêts semi-caducifoliées à Ngomedzap ; (2) plus au centre, une zone de transition caractérisée par une mosaïque de poches de forêts denses toujours vertes ou semi-caducifoliées et de savane (Obala et Yaoundé) et (3) à l'extrême nord-ouest une zone de savane-périforestière dans laquelle la forêt résulte en grande partie de l'action de l'Homme par domestication des essences forestières (Bokito) (Letouzey, 1985). En plus des traits physiques liés à son appartenance à la zone de transition, le verger d'arbres fruitiers de Minkoa-Meyos (Yaoundé) est caractérisé par une mosaïque d'arbres fruitiers. Les essences plantées sont : les manguiers (*Mangifera indica* Linnée) ; safoutiers (*Dacryodes edulis* [G.Don] H.J.Lam) ; Palmiers à huile (*Elais guineensis*, Jacq.) ; les goyaviers (*Psidium guajava* Linnée) et les agrumes divers au rang desquels on peut citer, l'oranger (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), le citronnier (*Citrus limon* (L.) Burm), le pamplemoussier (*Citrus*

medica (L.) Osbeck), le papayer (*Carica papaya*, Linnée) etc. Les arbres sont disposés suivant un arrangement spatial de type régulier. On observe par endroits une interruption dans la continuité spatiale des parcelles due à la présence des champs de cultures vivrières (*Zea mays* Linnée, *Manihot esculentum* Crantz, *Xanthosoma* sp., *Colocasia esculenta* (L.) Schott, *Musa paradisiaca* Linnée, *Musa sapientum* Linnée, *Ipomea batatas* (L.) Lam., etc.) et des jachères.

II.1.2.3. Relief et sol

Les Régions du Centre et du Sud appartiennent au domaine des plateaux de moyennes altitudes. Elles couvrent le plateau sud-camerounais et les basses terres atlantiques. L'altitude varie entre 600 et 900 mètres. Ce domaine est parsemé d'assez nombreux inselbergs, buttes escarpées de roches dures résiduelles, atteignant parfois 1200 à 1500 mètres (Darge, 1983 ; Sighomnou, 2004).

La disposition en bandes grossièrement parallèles et orientées d'Est en Ouest des zones climatiques et phytogéographiques est accompagnée des variations concomitantes dans la catégorie des sols. En effet, on observe très schématiquement du sud au nord les zones pédologiques suivantes : le domaine ferrallitique, le domaine ferrugineux, et le bassin du lac Tchad (Muller, 1978 ; Westphal *et al.*, 1981). Dans la zone forestière, 80 % des sols sont de type oxisols/ultisols, leur pH varie entre 4,29 et 5,43 pour les sols jaunes et de 5 à 6 pour les sols rouges. Ce sont des sols pauvres en humus mais avec une forte teneur en argile (40 à 60 %) et une très faible teneur en bases échangeables. Ils sont donc assez pauvres et les réserves nutritives sont limitées (Champaud, 1966 ; Bisseleua & Vidal, 2007).

II.1.3. Pratique de la cacaoculture

En raison du vieillissement des vergers, on observe une intense activité de régénération qui consiste à élaguer et /ou à abattre systématiquement les plus vieux arbres (devenus improductifs) et de les remplacer par les variétés améliorées dans l'optique de renforcer le potentiel productif des vergers. A Bokito, dans les vergers en cours de création, seules les variétés améliorées sont introduites. Ces vergers se présentent sous la forme d'un système de polyculture qui associe un complexe d'arbres fruitiers (manguiers, safoutiers, orangers etc.), de palmier à huile, de bananier plantain et d'ananas. On passe ainsi, des systèmes traditionnels dits de type champêtre ou complexe (consistant à domestiquer une portion de la forêt en exploitant les essences forestières comme arbres d'ombrages) tel pratiqué à Ngomedzap et Obala à des systèmes simplifiés dans lesquels l'ombrage résulte de

l'action de l'Homme par introduction des arbres fruitiers d'importance économique. Ce modèle est en cours d'expansion dans les vastes étendues de savane de Bokito. Face à la pression des ravageurs et des maladies fongiques, les planteurs ont recours à l'utilisation parfois anarchique des produits phytosanitaires (pesticides et fongicides) pour préserver leur production. Le tableau I résume les principales activités d'entretien et leurs fréquences dans les parcelles par les paysans dans les zones prospectées.

Tableau I: caractéristiques et principales activités humaines relatives à l'entretien des vergers cacaoyers de la Région du Centre

Paramètres	Sites		
	Bokito	Obala	Ngomedzap
Latitude	04°34'N	04°10'N	03°16'N
Longitude	11°07'E	11°31'E	11°12'E
Altitude (m)	450-500	550-650	700-750
Pluviométrie (mm/an)	1300-1500	1400-1500	1700-1800
Caractéristiques principales des parcelles ² (les valeurs moyennes sont mises entre les parenthèses)			
Age (années)	30-60	30-60	> 60
Cacaoyers/ha	1000-1700 (1237,5)	1000-2000 (1458,3)	900-2600 (1325,0)
Fruitiers/ha	0-260 (90,8)	0-320 (119,2)	0-350 (82,9)
Forestiers/ha	0-280 (118,3)	40-270 (147,2)	180-650 (379,6)
Désherbage/an	0-2 (1,0)	0-2 (0,9)	0-1 (0,5)
Elagage/an	1-4 (1,8)	1-3 (1,5)	0-3 (1,3)
Insecticide/an	0-4 (1,6)	0-6 (3,0)	0-5 (0,5)
Fongicide/an	0-6 (3,2)	1-8 (5,5)	4-7 (5,5)

D'après ¹ Santoir & Bopda (1995) et ² Babin (2009)

II.2. Méthodes de collecte des données

➤ Diversité et structure des communautés

Notre étude a été conduite dans 15 plantations cacaoyères échantillonnées 21 fois entre 2006 et 2007. Au cours de la première année (2006) 11 plantations ont été échantillonnées et 4 nouvelles plantations durant l'année 2007 (Tableau II). Six des 11 plantations ont été ré-échantillonnées au cours de la seconde année d'étude (tableau II). Les plantations choisies dans un même site sont distantes de 500 m minimum. Un patch de 100 arbres a été échantillonné dans chaque cacaoyère. Les fourmis ont été collectées par la méthode de lessivage ou "chemical knock-down" (Leston, 1972 ; 1973 ; Majer *et al.*, 1994 ; Armbrrecht *et al.*, 2001). Cette méthode consiste à marquer les arbres à l'aide des pancartes en contre-plaqué (15 X 15 cm) portant des numéros. Chaque pied de cacaoyer a été recouvert avec une bâche rectangulaire en plastique (3x3 m). Tôt le matin, les arbres sont pulvérisés à l'aide d'un atomiseur contenant une solution de Thiodan 35 EC (350g/l) à raison de 30 ml pour 12 litres d'eau. C'est un insecticide non systémique de la famille des organohalogénés. La substance chimique active est l'endosulfan. Il agit par contact et par ingestion sur un grand nombre d'insectes. Sa persistance est de 3 à 7 jours sur le feuillage.

Sept heures après le traitement, tous les arthropodes tombés sur les bâches sont collectés, rapportés au laboratoire puis triés. Les fourmis (Hymenoptera, Formicidae) sont séparées des autres arthropodes (Hémiptères, Coléoptères, Diptères, Hyménoptères, Lépidoptères, etc.) puis conservées dans les piluliers contenant de l'alcool à 70 %. Les fourmis collectées ont été identifiées à l'aide des clés dichotomiques de Hölldobler & Wilson (1990) et Bolton (1994 ; 1995) au niveau du genre et de celle de Taylor (2002) au niveau de l'espèce. Une collection de référence a été constituée à cet effet et conservée au Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I.

Tableau II: coordonnées géographiques des plantations prospectées et autres sites de collectes

Sites	Villages	Coordonnées géographiques			
		Code parcelles	Latitude (Nord)	Longitude (Est)	Altitude (m)
Bokito	Bakoa	BO.PI	04°29'24''	11°04'42''	450
		BO.PII	04°30'08''	11°05'11''	450
	Kédia	BO.PIII	04°34'29''	11°10'45''	450
		BO.PIV	04°34'09''	11°10'02''	500
Obala	Ekabita Essele	OB.PI	04°06'19''	11°28'40''	600
		OB.PII	04°06'14''	11°28'52''	650
	Nkol obang	OB.PIII	04°08'58''	11°23'02''	550
		OB.PIV	04°09'14''	11°23'01''	600
		OB.PV	04°05'56''	11°26'40''	600
Ngomedzap	Abob Mveg	NG.PI	03°16'09''	11°13'18''	750
		NG.PII	03°16'10''	11°13'21''	700

NB : en gras les parcelles reconduites sur les deux années d'études

II.3. Méthodes d'analyse des données

II.3.1. Méthodes d'analyse de la diversité

➤ Evaluation de l'effort d'échantillonnage

Cette analyse préliminaire consiste à évaluer la richesse spécifique théorique de chaque communauté et de la comparer à la richesse spécifique observée pour évaluer l'effort d'échantillonnage (Magurran, 2004 ; Magurran & McGill, 2011). Dans la littérature, il n'existe pas une méthode d'estimation idéale de la richesse spécifique. Pour affiner les analyses, 08 estimateurs non paramétriques de la richesse spécifique ont été adoptés ; une moyenne a été établie à partir des valeurs de chacun des indices puis comparée à la richesse spécifique observée. Les estimateurs couramment utilisés et pris en compte dans ce travail sont : ACE (Abundance-based Coverage) Jack1 et Jack2 (first and second order Jackknife), Chao2, ICE (Incidence based Cover Estimator), MMM (Michaelis Menten Mean) et le Bootstrap estimator (Magurran, 2004 ; Magurran & McGill, 2011). En prélude aux analyses à l'aide du logiciel Estimate (Version, 8.2.0) (Colwell, 2006), les matrices ont été randomisées 50 fois.

▪ **Jackknife1&2**

$$S_{\text{Jack1}} = S_{\text{obs}} + Q_1 \left(\frac{m-1}{m} \right) ; S_{\text{Jack2}} = S_{\text{obs}} + \left[\frac{Q_1(2m-3)}{m} - \frac{Q_2(m-2)2}{m(m-1)} \right]$$

Où $S_{\text{Jack1&2}}$: richesse spécifique théorique ;
 S_{obs} : richesse spécifique observée ;
 Q_1 : nombre d'espèces uniques dans un échantillon ;
 m : nombre d'échantillonnages réalisés dans le site.

▪ **Chao1&2**

$$S_{\text{Chao1}} = S_{\text{obs}} + \frac{F_1^2}{2F_2} ; S_{\text{Chao2}} = S_{\text{obs}} + \frac{Q_1^2}{2Q_2}$$

Où S_{Chao1} et S_{Chao2} : Richesse spécifique théorique ;
 S_{obs} : Richesse spécifique observée ;
 F_1 : Nombre d'espèces représentées par un seul individu ;
 F_2 : Nombre d'espèces représentées par deux individus ;
 Q_1 : Nombre d'espèces uniques dans un échantillon ;
 Q_2 : Nombre d'espèces communes aux différents lots échantillonnés.

▪ **Abundance-based Coverage (ACE)**

$$S_{\text{ACE}} = S_{\text{abund}} + \frac{S_{\text{rare}}}{C_{\text{ACE}}} + \frac{F_1}{C_{\text{ACE}}} + \gamma_{\text{ACE}}^2 ; \gamma_{\text{ACE}}^2 = \max \left\{ \frac{S_{\text{rare}}}{C_{\text{ACE}}} \frac{\sum_{i=1}^{10} i(i-1)F_i}{(N_{\text{rare}})(N_{\text{rare}}-1)} - 1, 0 \right\}$$

S_{ACE} : richesse spécifique estimée ;
 S_{abund} : nombre d'espèces abondantes (> 10 individus) ;
 S_{rare} : nombre d'espèces rares (< 10 individus) ;
 F_1 : nombre de singletons (abondance= 1) ;
 F_i : nombre d'espèces avec i individus ;
 C_{ACE} : proportion total des individus parmi les espèces rares qui ne sont pas des singletons.

▪ **Incidence based Cover Estimator (ICE)**

$$S_{\text{ICE}} = S_{\text{freq}} + \frac{S_{\text{infr}}}{C_{\text{ICE}}} + \frac{Q_1}{C_{\text{ICE}}} + \gamma_{\text{ICE}}^2 ; \gamma_{\text{ICE}}^2 = \max \left\{ \frac{S_{\text{infr}}}{C_{\text{ICE}}} \frac{m_{\text{infr}}}{(m_{\text{infr}}-1)} \frac{\sum_{i=1}^{10} i(i-1)F_i}{(N_{\text{infr}})2} - 1, 0 \right\}$$

S_{infr} : nombre d'espèces infréquentes (espèces présentes dans plus de 10 échantillons) ;
 S_{freq} : nombre d'espèces fréquentes (espèces présentes dans moins de 10 ou plus de 10 échantillons) ;
 m_{infr} : nombre d'échantillonnages qui possèdent ou moins une espèce infréquent ;
 N_{infr} : nombre total d'occurrences des espèces infréquentes ;
 Q_1 : nombre d'espèces uniques ;
 Q_i : nombre d'espèces retrouvées dans l'échantillon i ;
 C_{ICE} : proportion des indices des espèces infréquentes qui ne sont pas uniques ($1-Q_1/N_{\text{infr}}$).

▪ **Michaelis Menten Mean (MMM)**

$$S = P(N / (N + a))$$

S : richesse spécifique dans le sous ensemble échantillonné ;
 P : nombre d'espèces estimé ;
 N : nombre d'individus dans le sous-ensemble échantillonné ;
 a : constante de demi-saturation.

- **Boostrap**

$$S_{boot} = S_{obs} + \sum_{k=1}^{S_{obs}} (1-P_k)^m$$

S_{boot} : richesse spécifique théorique ;

S_{obs} : richesse spécifique observée ;

P : proportion de l'espèce k dans l'échantillon ;

m : nombre d'échantillonnages réalisés dans le site.

- **Caractérisation des communautés**

La caractérisation des communautés de fourmis a été faite sur la base de plusieurs paramètres : (1) la richesse spécifique (S), (2) l'indice de diversité de Shannon, (3) l'indice d'équitabilité (E) et (4) l'indice de dissimilarité de Bray-Curtis (Barbault, 2000 ; Dajoz, 2000 ; Graham *et al.*, 2004 ; Magurran, 2004 ; Magurran & McGill, 2011; Marko *et al.*, 2004 ; Bickel & Watanasit, 2005).

- **Richesse spécifique**

La richesse spécifique est la forme la plus simple d'expression de la diversité. Elle se définit comme le nombre total d'espèces recensées dans un site (Barbault, 2000 ; Dajoz, 2000).

- **Indices de Diversités spécifiques**

L'indice de Shannon a été utilisé dans le cadre de ce travail. Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^N P_i \text{Log}_2 P_i ;$$

Où

n_i : nombre d'individus de l'espèce i ;

P_i : fréquence relative de l'espèce i dans le peuplement ($= \frac{n_i}{\sum n_i}$) ;

L'indice de Shannon varie entre 0 (diversité nulle) et $\log_2 S$ (diversité maximale) ; $0 \leq H' \leq \text{Log}_2 S$.

- **Indice d'équitabilité (E)**

Du fait de la variation de l'indice de diversité de Shannon en fonction du nombre d'espèces présentes d'une part et en fonction de l'abondance relative des espèces du peuplement d'autre part, l'indice d'équitabilité a permis de dégager la part qui revient à chacune des composantes. Cet indice est donné par la formule suivante :

$$E = H' / H_{max}$$

Où H' représente l'indice de diversité de Shannon et H_{max} la diversité maximale d'un peuplement de même richesse spécifique.

Autrement dit la diversité maximale est celle qui est atteinte lorsque toutes les espèces d'un peuplement ont la même abondance ($H_{\max} = \log_2 S$). L'indice d'équitabilité varie entre 0 (situation où la quasi-totalité des effectifs de la communauté est concentrée sur une seule espèce) et 1 (situation où toutes les espèces de la communauté étudiée ont la même abondance).

La variation de la richesse spécifique moyenne par arbre, de l'indice de Shannon moyen par arbre et de l'Équitabilité moyen par arbre entre les sites a été testée à l'aide du test de Kruskal-Wallis associé au test de comparaison par paire de Wilcoxon. Les valeurs de probabilités ont été ajustées par la procédure séquentielle de Bonferroni et les résultats appréciés au seuil de 5 %. Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel R (Version 2.13.1, 2011).

▪ **Indice de dissimilarité**

En raison du fait que l'indice de Sorensen classique ne prend pas en compte l'abondance des espèces, l'indice de Bray Curtis encore appelé Sorensen quantitatif est le plus recommandé de nos jours. La dissimilarité entre les communautés s'est faite par Classification Ascendante Hiérarchique basée sur la distance de Bray-Curtis. La méthode d'agrégation de Ward a permis de regrouper les nœuds entre les différents sites. L'analyse a été réalisée à l'aide du logiciel XLSTAT 2010.4.2.0 (Addinsoft, 2010) (Lubertazzi & Tschinkel, 2003 ; Bickel & Watanasit, 2005 ; Savitha *et al.*, 2008). L'indice de Bray Curtis est donné par la formule suivante :

$$C_n = 1 - \frac{2jN}{N_a + N_b}$$

N_a : nombre total d'individus dans le site a ;

N_b : nombre total d'individus dans le site b ;

$2jN$: somme des faibles abondances pour les espèces communes aux deux sites.

▪ **Abondance et occurrence**

L'abondance (N_i) et l'occurrence (F_i) relative de chaque espèce ont été déterminées à l'aide des formules suivantes :

$$N_i = \frac{n_i}{N} \cdot 100 ; F_i = \frac{f_i}{F} \cdot 100$$

Où n_i : représente le nombre d'individus de l'espèce de fourmi i ;

N : taille de l'échantillon ;

N_i : l'abondance relative de l'espèce de fourmi i dans la communauté ;

F : nombre total d'arbres échantillonnés dans la parcelle ;

f_i : nombre d'arbres occupés par l'espèce de fourmi i dans la parcelle ;

F_i : occurrence de l'espèce de fourmi i sur l'ensemble des arbres échantillonnés.

Les diagrammes rang fréquences ou diagramme de Whittaker ont été utilisés pour décrire la structure des communautés par évaluation du rapport entre la richesse spécifique et le nombre d'individus (Cagniant, 1989). A travers ces diagrammes on peut voir si les abondances des espèces en présence décroissent très vite avec des effectifs très inégaux entre les espèces les plus abondantes et les espèces rares (communauté déséquilibrée ou instable) d'une part, ou si au contraire les abondances décroissent lentement avec des fréquences peu différentes d'un taxon à l'autre (communauté proche d'un état "climax") (Cagniant, 1989). En outre, ils permettent d'estimer le nombre d'espèces rares dans une taxicénose (fraction de la communauté qui appartient au même groupe taxinomique) (Pichon & Gayral, 1979 ; Magurran, 2004 ; Magurran & McGill, 2011). En abscisse, figure le rang des espèces et en ordonnée l'abondance ou l'occurrence des espèces. Les valeurs des abondances et des occurrences sont aux préalables rangées par ordre décroissant. L'axe des ordonnées est ramené à l'échelle logarithmique (\log_{10}). Les distributions observées entre les sites sont par la suite comparées à l'aide du test de Kolmogorov Smirnov et les différences appréciées au seuil de probabilité de 5 %. Afin de dégager la structure fonctionnelle des communautés, les modèles de distributions observés ont été ajustés à des modèles théoriques à l'aide du package *vegan* (Oksanen *et al.*, 2011) du logiciel R (Version 2.13.1, 2011). Les modèles d'ajustements théoriques proposés sont : le modèle Log normal ou modèle de Preston (communauté structurée par une forte compétition interspécifique entre les espèces), le modèle de Zipf-Mandelbrot (forte aptitude de quelques espèces du peuplement à monopoliser l'espace suite au vieillissement de l'écosystème, la structure de l'écosystème sera très proche du stade pionnier) et le modèle Pré-Emption (communautés au sein desquelles les espèces fréquentes conservent leur statut en limitant la disponibilité des ressources pour les espèces rares qui vont davantage se raréfier au cours du temps). Le Critère Bayésien d'Information (BCI) et le critère d'Akaike's (AIC) ont permis de déterminer le meilleur modèle d'ajustement théorique qui est celui qui au terme des possèdent les valeurs de BIC et AIC les plus faibles. L'ajustement dans l'estimation du BIC est donné par $k=\log(S)$, où S représente la richesse spécifique, alors que pour l'estimation de l'AIC la valeur de k est égale à 2 (Oksanen *et al.*, 2011).

Les Analyses de Correspondance (ACO) ont permis d'étudier la distribution spatiale des taxa observés à l'échelle de la sous-famille, du genre et de l'espèce, à l'aide du package *ade4* (Dray & Dufour, 2007). La robustesse des distributions observées a été testée à l'aide du test de Kruskal Wallis. La procédure de comparaison multiple de Wilcoxon a été appliquée en cas de nécessité et les valeurs de probabilités ajustées par la procédure

séquentielle de Bonferonni. L'analyse a été effectuée à l'aide du logiciel R (Version 2.13.1, 2011).

- **Sous-familles, genres et espèces communs**

La méthode de Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a permis de ranger les genres et les espèces en fonction de leur appartenance à une ou à plus d'une localité. Dans une matrice présence/absence, les individus représentés ici par les genres et les espèces occupent les lignes alors que le caractère d'appartenance à une ou à plusieurs zones agroécologiques occupe les colonnes. Les matrices sont ensuite soumises à une analyse de CAH basée sur la distance Euclidienne à l'aide du logiciel XLSTAT 2010.4.2.0 (Addinsoft, 2010). Au niveau de la sous-famille seule les pourcentages de celles qui sont communes ou propres à une ou à plus d'une localité ont été calculés.

- **Effet des traitements sur la diversité**

Les indices de Shannon, d'Équitabilité ainsi que les richesses spécifiques des communautés avant et après traitements ont été estimés suivant les procédures décrites en amont. L'effet des traitements sur la variation moyenne par arbre de ces paramètres a été testé à l'aide du test de Friedman associé au test de comparaison par paire de Wilcoxon corrigé par la procédure séquentielle de Bonferroni. Les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel R (2.13.1, 2011).

- **Effet des traitements sur la communauté de fourmis pré-établie**

Seules les espèces de fourmis présentes dans la communauté initiale ont été prises en compte dans cet exercice. Les abondances relatives ont été calculées pour chacune d'elles entre les deux traitements, les différences ont été testées à l'aide du test de Friedman associé au test de comparaison par paire de Wilcoxon corrigé par la procédure séquentielle de Bonferroni (R 2.13.1, 2011).

- **Processus de recolonisation**

Dans l'étude du processus de recolonisation, seules les espèces nouvellement installées ont été prises en compte. Cette étude a porté (1) sur leur distribution en fonction des faciès agroécologiques et (2) sur leur distribution en fonction de leurs modes de nidification. L'analyse a été faite par CAH basée sur la distance Euclidienne à l'aide du logiciel XLSTAT 2010.4.2.0 (Addinsoft, 2010) suivant la procédure décrite en amont.

II.3.2. Etude de la structure des communautés de fourmis

II.3.2.1. Problématique de la structuration des communautés des fourmis arboricoles

La compétition (inter et intra spécifique) commune dans les communautés de fourmis apparaît comme l'un des principaux facteurs de structuration spatiale des populations (Hölldobler & Wilson, 1990 ; Davidson, 1998). De ce fait, la problématique de l'étude de la hiérarchie compétitive est capitale dans la compréhension des mécanismes de structuration (Hölldobler & Wilson, 1990). Le schéma classique de l'étude est basé sur le calcul du taux de Kendall pour évaluer le degré de cohabitation entre les couples d'espèces et la robustesse de la corrélation est testée à l'aide des tests exacts de Fisher ou du Chi deux de Yates. Ces méthodes utilisées par les pionniers tels Leston (1973), Majer (1972) et Majer *et al.* (1994) et plus récemment par Armbrrecht *et al.* (2001), Dejean *et al.* (2010) font l'objet de controverse de nos jours. La raison principale étant que les calculs sont essentiellement basés sur l'utilisation des critères présence/absence. Ainsi, Blüthgen & Stork (2007) pensent que cette présence/absence, ne prenant pas en compte les abondances des espèces et donc ne reflète pas la nature des interactions. Par ailleurs, l'approche basée sur l'utilisation du C-score tel que l'on fait Floren & Linsenmair (2000) génère des erreurs statistiques de type I, par conséquent un nombre d'interactions négatives très élevées. Comme alternative au taux de Kendall et au C-score, l'emploi du coefficient de corrélation non paramétrique de Spearman a été proposée par Blüthgen & Stork (2007).

L'idée selon laquelle la compétition interspécifique est le principal facteur de structuration des mosaïques de fourmis est aujourd'hui révolue, car, il a été démontré que le hasard, plus que la compétition est également à l'origine de la répartition des fourmis dans certaines mosaïques (Ribas & Schoereder, 2002 ; Sanders *et al.*, 2007). De ce fait, en prélude à toute étude de la mosaïque, l'évaluation de l'influence du facteur déterministe se doit d'être un préalable (Ribas & Schoereder, 2002).

II.3.2.2. Approche mathématique

▪ Détermination de l'influence des facteurs stochastiques

En prélude à l'étude de la structure des communautés, l'hypothèse du hasard comme facteur de structuration a été testée à l'aide du modèle nul. A cet effet, une matrice présence/absence (matrice observée) a été élaborée. En lignes figurent les espèces et en colonnes les arbres. La matrice observée est randomisée 5000 fois. Chaque randomisation réalisée suivant l'approche fixe/équiprobable (les espèces sont fixes et les arbres équiprobables) génère une matrice théorique, soit 5000 au total. Ensuite, un C-score

théorique est calculé sur la base du C-score moyen obtenu pour l'ensemble des matrices théoriques. L'indice calculé à partir de la matrice observée (C-score observé) est par la suite comparé au C-score théorique tout en déterminant la valeur de la probabilité du C-score observé qui demeure dans cette distribution.

L'indice de Stone & Roberts' (1990) ou C-score a été utilisé pour cette analyse ; il mesure le nombre moyen d'unités dans un échiquier (CU) entre les différents couples d'espèces possibles. Lorsque la valeur du C-score est élevée la co-occurrence est faible. L'indice de Stone & Roberts est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$CU = (r_i - S)(r_j - S)$$

Où S : nombre d'arbres communs aux deux espèces ;

r_i ou r_j : somme en ligne (représente le nombre total des arbres sur lesquels l'on observe les espèces i ou j respectivement).

L'hypothèse nulle (H_0) stipule que la présence d'une espèce de fourmi donnée n'a pas d'influence sur l'occurrence d'une autre espèce. Dans ces conditions, il n'est pas évident qu'un facteur biologique soit à l'origine de la structuration de la communauté. Si la valeur de la co-occurrence de la matrice observée se situe en deçà de 95 % de l'intervalle de confiance de la fréquence de distribution de la matrice théorique, l'hypothèse nulle est acceptée. Par ailleurs, si l'indice de la matrice observée est situé au-delà de 95 % de la limite de confiance de la matrice théorique, l'hypothèse nulle (H_0) est rejetée. De ce fait, la structuration de la communauté est imputable à un facteur biologique qui n'est pas implicitement imputable à la compétition interspécifique.

Suivant la démarche de Ribas & Schoereder (2002), une première analyse a été réalisée en prenant en compte toutes les espèces de fourmis collectées dans la construction de la matrice présence/absence. En supposant que la structure en mosaïque des fourmis est définie par les espèces dominantes (Room, 1971), l'hypothèse selon laquelle les espèces rares pourraient masquer l'effet de la compétition entre ces dernières a été prise en compte et vérifiée. En effet, la rareté d'une espèce donnée dans un milieu peut tout simplement être due au fait qu'elle est rare dans le milieu considéré et non parce qu'elle a été repoussée par les autres espèces de fourmis en présence. Suivant ce principe, pour vérifier cette hypothèse, une seconde matrice présence/absence a été élaborée en ne prenant en compte que les espèces numériquement dominantes dans la communauté. Le seuil minimal de l'occurrence relative des espèces prises en compte dans les analyses a été fixé à 1 %. Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel EcoSim version 7.0 (Gotelli, 2001).

▪ **Etude des associations interspécifiques**

Suivant la procédure mathématique utilisée par Majer *et al.* (1994) et reprise par Armbrrecht *et al.* (2001) puis Dejean *et al.* (2010), la nature des associations interspécifiques a été déterminée à l'aide du coefficient de Kendall. La robustesse des associations a été testée à l'aide du Chi deux de Yates et les résultats appréciés au seuil d'erreur de 5 %. Le taux de Kendall se calcule de la manière suivante :

- 1) on forme des couples (a_i, a_j) entre les espèces de fourmis représentées ;
- 2) on détermine la nature des associations à partir du calcul du coefficient de corrélation du point tétrachorique (r Ψ) qui se calcule ainsi qu'il suit :

- Construire un tableau de contingence entre les espèces a_i et a_j ;

	a _j ⁺	a _j ⁻	Total
a _i ⁺	a	B	(a+b)
a _i ⁻	c	D	(c+d)
Total	(a+c)	(b+d)	N

a_i et a_j : représente respectivement les valeurs de a pour les espèces i et j du couple ;
a : nombre d'arbres qui héberge à la fois i et j ;
b : nombre d'arbres qui héberge uniquement l'espèce i ;
c : nombre d'arbre qui héberge uniquement l'espèce j ;
d : nombre d'arbres qui n'héberge aucune des deux espèces ;
N : nombre total d'arbres recensés.

$$r\psi = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a + b)(a + c)(b + c)(b + d)}}$$

- $r\psi > 0$, et $X^2 \leq 0,05$, l'association entre les deux espèces de fourmis est positive et n'est pas liée au fait du hasard ;
- $r\psi < 0$, et $X^2 \leq 0,05$, l'interaction entre les deux espèces de fourmis est négative et significative.

Les modèles d'associations obtenus sur la base du coefficient de Kendall ont été comparés à ceux obtenus sur la base du coefficient de corrélation de Spearman. Seuls les arbres sur lesquels les deux espèces s'excluent mutuellement sont pris en compte (Blüthgen & Stork, 2007). Pour des raisons statistiques, le seuil minimal d'abondance a été fixé à 1 % pour chacune des espèces prises en compte dans les analyses. Le coefficient de corrélation de Spearman est donné par la formule suivante :

$$r_{s,xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (r_{xi} - \bar{r}_x)(r_{yi} - \bar{r}_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (r_{xi} - \bar{r}_x)^2 \sum_{i=1}^n (r_{yi} - \bar{r}_y)^2}} = 1 - 6 \sum_{i=1}^n \frac{d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

d_i = (r_{xi} - r_{yi}) est la différence entre les rangs x et y pour chaque arbre échantillonné qui est occupé simultanément par les espèces a_i et a_j ;

n : est le nombre total d'arbres échantillonnés qui hébergent simultanément les deux espèces ;
r_{s,xy} : varie entre -1 et 1 respectivement pour les associations négatives et positives entre les deux espèces et lorsque r_{s,xy} = 0 aucune interaction n'existe entre les deux espèces de fourmis a_i et a_j.

▪ **Indice de Dominance**

L'indice de dominance (ID) tient compte, pour chaque espèce de fourmi, du nombre d'associations positives et du nombre d'associations négatives statistiquement significatives qu'elle établit avec les autres espèces de fourmis (Room, 1971 ; Majer *et al.*, 1994 ; Armbrecht *et al.*, 2001). Cet indice de dominance a été calculé à partir de la formule suivante :

$$ID = \frac{N - P}{N + P}$$

Où N et P représentent respectivement le nombre d'associations négatives et le nombre d'associations positives statistiquement significatives qu'une espèce donnée établit avec les n-1 espèces restantes après le calcul du r_{ψ} .

Les statuts écologiques des fourmis suivants peuvent être déterminés en fonction de la valeur de l'ID :

- Si $ID > 0,8$ l'espèce est écologiquement dominante ;
- Si $0,8 \leq ID \leq -0,8$ l'espèce est sub-dominante ;
- Si $ID < -0,8$ l'espèce est non-dominante.

Nous avons représenté graphiquement les interactions que les espèces dominantes entretiennent entre elles d'une part et avec les espèces sub-dominantes et non-dominantes d'autre part.

Statut écologique	D	SD	ND
D	D/D	D/SD	D/ND
SD		SD/SD	SD/ND
ND			ND/ND

D : dominantes ; SD : sub-dominantes e ND : non-dominantes.

II.3.3. Modélisation de la structure des communautés de fourmis

II.3.3.1. Modélisation de la stratégie d'occupation de l'espace : relation avec le statut écologique

Le nombre d'arbres occupés par une espèce de fourmi donnée dépend-t-il de la taille de la population ? Quelle est la relation entre l'abondance des ouvrières, le nombre d'arbre occupé et le statut écologique des espèces de fourmi ? Pour répondre à ces questions, une analyse de covariance (ANCOVA) a été faite afin de dégager la relation plausible entre l'abondance relative et la fréquence d'occupation des arbres par les ouvrières des différentes espèces de fourmis d'une part et la contribution de chacune des espèces de fourmis dans l'explication du modèle d'autre part. La finalité étant de discriminer les espèces qui contribuent significativement dans l'occupation de l'espace et établir un lien avec leur statut écologique. L'occurrence relative a été considéré comme la variable à expliquer, l'abondance relative comme la variable quantitative explicative et l'espèce de fourmi comme

la covariable (qualitative). En prélude aux analyses, les données quantitatives ont été normalisées par une transformation logarithmique. Les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel XLSTAT 2010.4.2.0 (Addinsoft, 2010).

II.3.3.2. Modélisation de la structure spatiale des communautés de fourmis arboricoles

II.3.3.2.1. Cartographie des plantations cacaoyères

La cartographie d'une parcelle repose sur la délimitation des quadrats de 30x30 m suivie du découpage de ces derniers en des sous-unités de 3x3 m. La cartographie débute par la réalisation d'une ligne de base à l'aide des jalons fixés à intervalle de 3 m suivant le sens de la longueur d'un bout à l'autre de la surface à cartographier. Après chaque 30 m suivant le sens de la largeur, une seconde ligne de base parallèle à la première est établie. Enfin, des sous-unités de 3x3 m sont délimitées en reliant les jalons à l'aide d'une ficelle et la position de chaque arbre réperée. Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un double décimètre. Sur le papier millimétré, on trace un repère orthonormé (échelle : 1/3) qui passe par le centre de la feuille puis les coordonnées cartésiennes de chaque arbre sont déterminés par projection des points sur les axes xox' et yoy' . Les couples de points (x, y) sont ainsi établis pour chaque arbre (figure 3). Quatre parcelles ont été cartographiées (tableau III).

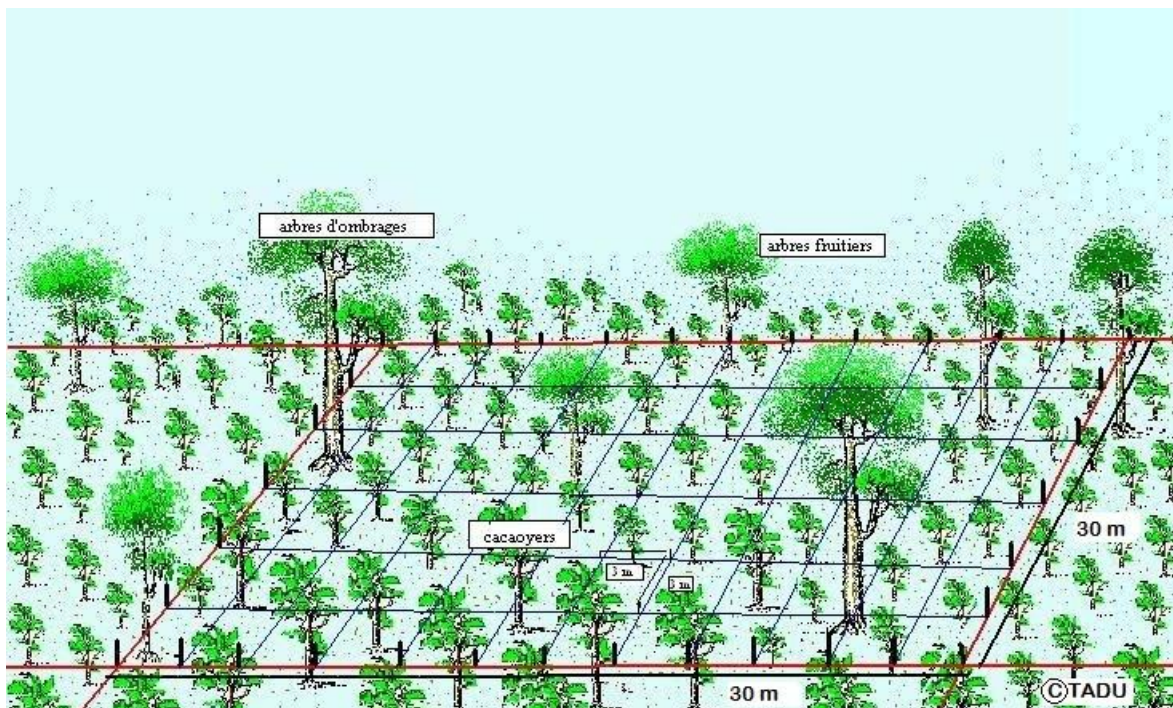


Figure 3: méthode de cartographie des plantations cacaoyères

Les principales caractéristiques de l'ensemble des parcelles reconduites sont résumées dans le tableau III. Les parcelles cartographiées (*) présentaient une structure assez hétérogène au vu de la composition spécifique des arbres d'ombrage et par ricochet de

l'intensité de la lumière qui traverse la canopée. Ainsi, la communauté des arbres d'ombrage dans les parcelles d'Obala était composée principalement des arbres fruitiers à raison de 6 arbres à l'hectare dans la parcelle OB.PI. De même on observe dans les parcelles de Bokito une densité en fruitiers très proche de celle de la parcelle d'Obala. A l'opposé, l'ombrage dans la parcelle de Ngomedzap était fourni par des arbres forestiers avec une densité de 5 arbres par hectare. Les activités courantes d'entretien telles que l'élagage et le désherbage sont très peu fréquents dans l'ensemble des parcelles étudiées sur les trois sites (tableau III).

Tableau III: quelques caractéristique physiques et activités humaines liées à l'entretien des parcelles reconduites

Paramètres	Sites					
	Bokito		Obala		Ngomedzap	
	BO.PI*	BO.PIII*	OB.PI*	OB.PII	OB.PIII	NG.PI*
Latitude	04°29'24''	04°34'29''	04°06'19''	04°06'14''	04°08'58''	03°16'10''
Longitude	11°04'42''	11°10'45''	11°28'40''	11°28'52''	11°23'02''	11°13'21''
Altitude (m)	450	450	600	650	550	700
Caractéristiques principales des parcelles						
Agés/an	20	60	20	60	60	60
Densité/ha	1000	1300	1400	1300	1300	1500
Arbres fruitiers/ha	3	6	6	4	0	2
Arbres forestiers/ha	0	5	2	4	2	5
Elagage/an	0	0	0	0	0	1
Désherbage/an	2	1	0	0	1	2

BO.PI ; BO.PIII ; OB.PI ; OB.PII ; OB.PIII ; NG.PI représentent les parcelles cacaoyères ; * : parcelles cartographiées.

II.3.3.2.2. Modélisation et influence de l'ombrage sur la distribution spatiale des fourmis

II.3.3.2.2.1. Modèle de distribution des fourmis

- **Modèle binomial négatif**

Les populations d'insectes sont le plus souvent agrégées dans leur environnement ; par conséquent, leur distribution suit généralement un modèle binomial négatif de type II, donc agrégées (Anscombe, 1949 ; Babin *et al.*, 2010). Dans le but de mettre en évidence le mode de distribution des principales espèces de fourmis dans les plantations étudiées, les valeurs théoriques des différentes catégories obtenues par comptage ont été calculées suivant la formule ci-contre :

$$P(X = 0) = \left(1 + \frac{\mu}{k}\right)^{-k}$$

$$P(X = 1) = \binom{K}{1} \left(\frac{\mu}{\mu + K}\right) \times P(X = 0)$$

$$P(X = n) = \binom{K+n-1}{n} \left(\frac{\mu}{\mu+K}\right) \times P(X = n - 1)$$

Où $P(X=n)$ est la probabilité pour un pied de cacaoyer échantillonné d'avoir n individus de fourmi, μ : représente la moyenne des fourmis par arbre ;

Le paramètre k est généralement utilisé comme un indice de dispersion. Sa valeur est donnée par la formule suivante :

$$K = \frac{\mu^2}{\sigma^2 - \mu} ; \text{ où } \sigma^2: \text{ représente la variance}$$

La valeur de K est comprise entre 0 et 1, plus K est proche de 0 moins les fourmis seront dispersées alors que lorsque K est proche de 1 plus importante sera leur dispersion sur les arbres.

Les valeurs théoriques obtenues après le calcul sont ensuite comparées à celles observées à l'aide d'un test de Chi deux et apprécié au seuil de significativité de 5 %. L'hypothèse nulle (H_0) stipule que la population de fourmis est distribuée suivant un modèle binomial négatif de type II, donc agrégé et l'hypothèse alternative (H_1) qu'elle est distribuée suivant un modèle aléatoire et donc obéit à une loi de Poisson.

II.3.3.2.2. Structure et distribution spatiale des communautés

▪ Semivariogramme

L'idée fondamentale du semivariogramme repose sur le fait que la nature n'est pas entièrement imprévisible. En théorie, deux observations situées l'une près de l'autre devraient en moyenne se ressembler davantage que deux observations éloignées. Dans le cadre de cette étude, le semivariogramme a été utilisé pour modéliser l'influence de la distance sur la portée du fourragement des ouvrières de fourmis à partir du centre de la colonie. Le calcul du semivariogramme est donné par la formule suivante :

$$\gamma(h) = [1/2N(h)] \sum [Z_i - Z_{i+h}]^2$$

$\gamma(h)$: Semivariance calculé pour un intervalle de classe de distance (h) ;

Z_i : Nombre d'individus mesuré au point d'échantillonnage i ;

Z_{i+h} : Nombre d'individus mesuré au point d'échantillonnage $i+h$;

$N(h)$: Nombre total de couples échantillonnés dans un intervalle de classe de distance donnée.

Les paramètres suivants ont été utilisés pour caractériser les semivariogrammes :

(1) le type de modèle qui est fonction de la structuration spatiale de l'échantillon. Il peut être linéaire, exponentiel, sphérique etc. pour les communautés présentant une forte dépendance spatiale entre les points échantillonnés ou dans certains cas un effet pépité pure en l'absence totale de dépendance spatiale entre les points échantillonnés ;

(2) la WLS (Weighted Least Squared) pour évaluer la qualité du modèle, sa valeur est comprise entre 0 et 1. Plus elle est proche de 0, meilleur sera l'ajustement de la qualité du modèle ;

(3) la pépité noté T^2 (To carré) est la limite du variogramme au point 0, autrement dit c'est la valeur y pour laquelle la courbe coupe l'axe des Y . Plus la valeur de la pépité est proche de 0 meilleur est le modèle ;

(4) la portée notée \emptyset et exprimée en mètres est la limite de l'influence d'une observation d'un point donné sur ses voisines ; autrement dit c'est la distance maximale au-delà de laquelle il n'existe plus aucune dépendance spatiale entre les points échantillonnés ;

(5) le pallier encore appelé le seuil et noté δ^2 est la valeur maximale autour de laquelle les valeurs du semivariogramme se stabilisent après une portée \emptyset . L'effet pépité pur s'observe dès lors que la valeur de la portée est égale à celle du pallier et vaut 0.

II.3.3.2.2.3. Effet de l'ombrage sur la distribution spatiale des fourmis

▪ Caractérisation de l'ombrage

Les arbres d'ombrages ont été identifiés au niveau spécifique. Le recouvrement de base de chaque arbre a été évalué en mesurant la circonférence de l'arbre à hauteur de poitrine d'homme ou à 30 cm au-dessus des contreforts lorsqu'ils étaient présents. Le recouvrement de la canopée pour chaque arbre d'ombrage a été évalué par estimation de la projection au sol de la longueur de la plus grande branche (Bellow & Nair, 2003). La densité des arbres dans un patch c'est-à-dire le nombre d'arbres ha^{-1} , la surface totale de base par ha (en $m^2 ha^{-1}$) et la couverture de la canopée par hectare (somme des surfaces couvertes par la canopée, en $m^2 ha^{-1}$) ont été calculées pour chaque parcelle. L'intensité de l'ombrage a été évaluée par le calcul du pourcentage de lumière qui arrive au niveau de la canopée des cacaoyers à travers le feuillage des arbres d'ombrage (Isaac *et al.*, 2006). Pour y parvenir, les photos hémisphériques ont été prises au-dessus de la canopée des cacaoyers à l'aide d'une caméra digitale de marque Nikon (Coolpix 5400, Nikon, Japan) munie d'une lentille (Nikon FC-E9-Fisheye 0.2x, Nikon, Japan). Trente à 50 photos ont été prises dans chaque parcelle lorsque le soleil était au zénith. L'ouverture ainsi que le pourcentage de lumière transmise à travers la canopée a été estimé par une analyse des photos hémisphériques à l'aide du logiciel Gap Light Analyzer software (GLA, version 2.0) (Frazer *et al.*, 1999).

▪ Interpolations spatiales

La distribution spatiale des espèces de fourmis dominantes ainsi que celle des espèces associées collectées dans les cacaoyères prospectées a été réalisée par une analyse thématique à l'aide du logiciel Map Info version 8.5. Les cartes de distributions spatiales des communautés ont été ainsi établies en fonction de la densité des espèces qui la compose.

La distribution spatiale des foyers de dispersion des ouvrières des espèces de fourmis numériquement dominantes a été réalisée par projection dans la fenêtre d'échantillonnage, des cercles dont le diamètre est fonction de la densité des ouvrières par arbre échantillonné.

La méthode d'interpolation dite de l'Inverse Distance Weighting (IDW) a permis de faire une estimation de la quantité de lumière qui arrive sur chaque pied de cacaoyer. Les analyses ont été réalisées à l'aide du package spatstat du logiciel R (2.13.1, 2011). L'estimation de la valeur échantillonnée à un point j par la méthode de l'IDW est donnée par la formule suivante :

$$Zest_j = \sum [z_i / (h_{ij} + s)^p] / \sum [1 / (h_{ij} + s)^p]$$

$Zest_j$: valeur à estimer du point j ;
 z_i : valeur connue, mesurée au point i ;
 h_{ij} : distance entre les points i et j ;
 s : facteur de lissage ;
 p : poids attribué à la distance h_{ij} .

▪ **Relation spatiale entre ombrage et distribution des fourmis**

Pour déterminer les différentes classes de densité d'ombrage dans une parcelle les valeurs de lumière transmise issues de l'interpolation ont été discrétisées et regroupées en quatre classes de taille égale par la méthode des quartiles. Ensuite, trois catégories de cacaoyers ont été constituées en fonction du pourcentage de lumière transmise : la première catégorie regroupe les faibles pourcentages de lumière (zone fortement ombragée), la seconde les deux groupes médians correspondant à des éclaircissements modérés (zone moyennement ombragée) et la troisième à des forts pourcentages de lumière transmise (zone faiblement ombragée). Ainsi, les cartes de distributions spatiales des fourmis dominantes ont été établies puis projetées sur celles de la répartition de la lumière dans les parcelles afin de visualiser le niveau de rapprochement entre les patches de fourmis et la répartition de la lumière dans la parcelle. Les analyses ont été réalisées à l'aide du package spatstat package du logiciel R (version 2.13.0, 2011).

Le modèle de régression linéaire a été utilisé pour dégager les relations entre les classes d'ombrage et les densités des fourmis en champs à l'aide de la procédure GLM. La composante ANOVA de la procédure GLM associé au test LSD (Last Significant Difference) de Fisher pour les comparaisons multiples a été utilisée pour comparer l'effet des trois classes de densité d'ombrage sur l'abondance des fourmis. L'erreur de quasi-Poisson a été appliquée en guise de correction pour les données de comptages. Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel R (version 2.13.0, 2011).

II.3.4. Régime alimentaire

L'étude du régime alimentaire a été réalisée pour cinq espèces de fourmis dans les plantations cacaoyères de Bokito, Obala et Ngomedzap ainsi que dans le verger de Minkoa Meyos (02°31'89'', 10°55'14''). Le principe repose sur le suivi systématique des ouvrières

des espèces *Oecophylla longinoda*, *Crematogaster* sp., dit "stapi" (Richard *et al.*, 2001 a), *Crematogaster clariventris*, *Tetramorium aculeatum* et *Myrmicaria opaciventris*. Les particules solides transportées en direction du nid par les ouvrières ont été collectées manuellement et conservées dans des piluliers contenant de l'alcool à 70 % pour une identification ultérieure. L'identification des particules solides a été effectuée au laboratoire de Zoologie de l'Université de Yaoundé sous une loupe binoculaire de marque Wild 3MZ. Les aliments liquides exploités ont été identifiés in situ. Les items alimentaires de ces espèces de fourmis ont été ainsi établis.

II.3.5. Comportement de prédation et cinétique de recrutement

II.3.5.1. Dispositifs expérimentaux

Des protocoles différents ont été adoptés pour l'étude du comportement de prédation des espèces *Platythyrea conradti*, *Oecophylla longinoda*, *Crematogaster* sp. dit "stapi" (Richard *et al.*, 2001 a), *Crematogaster clariventris*, *Tetramorium aculeatum* et *Myrmicaria opaciventris*, en raison de leur niveau de spécialisation au milieu arboricole. Pour chacune de ces espèces, le dispositif comportait une aire de chasse principale et une aire témoin pour l'étude de la cinétique de recrutement des ouvrières.

▪ Espèce terricole à activité arboricole

Les observations ont été conduites sur 10 colonies de *M. opaciventris* localisées dans le verger de Minkoa Meyos (02°31'89'', 10°55'14''). Cette espèce est une fourmi dominante terricole à activité arboricole (Kenne *et al.*, 2001). Le nid communique avec l'extérieur par le biais d'un tunnel. La fondation des colonies se fait en clausturation totale. Le développement de l'œuf à l'adulte passe par les phases, œufs, larves, et nymphes (figures 4 A, B C et D). L'intérêt d'utiliser un nombre important de colonies est de limiter autant que faire se peut l'expression des comportements stéréotypés. Deux feuilles rectangulaires de contre-plaqué de 40x40 cm ont été fixées sur le sol à 3 mètres du nid et à 1 mètre du tunnel principal (Kenne *et al.*, 2001). Une distance de 50 cm était rigoureusement respectée entre l'aire de chasse principale et l'aire de chasse témoin.

▪ Espèce arboricole primitive

Dans la nature, l'espèce *Platythyrea conradti* nidifie dans les épiphytes du genre *Platyserium* (Dejean, 2011 ; observations personnelles). Des nids ont également été mis en évidence dans les troncs d'arbres en Côte d'Ivoire (Levieux, 1965). Généralement, *P. conradti* partage les épiphytes avec les espèces du genre *Pheidole*, plusieurs cas ont été

observés dans les colonies prélevées. Les œufs sont allongés. Les colonies sont monomorphes ; par conséquent, les ouvrières ne sont pas morphologiquement distinctes de la reine (figures 4 E, F et G). Les colonies ont été récoltées dans les plantations cacaoyères de Ngomedzap (03°16'09'' N, 11°13'18'' E) village situé à 110 km environ de Yaoundé au sud de la Région du Centre (Cameroun) et dans la Région du Sud à Ndazeng (02°31'896'' N, 10°55'148'' E) par Ambam dans le Département de la vallée du Ntem. En raison de sa distribution erratique, seules 5 colonies ont été collectées et mises en élevage au laboratoire dans des nids de type Chauvin (Figure 4 H). Trois caisses de forme parallélépipédique (25×25×5 cm) communiquant entre elles à l'aide d'un tuyau cylindrique (5 cm de longueur × 2,5 cm de diamètre) ont été requises. Le box central sert de nid et les deux extrêmes servent l'une d'aire de chasse principale et l'autre d'aire de chasse témoin. Chaque box a été recouvert par une plaque de verre de 30×30 cm, protocole adapté de Djieto-Lordon *et al.* (2001 a, b).

▪ **Espèces arboricoles**

L'étude du comportement de prédation des espèces *T. aculeatum* et *O. longinoda* a été menée par le dépôt des proies sur les feuilles des arbres hôtes. L'idée fondamentale était de simuler autant que possible les conditions naturelles. Cette approche est adoptée de l'étude du comportement prédateur des fourmis arboricoles néotropicales du genre *Azteca* faites par Rousson, 2002. La feuille adjacente située juste à côté de la feuille servant d'aire de chasse était utilisée comme témoin dans le cadre de l'étude de la cinétique de recrutement.

L'espèce *T. aculeatum* construit son nid à l'aide des débris végétaux divers que les ouvrières encastrent entre deux feuilles ou fixent sur la face inférieure d'une feuille (figures 4 I et J). *Oecophylla longinoda* se sert également des feuilles de la plante hôte pour nidifier. Les feuilles sont accolées les unes aux autres à l'aide de la soie sécrétée par les larves de troisième stade (Levieux, 1965) (Figure 4 K).

Deux espèces de fourmis du genre *Crematogaster* ont été choisies en raison de leur mode de nidification ; il s'agit de *Crematogaster clariventris* qui élabore des nids en carton grâce à un mélange de salive et de débris végétaux (Levieux, 1965) (Figure 4 M) et de *Crematogaster* sp. dit "stapi" (Richard *et al.*, 2001 a) qui nidifie de façon opportuniste dans les cavités creuses des tiges et des troncs d'arbres (Figure 4 N). Le dispositif expérimental est constitué de deux feuilles de contre-plaqué (40 x 52 cm) fixées à environ 80 cm du sol sur le tronc des arbres (Figure 4 L) (Djieto-Lordon *et al.*, 2001 c; Richard *et al.*, 2001 a).

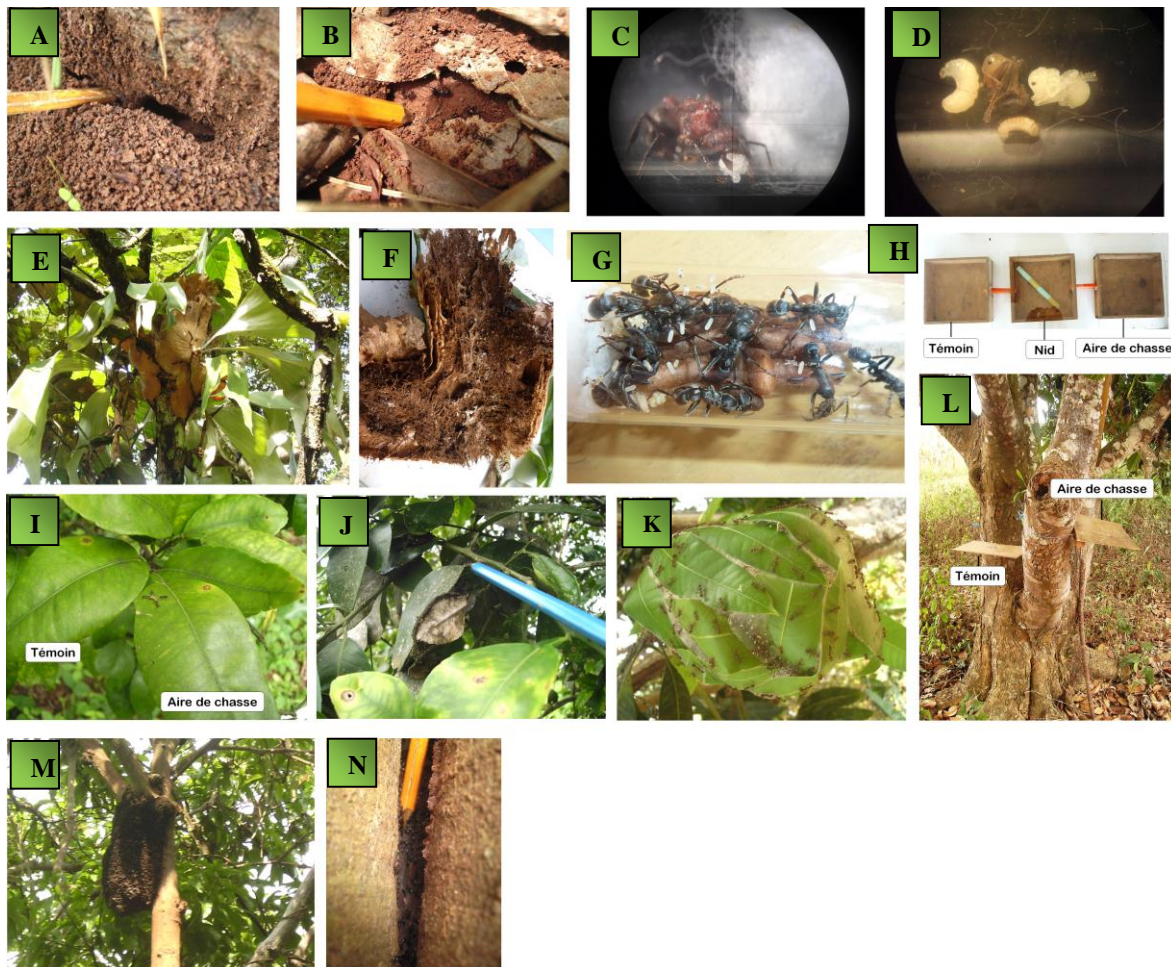


Figure 4: modes de nidification et dispositifs expérimentaux de collecte des données. **De A à D :** cas de *Myrmicaria opaciventris* (Emery) : A (nid), B (tunnel principal), D (reine en claustration, les œufs en forme de grappes sont lacérés entre les mandibules) et E (jeune ouvrière, nymphes et larves). **De E à H :** cas de *Platythyrea conradti* (Emery) : E (*Platythyrea conradti* sur le cacaoyer), F (cavités exploitées dans les épiphytes), G (reine, ouvrières et couvains dans un nid de type Chauvin) et dispositif expérimental (H). **De I à K :** I représente le dispositif expérimental ; structure des nids chez *Tetramorium aculeatum* (Mayr) (J), et *Oecophylla longinoda* (K). **De L à N :** dispositif expérimental (L) utilisé pour l'étude du comportement de prédation de *Crematogaster clariventris* (Mayr) et *Crematogaster* sp. "stapi". Les nids sont respectivement représentés en M et en N.

II.3.5.2. Comportement prédateur

En prélude aux tests éthologiques, un dépôt quotidien alterné de proies et d'un mélange de miel et de sucre dilué dans de l'eau a été effectué dans les aires de chasse pendant une semaine. L'objectif était de familiariser les ouvrières aux aires de chasse et de favoriser le marquage du territoire par les ouvrières de *Cr. clariventris*, *Crematogaster* sp. dit "stapi", *M. opaciventris* et *Pl. conradti*. Pour les espèces *O. longinoda* et *T. aculeatum*, les observations étaient directement réalisées sur les colonies en champs après un dépôt des proies sur les feuilles des arbres qui abritent les colonies.

Pour l'étude du comportement prédateur, les proies ont été déposées sur des aires de chasse, ensuite le comportement des ouvrières a été observé et noté, de l'initiation de la séquence jusqu'à l'issue finale. Afin de dégager l'efficacité des stratégies développées par

les individus et/ou le groupe, deux types de proies de trois gammes de tailles ont été choisis. Il s'agit pour les termites de l'espèce *Macrotermes bellicosus* ? d'ouvrières de petite taille (2-3 mm), de taille moyenne (5-7 mm) et des soldats (5-7 mm) ; pour les sauterelles vertes de larves (4-7 mm), de sub-adultes (10-15 mm) et d'adultes de taille ≥ 17 mm. Les observations préliminaires ont permis d'établir le répertoire des différents actes comportementaux possibles et de déterminer les séquences comportementales types qui sont : la détection, l'attaque et la saisie, l'injection du venin attraction des congénères, écartèlement, découpage et le transport.

Les éthogrammes détaillant les fréquences de transitions entre les actes comportementaux ont été construits. Les pourcentages de chaque transition ont été calculés sur la base du nombre de cas observés, le dénominateur étant toujours le nombre total de cas qui est de 30 par gamme de taille pour chaque type de proie. Au cours de notre étude, pas plus de trois cas de prédation n'étaient observés par arbre et par jour d'observation. Les colonies de *Pl. conradti* étaient mises à jeun 24 heures avant les manipulations qui s'étalaient sur une période de 48 heures, alors que pour les autres espèces, 24 heures d'absence séparaient 48 heures d'observations sur le même arbre.

Pour mieux cerner le processus cognitif dans la stratégie prédatrice des espèces étudiées, les comparaisons ont été effectuées à l'aide du Modèle Linéaire Généralisé (GLM) pour les données binaires et les données de comptages et le test de Chi deux de Pearson pour les proportions (Crawley, 2007). En cas de nécessité, les comparaisons par paires ont été effectuées à l'aide du test de comparaison par paire de Wilcoxon et les valeurs de probabilité ajustées par la procédure séquentielle de Bonferonni. Les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel R (version 3.0.2) et les résultats ont été appréciés au seuil de probabilité de 5 %. L'erreur de poisson a été appliquée en guise de correction pour les données de comptages et l'erreur binomiale pour les données binaires (Crawley, 2007).

Pour chacune des espèces étudiées en présence des termites l'effet des facteurs (1) taille de la proie et (2) castes des termites ont été testés sur la variation de l'occurrence (i) des modes de détections, (ii) de la zone d'attaque, (iii) du taux de recrutement, (iv) du taux de découpage, (v) du transport et (vi) de la fréquence d'utilisation du venin. De même en présence des sauterelles, l'effet du facteur taille de la proie a été testé pour les paramètres précédents. L'effet des variables caste termites, taille de la proie et de la zone d'attaque en présence des termites d'une part et celui de la taille de la proie, de la zone d'attaque en présence des sauterelles d'autre part a été testé sur (vii) le succès de capture. Enfin, les comparaisons similaires ont été effectuées en tenant compte de la typologie des proies

suivant les modèles interactifs type de proies *taille de la proie sur les variables (i), (ii), (iii) ; (iv), (v), (vi) et type de proies *taille de la proie *zone d'attaque sur la variable (vii).

Suivant une approche comparative entre les espèces, des analyses complémentaires ont été faites. Aux variables explicatives que sont le type de proie, la taille de la proie, la caste et la zone d'attaque, l'espèce a été prise comme variable explicative additionnelle. Les comparaisons ont été effectuées en testant l'effet de : (1) l'espèce, (2) du type de proie et (3) de la taille de la proie sur la fréquence des recrutements, le taux de découpages, des transports et la fréquence d'utilisation du venin.

II.3.5.3. Etude de la cinétique de recrutement

Dès la détection de la proie, et ce pendant 15 minutes, le nombre d'ouvrières sur l'aire de chasse et sur l'aire témoin a été compté à intervalle de 30 secondes (Rousson, 2002). Ensuite, le nombre moyen des ouvrières présentes sur l'aire de chasse à chaque pas de temps a été calculé et les diagrammes de flux construits. La distribution des ouvrières présentes sur l'aire de chasse principale et sur l'aire témoin ont été comparée à l'aide du test de Kolmogorov Smirnov et les différences appréciées au seuil de probabilité de 5 %.

Afin d'avoir une approche plus cognitive de la cinétique de recrutement, des analyses complémentaires ont été réalisées aux niveaux intra et interspécifiques. Au niveau intraspécifique, en présence de termites, l'effet des variables caste et taille de la proie a été testé (viii) sur la variation du nombre moyen d'ouvrières dans l'aire de chasse à chaque pas de temps et (ix) sur la variation du nombre moyen d'ouvrières impliquées dans la capture des proies. Des analyses similaires ont été conduites en présence des sauterelles pour le facteur taille des proies. L'influence du type de proie et de sa taille a été étudiée sur les variables à expliquer (viii) et (ix) pour chacune des espèces. Au niveau interspécifique, l'effet des facteurs espèce, type proie et taille de la proie a été testé sur les variables (viii) et (ix) à l'aide de la procédure GLM du logiciel R (version, 3.2.0).

II.3.5.4. Stratégies de fragmentation des proies et comportement de réserve

Les stratégies d'exploitation des proies ainsi que les conditions d'expression du comportement de réserve ont été étudiées grâce à des arbres de classification. La méthode dite de détection automatique des interactions par χ^2 , ou méthode de CHAID (CHi-squared Automatic Interaction Detection) a été utilisée à cet effet. L'objectif était de dégager l'influence des variables explicatives type de proie, espèce de fourmis, taille de la proie et modalités de transport sur (1) les stratégies de fragmentation, (2) le nombre de gigots et (3) l'expression du comportement de réserve. Ce type d'analyse, également dénommée

segmentation, procède par dichotomie, en divisant un jeu d'observations en deux groupes de telle sorte que ceux-ci soient les plus différents possible au regard de la variable à expliquer. Ces groupes sont formés en rassemblant les modalités les plus proches d'une variable explicative. Dans ce cas d'étude, les variables explicatives ont été transformées en variables catégorielles. Ainsi, chaque groupe correspond à une modalité de la variable explicative. L'arbre obtenu comprend un nœud initial qui contient l'ensemble des observations à partir duquel la meilleure variable de séparation est identifiée sur la base de la valeur de probabilité obtenue à la suite d'un test de χ^2 . Cette variable permet la séparation des observations en deux groupes, qui donnent naissance à de nouveaux nœuds. Le même type d'analyse est réalisé sur ces nouveaux nœuds et d'autres nœuds sont créés jusqu'à ce que le nombre d'observations ne soit plus suffisant pour poursuivre l'analyse. L'intérêt de ce procédé pour cette étude réside principalement sur le fait qu'il permet de hiérarchiser les variables explicatives par leur influence sur les variables à expliquer et de montrer les interactions qui existent entre elles. L'arbre de classification a été réalisé à l'aide du logiciel SPSS 19.0.

II.3.6. Application des chaînes de Markov

Le comportement prédateur des espèces de fourmis étudiées comporte une succession d'actes comportementaux tels que la détection de la proie, attaque et saisie, recrutement des congénères, écartèlement, découpage et transport au nid ou rejet de la proie. Ces états semblent mutuellement exclusifs et ordonnés dans le temps. Une telle série de données peut être décrite et interprétée au moyen d'un modèle probabiliste qui représente la condition du système étudié en des instants successifs. Le processus de Markov a été choisi à cet effet. Il représente le système étudié à chaque instant comme un ensemble fini de n états mutuellement exclusifs. Ce processus postule que la condition du système en un instant donné ne dépend que de sa condition à l'instant précédent et qu'elle est donc indépendante de tous les autres instants antérieurs. Il s'agit d'un processus en chaîne d'ordre 1 puisqu'il ne remonte qu'à un instant précédant. En d'autres termes, dans un processus de Markov, la condition actuelle du système étudié contient toute l'information nécessaire pour connaître son développement futur. On pourra considérer que le comportement des espèces de fourmis étudiées relève d'un processus markovien si la probabilité d'existence d'un acte comportemental ne dépend que de l'existence de l'acte précédent. Si les actes comportementaux interviennent indépendamment les uns les autres, les séquences de prédation ne possèdent pas des propriétés markoviennes. Le travail mathématique consistera donc à tester les propriétés markoviennes du comportement prédateur des 6 espèces étudiées.

La première étape dans une analyse de Markov est de construire une matrice de concordance T_{ij} qui indique le nombre de fois où chaque état est suivi par un des autres états. On peut ensuite construire la matrice des probabilités de transition P_{ij} qui représente la probabilité pour chaque état d'être suivi par l'un des états. Cette matrice est calculée en divisant chaque élément de la matrice de concordance par le total du rang considéré :

$$P_{ij} = T_{ij} / R_i$$

R_i : correspond à la somme des éléments du $i^{\text{ème}}$ rang de la matrice de concordance.

La deuxième étape d'une analyse de Markov est de construire une matrice des valeurs attendues dans le cas d'une succession sans propriétés markoviennes, ayant le même nombre d'états que la matrice expérimentale. On choisit le cas particulier d'une succession aléatoire où tous les états apparaissent globalement le même nombre de fois. Comme pour la matrice expérimentale on construit ensuite celle des probabilités de transition sous l'effet du hasard (E_{ij}).

On compare ensuite P_{ij} et E_{ij} par un test de Chi-deux avec $\alpha = 0,05$ et $ddl = (M-1)^2 - M$, M étant le nombre d'états. L'hypothèse nulle H_0 est celle de l'absence de différence entre les matrices. Si les valeurs expérimentales diffèrent significativement de celles qui sont attendues dans une séquence aléatoire, la succession possède des propriétés markoviennes. En d'autres termes, on rejette l'hypothèse de l'absence de différence entre la matrice expérimentale et celle attendue dans le cas d'une succession non markovienne. Inversement, l'acceptation de l'hypothèse nulle indique que la succession expérimentale ne diffère pas significativement d'une succession aléatoire et qu'elle ne comporte pas de propriétés markoviennes. Si ces dernières existent dans la succession expérimentale, l'étape suivante est d'évaluer quelles transitions y contribuent. On construit pour cela une matrice des différences normalisées, Z_{ij} .

$$Z_{ij} = (P_{ij} - E_{ij}) / \sqrt{E_{ij}}$$

Comme cette matrice suit approximativement une distribution normale, on peut calculer l'intervalle de confiance à 95 % de la moyenne des valeurs qu'elle comprend. Ceci permet d'évaluer quelles sont les valeurs de la matrice qui ne rentrent pas dans les 95 % centraux de la distribution. Celles-ci peuvent donc être considérées comme des valeurs extrêmes qui contribuent significativement à l'aspect non aléatoire de la distribution.

La dernière étape de l'analyse est le calcul des entropies (ou du désordre) présentes dans la succession. L'indice d'entropie de Shannon (1949) a été utilisé à cet effet. L'entropie qui suit un état donné (post-entropie) est importante si les autres états ont approximativement

les mêmes probabilités de suivre l'état considéré, et faible si l'un d'eux a une probabilité de succession plus grande que les autres. On peut calculer les valeurs de la pré-entropie (B_j) et de la post-entropie (B_i) d'après la matrice des probabilités de transitions expérimentales à l'aide des formules suivantes :

$$B_i(post) = - \sum P_{ij} \text{Log}_{10} P_{ij} ; B_j(pré) = - \sum D_{ij} \text{Log}_{10} D_{ij}$$

P_{ij} est la matrice des probabilités de transition représentant la probabilité pour chaque état d'être précédé par l'un des autres états, D_{ij} est la matrice des probabilités de transition représentant la probabilité pour chaque état d'être suivi par l'un des autres états ; Log_{10} : logarithme en base 10.

On peut ensuite faire une représentation graphique indiquant la valeur des pré-entropies et post-entropies pour chaque état, ceci permet de visualiser les propriétés de la succession étudiée. Ce protocole d'analyse a également fait l'objet de la modélisation du comportement prédateur des fourmis arboricoles néotropicales du genre *Azteca* selon Rousson (2002).

Afin d'avoir une meilleure perception de l'énergie dissipée lors de la capture des proies, les valeurs de la pré-entropie et de la post-entropie ont été rangées en deux catégories : les entropies positives et les entropies négatives. Une entropie sera considérée comme positive lorsque sa valeur sera $\leq 0,5$ et négative lorsque sa valeur sera $> 0,5$ (perte d'énergie). L'occurrence des entropies positive et négative a été évaluée puis comparé entre les espèces pour chaque gamme de taille à l'aide du test de Chi deux et les résultats appréciés au seuil de probabilité de 5 %.



Chapitre III
Résultats et Discussion

III.1. Résultats

III.1.1. Diversité et distribution des espèces de fourmis arboricoles dans les cacaoyères de la Région du Centre

III.1.1.1. Diversité

- **Estimation de la richesse spécifique**

Dans l'ensemble de notre étude, 21 échantillonnages ont été réalisés entre 2006 et 2007. Soixante-six espèces de fourmis appartenant à 24 genres et 7 sous-familles ont été identifiées à partir d'un échantillon de 114843 ouvrières (Annexe 1). Les richesses spécifiques observées ont été de 52, 61 et 53 respectivement pour Bokito, Obala et Ngomedzap.

Les estimateurs non-paramétriques de la richesse spécifique qui permettent d'évaluer le taux de succès de capture ont présenté des valeurs comprises entre 63,0 et 98,0 %. Le pourcentage le plus élevé a été obtenu à Obala (98,39 % pour le Chao 1) et le plus faible à Ngomedzap (63,10 % pour l'ICE). Le succès de capture moyen observé et exprimé en pourcentage pour chacun des sites est supérieur à 50 %. Obala (avec 93,85 %) a connu un plus grand succès suivi de Bokito (88, 14 %) et enfin de Ngomedzap (75,71 %) (Tableau IV).

Tableau IV: estimation de la richesse spécifique théorique des fourmis dans les plantations cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007)

Estimateurs non paramétriques	Sites		
	Bokito	Obala	Ngomedzap
Nombre d'arbres échantillonnés	700	1100	300
OSR	52	61	53
ACE	54 (96,30)	63 (96,83)	59 (89,83)
ICE	61 (85,25)	64 (95,31)	84 (63,10)
Chao 1	54 (96,30)	62 (98,39)	56 (94,64)
Chao 2	58 (89,66)	64(95,31)	70 (75,71)
Jack 1	63 (82,54)	67 (91,04)	79 (67,09)
Jack 2	66 (78,79)	69 (88,41)	76 (69,74)
Bootstrap	57 (91,23)	64 (95,31)	61 (86,89)
MMMeans	60 (86,66)	66 (92,42)	76 (69,74)
Moyennes	59 (88,14)	65 (93,85)	70 (75,71)

NB : Les valeurs entre les parenthèses représentent le succès de capture exprimé en pourcentage. Les valeurs en gras correspondent au minimum et au maximum du succès de capture.

Les courbes d'accumulations de la richesse spécifique en fonction du nombre d'arbres échantillonnés montrent globalement qu'un effort d'échantillonnage s'impose à Ngomedzap comparé aux autres sites (Figure 5). Par contre, sur l'ensemble de notre étude la courbe globale croît progressivement, atteint un optimum et évolue de manière asymptotique décrivant un palier qui correspond à des faibles augmentations ou des faibles diminutions de la richesse spécifique avec l'augmentation de l'effort d'échantillonnage.

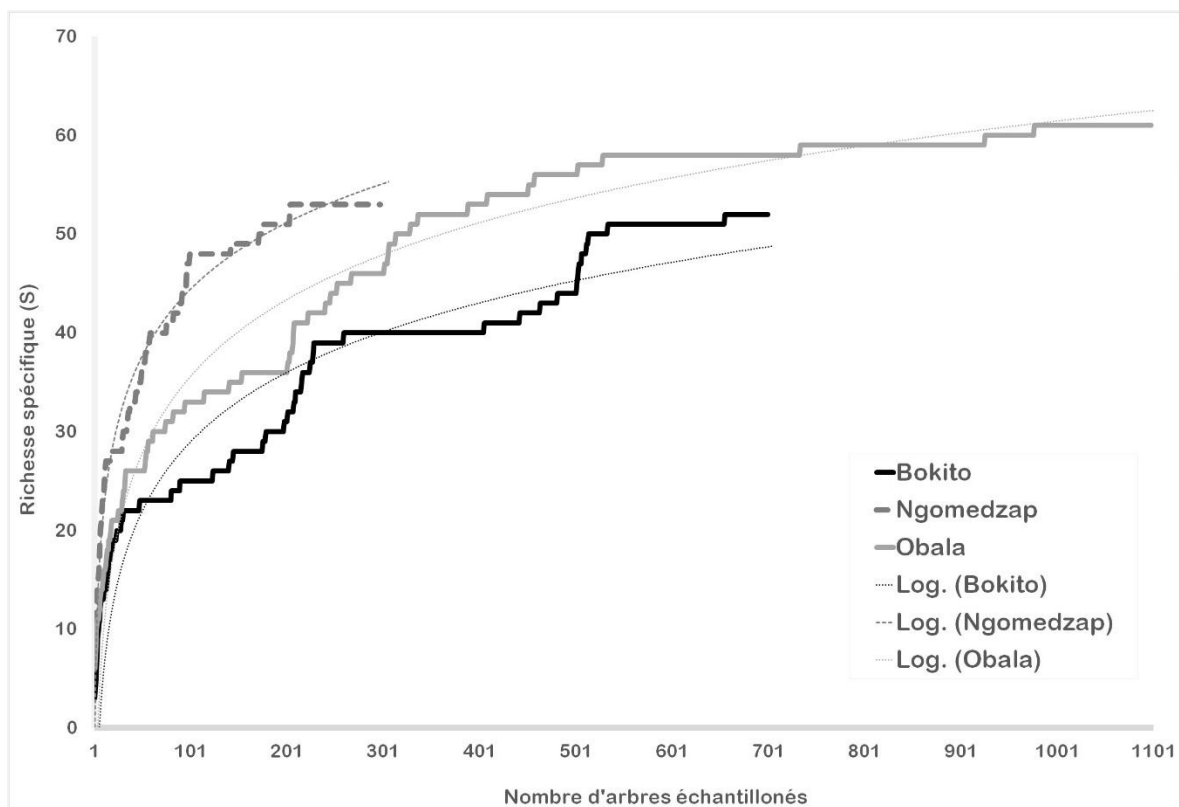


Figure 5: courbes d'accumulations de la richesse spécifique en fonction de l'augmentation du nombre d'arbres échantillonnés dans les plantations cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007).

▪ **Variation de la richesse et de la diversité spécifiques**

A Bokito, 52 espèces de fourmis regroupées en 21 genres et 6 sous-familles ont été identifiées à partir d'un échantillon de 69609 ouvrières (Tableau V). Les échantillonnages menés dans les parcelles d'Obala ont permis de recenser 61 espèces de fourmis appartenant à 22 genres et 6 sous-familles à partir d'un échantillon de 3719 ouvrières. A Ngomedzap, 53 espèces appartenant à 21 genres et 7 sous-familles ont été identifiées à partir d'un échantillon de 6515 ouvrières (Annexe 1). Sur les arbres, il se dégage une variation significative ($\chi^2 = 215,34$; $df=2$; $P < 0,0001$) du nombre moyen d'ouvrières par arbre dans les communautés de fourmis de Bokito ($99,44 \pm 216,11$) sur celles d'Obala ($35,19 \pm 61,91$) et de Ngomedzap ($21,72 \pm 50,22$). Les comparaisons par paires effectuées à l'aide du test de comparaison multiple de Wilcoxon montrent des variations significatives de ces moyennes ($P < 0,05$) entre l'ensemble des sites pris deux à deux (Tableau V).

Au regard de la richesse spécifique, la communauté de fourmis arboricoles d'Obala avec 61 espèces (soit une moyenne de $3,94 \pm 2,18$ espèces par arbre) est plus riche que celle de Ngomedzap (53 espèces, soit une moyenne de $3,21 \pm 2,79$ espèces par arbre) et de Bokito (52 espèces, soit une moyenne de $3,56 \pm 1,89$) qui est la communauté la moins riche en espèces. Il existe donc une variation significative ($\chi^2 = 40,07$; $df=2$; $p < 0,0001$) de la

richesse spécifique moyenne par arbre entre les sites. Pour l'ensemble des sites, les comparaisons par paires ont permis de mettre en évidence des différences significatives ($P < 0,05$) entre les différents sites pris deux à deux (Tableau V).

Les indices de Shannon et d'Equitabilité montrent que la myrmécofaune d'Obala ($H' = 2,44 (0,83 \pm 0,52)$; $E = 0,59 (0,30 \pm 0,64)$; $H'_{\max} = 4,11$) est plus diversifiée que celles de Ngomedzap ($H' = 2,32 (0,68 \pm 0,61)$; $E = 0,58 (0,37 \pm 0,60)$; $H'_{\max} = 3,97$) et de Bokito ($H' = 1,46 (0,68 \pm 0,52)$; $E = 0,37 (0,31 \pm 0,56)$; $H'_{\max} = 3,95$). Cette tendance est confirmée statistiquement par le test de Kruskal-Wallis qui met en évidence une variation significative de l'indice de Shannon moyen par arbre ($\chi^2 = 44,03$; $df = 2$; $p < 0,0001$) et de l'Equitabilité moyenne par arbre ($\chi^2 = 31,81$; $df = 2$; $p < 0,0001$) entre les sites prospectés. Il ressort des tests de comparaison par paires qu'à l'exception des paires Bokito et Ngomedzap ($p > 0,05$) pour les valeurs moyennes de l'indice de Shannon et Obala et Ngomedzap ($p > 0,05$) pour les valeurs moyennes de l'Equitabilité, dans l'ensemble les autres combinaisons ont montré des différences significatives (Tableau V).

Tableau V: richesse et diversité spécifiques de la communauté de fourmis arboricoles dans les systèmes agroforestiers traditionnels à base de cacaoyers dans la Région du Centre (2006-2007)

Paramètres	Sites			χ^2
	Bokito	Obala	Ngomedzap	
Taille de l'échantillon (N)	69609	38719	6515	$\chi^2 = 215,34$; $p < 0,0001^{***}$
Nombre moyen d'ouvrières/arbre	(99,44 ± 216,11) ^a	(35,19 ± 61,91) ^{b,a}	(21,72 ± 50,22) ^{b,b}	
Richesse spécifique (S)	52	61	53	$\chi^2 = 40,07$; $p < 0,0001^{***}$
Richesse spécifique moyenne/arbre	(3,56 ± 1,89) ^a	(3,94 ± 2,18) ^{b,a}	(3,21 ± 2,79) ^{b,a}	
Indice de Shannon (H')	1,46	2,44	2,32	$\chi^2 = 44,03$; $p < 0,0001^{***}$
Indice de Shannon moyen/arbre	(0,68±0,52) ^a	(0,83±0,52) ^{b,a}	(0,68±0,61) ^{a,b}	
Indice d'Equitabilité (E)	0,37	0,59	0,58	$\chi^2 = 31,81$; $p < 0,0001^{***}$
Indice d'Equitabilite moyen/arbre	(0,31±0,56) ^a	(0,30±0,64) ^{b,a}	(0,37±0,60) ^{b,a}	

Les lettres différentes indiquent les différences significatives à la suite des comparaisons par paires des paramètres de diversité spécifique entre les sites. χ^2 : Chi deux de Kruskal Wallis, ddl = 2 ; *** indique les différences hautement significatives au seuil de probabilité de 5 %

▪ Dissimilarité

La distance de Bray-Curtis, met en évidence, un grand rapprochement, donc une faible dissimilarité entre les communautés de fourmis arboricoles d'Obala et de Ngomedzap ; celles-ci se distinguent nettement de celle de Bokito. Cette homogénéité entre les communautés s'observe aussi bien à l'échelle des parcelles (Figure 6A) que des sites prospectés (Figure 6B).

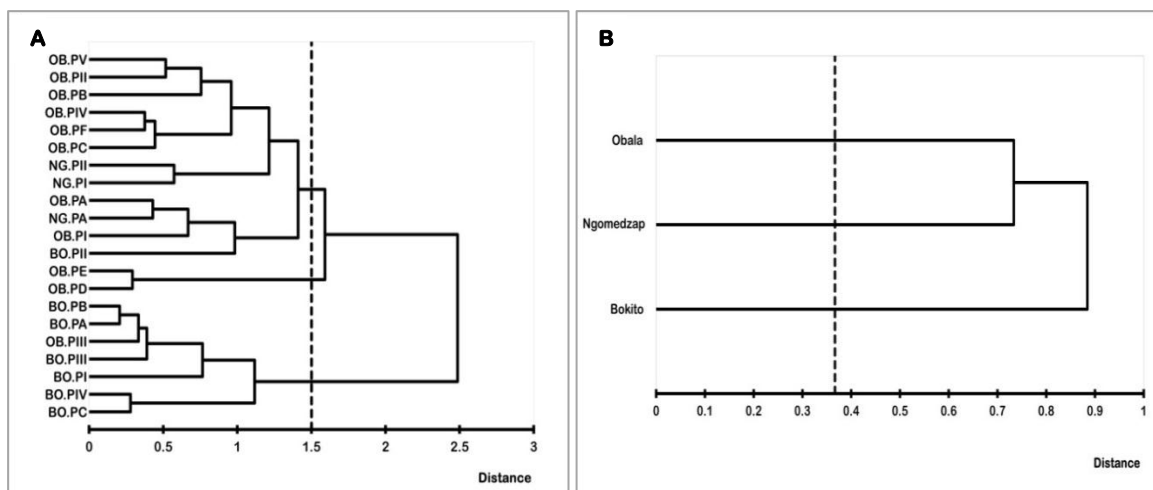


Figure 6: classification hiérarchique ascendante basée sur la distance de Bray-Curtis mettant en évidence le degré de dissimilarité entre les parcelles (A) et les sites prospectés (B) dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyers de la Région du Centre (2006-2007)

▪ **Variation de la richesse biologique dans les sous-familles**

➤ **A l'échelle du genre**

La richesse biologique des Formicinae a été plus grande à Bokito (28,57 %) comparée à Obala (27,27 %) et Ngomedzap (23,81 %). Les Myrmicinae ont été mieux représentées à Obala (31,82 %) alors que Bokito et Ngomedzap se partagent la même proportion (28,57 %). Les Ponerinae avec des taux de 19,05 % (Bokito et Ngomedzap) et 18,18 % (Obala) suivi des Dolichoderinae avec des taux de 14,29 % (Bokito et Ngomedzap) et 13,64 % (Obala) sont les mieux représentés parmi les sous-familles minoritaires. A l'exception des Dorylinae ($\chi^2= 0,64$; $df= 2$; $p= 0,73$), des Ponerinae ($\chi^2= 1,85$; $df= 2$; $p= 0,39$) et des Pseudomyrmecinae ($\chi^2= 0,21$; $df= 2$; $p= 0,89$) pour lesquelles le nombre moyen de genre par arbre n'a pas varié significativement entre les sites, les variations significatives ont été obtenues avec les Dolichoderinae ($\chi^2= 21,40$; $df= 2$; $p<0,0001$), les Formicidae ($\chi^2= 44,55$; $df= 2$; $p< 0,001$) et les Myrmicinae ($\chi^2= 41,71$; $df= 2$; $p< 0,0001$). Les comparaisons par paires effectuées à l'aide du test de Wilcoxon sont consignées dans le tableau VI.

Tableau VI: variation de la richesse biologique générique au sein des sous-familles dans les plantations cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007)

Sous-familles	Sites			χ^2
	Bokito	Obala	Ngomedzap	
Cerapachyinae	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (4,76)	
Dolichoderinae	3 (14,29) ^a	3 (13,64) ^{ab}	3 (14,29) ^{bc}	$\chi^2= 21,40$; $p< 0,0001$ ***
Dorylinae	1 (4,76) ^a	1 (4,55) ^a	1 (4,76) ^a	$\chi^2= 0,64$; $p= 0,73$ ns
Formicinae	6 (28,57) ^a	6 (27,27) ^{bc}	5 (23,81) ^{bd}	$\chi^2= 44,55$; $p< 0,0001$ ***
Myrmicinae	6 (28,57) ^a	7 (31,82) ^{bc}	6 (28,57) ^{bd}	$\chi^2= 41,71$; $p< 0,0001$ ***
Ponerinae	4 (19,05) ^a	4 (18,18) ^a	4 (19,05) ^a	$\chi^2= 1,85$; $p= 0,39$ ns
Pseudomyrmecinae	1 (4,76) ^a	1 (4,55) ^a	1 (4,76) ^a	$\chi^2= 0,21$; $p= 0,89$ ns
Total	21	22	21	

Les valeurs mises entre les parenthèses représentent la richesse biologique exprimée en pourcentage des genres recensés au sein d'une sous-famille donnée dans la localité considérée. Les lettres différentes indiquent les différences significatives à la suite des comparaisons par paire de la richesse biologique entre les sites. χ^2 : Chi deux de Kruskal Wallis, ddl = 2 ; *** indique les différences hautement significatives au seuil de probabilité de 5 % et ns pour les différences non significatives

➤ A l'échelle de l'espèce

Les Formicinae semblent mieux prospérer à Bokito (40,38 %) comparées à Obala (36,07 %) et Ngomedzap (33,96 %). Par contre, la richesse biologique des Myrmicinae ne semble pas varier en fonction des sites (Bokito (34,62 %), Obala (34,43 %) et Ngomedzap (32,08 %)). Les Ponerinae se démarquent des sous-familles minoritaires avec 16,98 % des espèces à Ngomedzap contre 14,75 % à Obala et 11,54 % à Bokito. Elles sont secondées par les Dolichoderinae avec respectivement 9,62 %, 9,84 % et 9,43 % des espèces à Bokito, Obala et Ngomedzap (Tableau VII). Cerapachyinae, Dorylinae et Pseudomyrmecinae sont les moins représentées (moins de 5 % des espèces collectées) (Tableau V). Le nombre moyen d'espèces par arbre et par sous-famille n'a pas varié significativement dans les sous-familles des Dorylinae ($\chi^2= 0,63$; df= 2 ; p= 0,73), des Ponerinae ($\chi^2= 1,85$; df= 2 ; p= 0,38) et des Pseudomyrmecinae ($\chi^2= 0,21$; df= 2 ; p= 0,90). Toutefois, le nombre moyen d'espèces par arbre a varié significativement au sein des sous-familles des Formicidae ($\chi^2= 47,55$; df= 2 ; p< 0,0001), des Myrmicinae ($\chi^2= 41,71$; df= 2 ; p< 0,0001) et des Dolichoderinae ($\chi^2= 21,40$; df= 2 ; p< 0,0001).

Tableau VII: variation de la richesse biologique spécifique au sein des sous-familles dans les plantations cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007)

Sous-familles	Sites			χ^2
	Bokito	Obala	Ngomedzap	
Cerapachyinae	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,89)	
Dolichoderinae	5 (9,62) ^a	6 (9,84) ^{ab}	5 (9,43) ^{bc}	$\chi^2= 21,40$; P< 0,0001***
Dorylinae	1 (1,92) ^a	1 (1,64) ^a	1 (1,89) ^a	$\chi^2= 0,63$; P= 0,73 ns
Formicinae	21 (40,38) ^a	22 (36,07) ^{bc}	18 (33,96) ^{bd}	$\chi^2= 47,55$; P< 0,0001***
Myrmicinae	18 (34,62) ^a	21 (34,43) ^{bc}	17 (32,08) ^{bd}	$\chi^2= 41,71$; P< 0,0001***
Ponerinae	6 (11,54) ^a	9 (14,75) ^a	9 (16,98) ^a	$\chi^2= 1,85$; P= 0,38 ns
Pseudomyrmecinae	1 (1,92) ^a	2 (3,28) ^a	2 (3,77) ^a	$\chi^2= 0,21$; P= 0,90 ns
Total	52	61	53	

Les valeurs mises entre les parenthèses représentent le pourcentage des espèces recensés au sein d'une sous-famille donnée. Les lettres différentes indiquent les différences significatives à la suite des comparaisons par paire de la richesse biologique entre les sites. χ^2 : Chi deux de Kruskal Wallis, ddl = 2 ; *** indique les différences hautement significatives au seuil de probabilité de 5 % ; ns pour les différences non significative

III.1.1.2. Distribution géographique des espèces

▪ Espèces communes / espèces uniques

Parmi les 7 sous-familles de fourmi recensées, 6 (85,71 %) ont été communes aux trois sites ; ce sont les Formicinae, les Myrmicinae, les Dolichoderinae, les Dorylinae, les Ponerinae et les Pseudomyrmecinae. La sous-famille des Cerapachyinae (14, 29 %) a été

collectée uniquement à Ngomedzap. Dix-neuf genres (79,17 %) et 45 espèces de fourmis (68,18 %) sont communs aux trois sites. Deux genres (8,33 %) (Figure 7 A) et 6 espèces (9,09 %) (Figure 7 B) sont communs à Bokito et Obala. Obala et Ngomedzap partagent 5 (7,58 %) espèces communes (Figure 7 B). Deux (3,03 %) espèces sont propres à Bokito (Figure 7 B) ; 1 (4,17 %) genre (Figure 7 A) et 5 (7,58 %) espèces (Figure 7 B) à Obala tandis que 2 (8,33 %) genres (Figure 7 A) et 3 (4,55 %) espèces sont propres à Ngomedzap (Figure 7B).

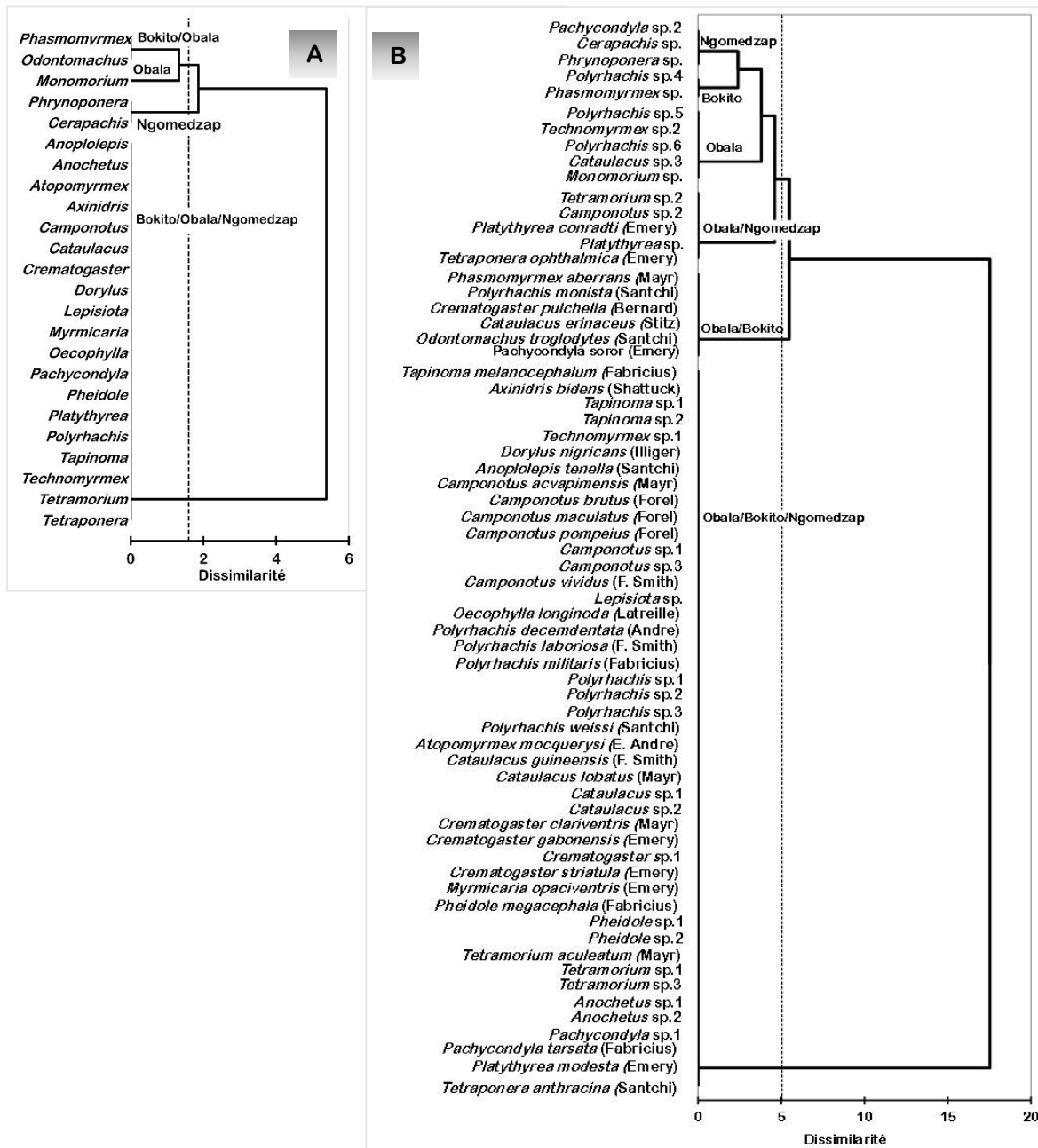


Figure 7: classification hiérarchique ascendante basée sur la distance euclidienne mettant en évidence la distribution des genres (A) et des espèces (B) dans les agrosystèmes traditionnels à base de cacaoyers dans la Région du Centre en fonction de leur appartenance à un milieu

- **Diagramme rang-fréquence**

- **Modèle de distribution des abondances relatives**

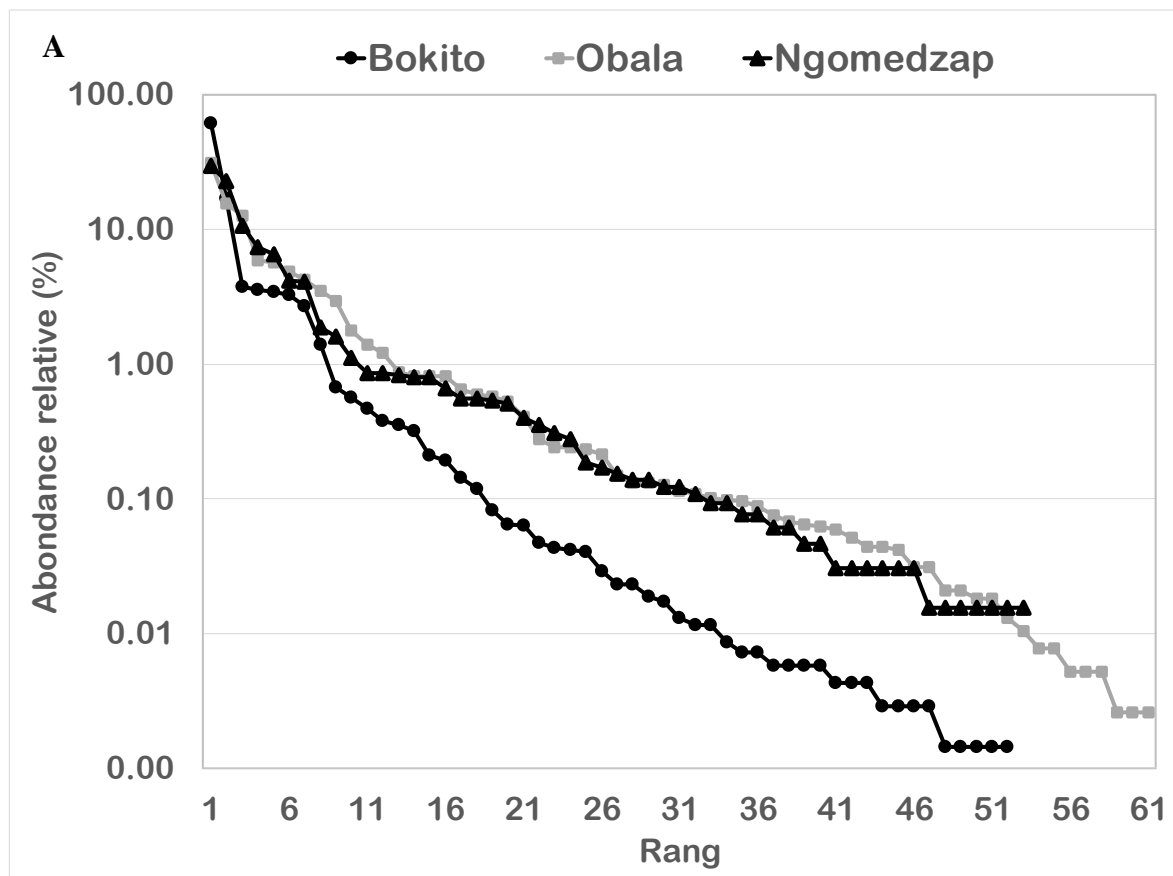
Le diagramme de Whittaker met en évidence une distribution irrégulière de l'abondance des espèces entre les communautés. La Figure 8 A peut être subdivisée en trois parties d'importance inégales. La première partie regroupe les espèces les plus abondantes (plus de 10 % des effectifs) avec une richesse spécifique de 6. La seconde partie rassemble les espèces peu abondantes (1 à 10 %) avec une richesse spécifique inférieure à 10 et la dernière partie les espèces rares (moins de 1 % des effectifs). Le test de Kolmogorov Smirnov (D) montre que les communautés de fourmis de Ngomedzap et d'Obala présentent le même modèle de distribution ($D= 0,12$; $p= 0,69$) et s'éloignent de celle de Bokito/Obala ($D= 0,33$; $P= 0,001$) et Bokito/Ngomedzap ($D= 0,35$; $p< 0,001$).

L'ajustement des distributions observées à des modèles théoriques montre que les communautés de fourmis arboricoles de Bokito (AIC= 3308,60) et d'Obala (AIC= 2420,30) sont distribuées suivant le modèle Lognormal, c'est-à-dire avec une forte influence de la compétition interspécifique. Ce modèle résulterait de la présence des espèces dominantes numériques et fortement territoriales telles *O. longinoda* et *Cr. striatula* à Bokito et de *T. aculeatum*, *Cr. gabonensis* et *O. longinoda* à Obala. A Ngomedzap, le modèle de distribution de la communauté de fourmis s'ajuste le mieux avec le modèle théorique de Mandelbrot (AIC= 423,1). Ce modèle est caractéristique des écosystèmes vieux et marqués par une diminution progressive de la diversité spécifique ; en effet, certaines espèces deviennent mal contrôlées et ont tendance à monopoliser l'espace comme au début de la succession. Ainsi, les espèces les moins abondantes et celles qui sont rares ont tendance à coloniser la canopée des arbres à l'identique avec les dominantes numériques telles *Cr. striatula* et *Cr. clariventris* (Tableau VIII).

- **Modèle de distribution des occurrences**

L'occupation des arbres est également distribuée en trois parties d'importance inégale. La première partie regroupe les espèces fréquentes (plus de 10 % des arbres occupés) avec une richesse spécifique d'environ 20 (Figure 8 B). La seconde partie rassemble les espèces peu fréquentes (1 à 10 % des arbres pour 30 espèces environ) et la dernière regroupe les espèces rares (moins de 1 % des arbres échantillonnés). Le modèle de distribution des espèces sur les arbres est très similaire entre les sites d'Obala et de Ngomedzap ($D= 0,18$; $p= 0,20$) alors que Bokito diffère significativement d'Obala ($D= 0,23$; $P= 0,05$) et de Ngomedzap ($D= 0,24$; $p= 0,03$). L'occupation des arbres dans les sites de Bokito (AIC= 329,70) et de Ngomedzap (AIC= 227,23) s'ajuste le mieux à un modèle de

type Prémption. C'est la caractéristique des communautés au sein desquelles le statut des espèces les plus fréquentes est préservé alors que les espèces les moins fréquentes perdent les ressources et se raréfie progressivement dans le milieu au cours du temps. Cette dynamique temporelle serait la résultante de la présence des espèces fortement territoriales telles *O. longinoda* à Bokito et *Cr. clariventris* à Ngomedzap. A Obala, la distribution suit le modèle théorique de Mandelbrot (AIC= 90,78). Cette distribution traduit une forte tendance chez certaines espèces de la communauté à disperser le peu d'ouvrières dont elles disposent sur un grand nombre d'arbres ; ce qui rappelle le premier stade dans le processus de colonisation d'un écosystème où aucune espèce n'exerce un contrôle véritable sur un territoire. Elles se comportent toutes comme des exploratrices. Les espèces *C. vividus*, *C. acvapimensis* et *P. decemdentata* contribueraient significativement à l'obtention d'une telle structure (Tableau VIII).



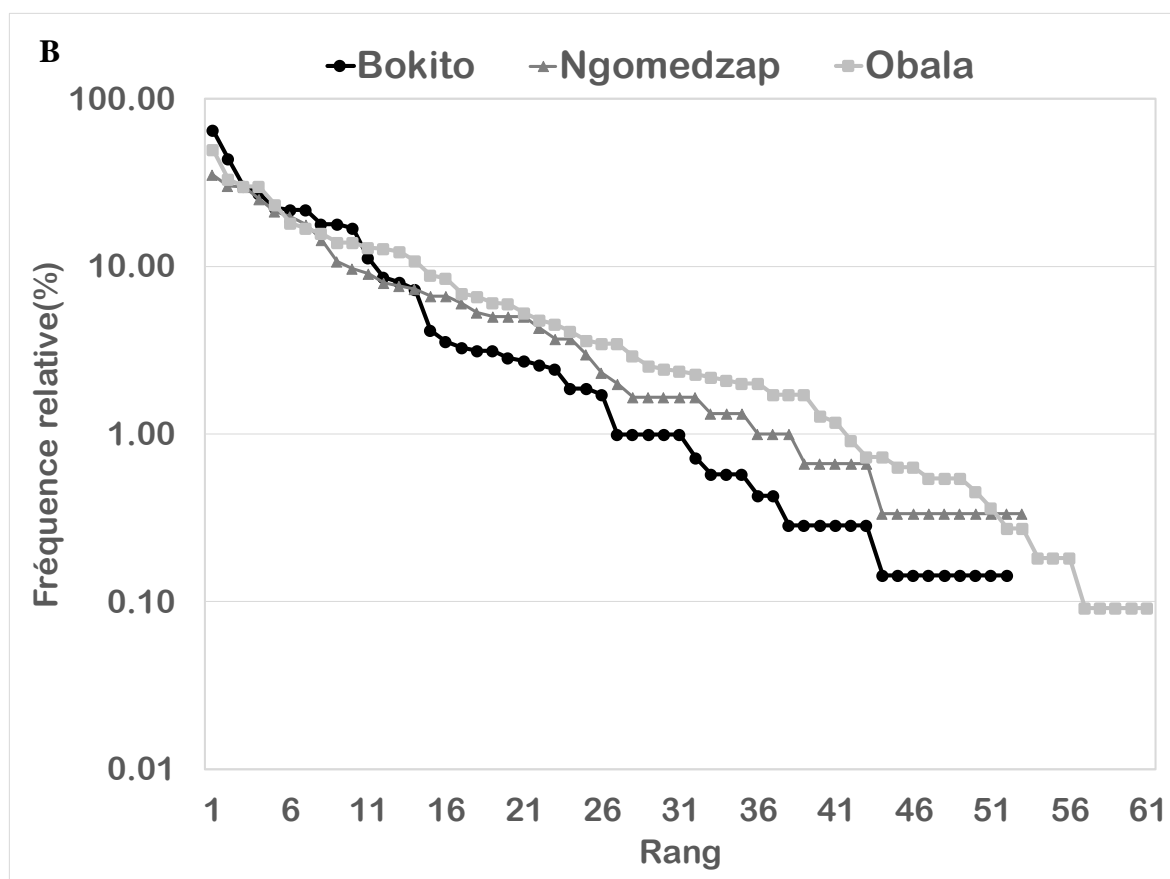


Figure 8: diagramme rang fréquence et ajustement des distributions à des modèles théoriques, mettant en évidence la relation entre la richesse spécifique, l'abondance relative (A) et fréquences des arbres occupés (B) par les fourmis au cours des campagnes 2006-2007

Tableau VIII: ajustement aux modèles théoriques des distributions des diagrammes rang-fréquences des communautés de fourmis arboricoles collectées dans les plantations cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007)

Paramètres	Sites									
	Bokito			Obala			Ngomedzap			
	Déviante	AIC	BIC	Déviante	AIC	BIC	Déviante	AIC	BIC	
Abondance	Null	163846,8	164125	164125	44114,1	44475,7	44475,7	7387,43	7629,36	7629,36
	Preemption	25758,5	26038,5	26040,4	6294,9	6658,5	6660,6	1238,76	1482,7	1484,67
	Lognormal	3026,6	3308,6	3312,5	2050,5	2416	2420,3	601,94	847,88	851,82
	Zipf	4476,4	4758,3	4762,2	5637,4	6003	6007,2	1047,38	1293,32	1297,26
	Mandelbrot	4476,4	4766,2	4760,3	NA	NA	NA	417,3	423,21	423,21
Occurrence	Null	1074,59	1298,1	1298,1	735,48	1042,82	1042,82	146,728	352,434	352,434
	Preemption	104,19	329,7	331,65	116,532	425,874	427,984	19,526	227,232	229,202
	Lognormal	273,05	500,56	504,46	257,068	568,41	572,631	75,422	285,128	289,069
	Zipf	155,36	899,12	903,02	939,235	1250,58	1254,8	211,736	421,441	425,382
	Mandelbrot	104,18	333,69	339,55	90,776	404,117	410,45	19,506	231,212	237,123

Les valeurs en gras représentent le meilleur modèle d'ajustement théorique. AIC et BIC représentent respectivement le Critère d'Akaike et le Critère Bayésien d'Information ; NA : Non Applicable.

III.1.1.3. Distribution géographique et variation de l'abondance des ouvrières en fonction des zones agroécologiques

▪ Cas des sous-familles

Les Formicinae et dans une certaine mesure les Pseudomyrmecinae sont mieux représentées à Bokito. Les Dolichoderinae, les Myrmicinae et les Ponerinae ont été mieux représentées à Obala alors que les Dorylinae et les Cerapachyinae l'ont été à Ngomedzap (Figure 9).

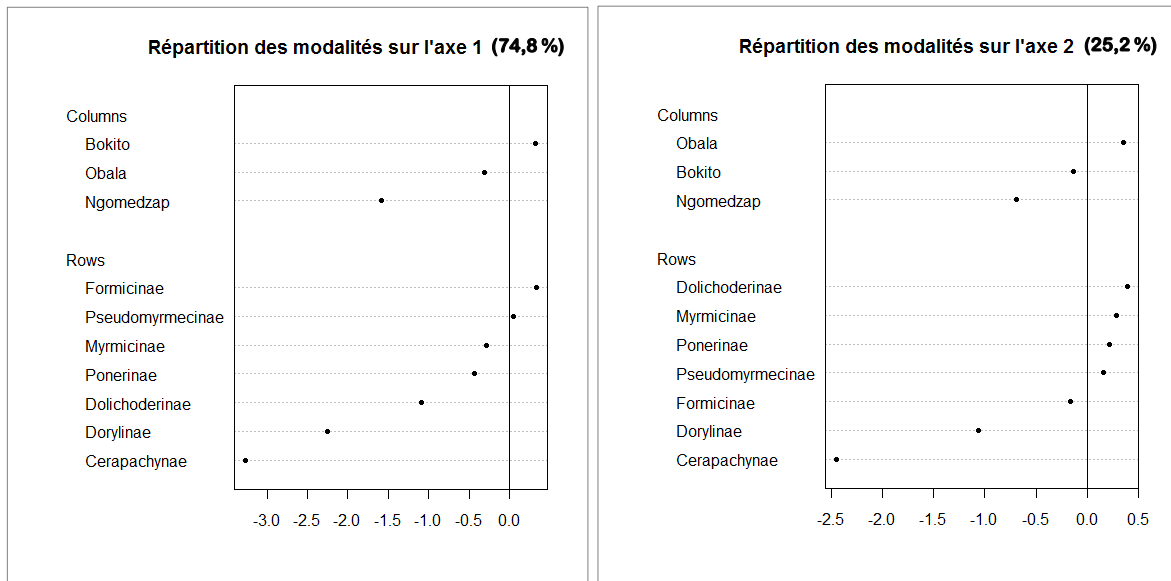


Figure 9: distribution géographique des sous-familles dans les agrosystèmes à base de cacaoyer en fonction des zones agroécologiques de la Région du Centre (2006-2007)

Il ressort de nos résultats que les Formicinae ont été numériquement dominantes dans les cacaoyères de Bokito (71,33 %) comparée à celles d'Obala (32,24 %) et de Ngomedzap (17,75 %), alors que les Myrmicinae l'ont été beaucoup plus à Obala (62,53 %) et Ngomedzap (49,65 %) qu'à Bokito (27,98 %). Les Dorylinae (29,46 %) ont été plus abondantes à Ngomedzap. Cerapachyinae, Dolichoderinae, Pseudomyrmecinae et Ponerinae ont été les moins abondantes (Tableau IX). L'abondance moyenne par arbre des Formicinae a varié significativement d'un site à l'autre ($\chi^2= 397,92$; $df= 2$; $p< 0,0001$). Il en est de même pour le nombre moyen de Myrmicinae ($\chi^2= 48,31$; $df= 2$; $p< 0,0001$), de Dolichoderinae ($\chi^2= 56,67$; $df= 2$; $p< 0,0001$), des Dorylinae ($\chi^2= 87,86$; $df= 2$; $p< 0,0001$) et des Pseudomyrmecinae ($\chi^2= 31,44$; $df= 2$; $p< 0,0001$) par arbre (Tableau IX). Les comparaisons par paires sont consignées dans le tableau IX.

Tableau IX: variation des abondances des fourmis collectées dans les plantations cacaoyères de la Région du Centre en fonction de sous familles (2006-2007)

Sous-familles	Sites			χ^2
	Bokito	Obala	Ngomedzap	
Cerapachyinae	0 (0,00)	0 (0,00)	4 (0,06)	
Dolichoderinae	35 (0,05) ^a	401 (1,04) ^{bc}	112 (1,72) ^{bc}	$\chi^2= 56,57$; $p < 0,0001$ ***
Dorylinae	30 (0,04) ^a	1133 (2,93) ^{bc}	1919 (29,46) ^{bd}	$\chi^2= 87,86$; $p < 0,0001$ ***
Formicinae	49648 (71,33) ^a	12482 (32,24) ^{bc}	1156 (17,75) ^{bd}	$\chi^2= 397,92$; $p < 0,0001$ ***
Myrmicinae	19475 (27,98) ^a	24209 (62,53) ^{bc}	3235 (49,65) ^{ad}	$\chi^2= 48,31$; $p < 0,0001$ ***
Ponerinae	288 (0,41) ^a	404 (1,04) ^a	83 (1,27) ^a	$\chi^2= 1,43$; $p= 0,48$ ns
Pseudomyrmecinae	133(0,19) ^a	90 (0,23) ^{bc}	6 (0,09) ^{bd}	$\chi^2= 31,44$; $p < 0,0001$ ***
Total	69609	38719	6515	

Les valeurs mises entre les parenthèses représentent le pourcentage d'ouvrières collectées au sein d'une sous-famille donnée. Les lettres différentes indiquent les différences significatives à la suite des comparaisons par paire des paramètres de diversité spécifique entre les sites. χ^2 : Chi deux de Kruskal Wallis, ddl = 2 ; ns : non Significatif ; *** indique les différences hautement significatives au seuil de probabilité de 5 %.

▪ Cas des genres

Les genres *Oecophylla*, *Crematogaster*, *Platythyrea* et *Tapinoma* sont fortement associés à la zone de Bokito (Figure 10). Les genres *Anoplolepis*, *Anochetus*, *Axinidris*, *Polyrachis*, *Monorium*, *Myrmicaria*, et *Tetramorium* sont positivement associés à la zone d'Obala alors que les genres *Cerapachis*, *Dorylus*, *Pheidole*, *Phrynoponera*, *Lepisiota* et *Pachycondyla* sont étroitement associées à la zone forestière. Les genres *Atopomyrmex*, *Phasmomyrmex*, *Cataulacus*, *Camponotus*, *Odontomachus* et *Tetraponera* prolifèrent indifféremment entre Bokito et Obala (Figure 10).

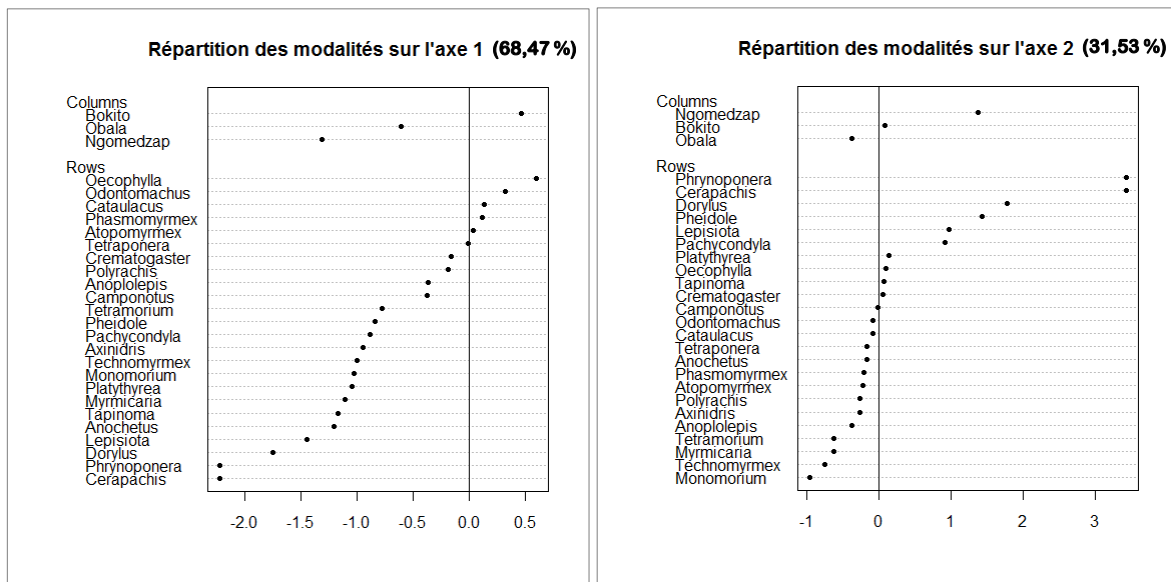


Figure 10 : distribution géographique à l'échelle du genre des fourmis collectées dans les cacaoyères de la Région du Centre en fonction des conditions agroécologiques entre 2006-2007

Des 24 genres identifiés, 8 ont été numériquement dominants avec un pourcentage cumulé par genre sur l'ensemble des trois sites $\geq 1\%$ (Tableau X). Il s'agit des genres *Camponotus*, *Crematogaster*, *Cataulacus*, *Dorylus*, *Oecophylla*, *Polyrachis*, *Tapinoma* et *Tetramorium*. Les genres *Crematogaster* (35,46 %), *Dorylus* (29,46 %), *Camponotus* (14,12 %) et *Tapinoma* (1,67 %) étaient mieux représentés à Ngomedzap alors qu'à Bokito ce sont les genres *Oecophylla* (61,18 %) et *Cataulacus* (3,14 %). Cependant, la communauté d'Obala est dominée par les genres *Tetramorium* (31,34 %), *Camponotus* (11,37 %) et *Polyrachis* (7,99 %). De manière générale, le test de Kruskal-Wallis montre une influence significative du site sur la variation de l'abondance moyenne des genres *Camponotus* ($\chi^2 = 15,51$; df = 2; p = 0,002), *Cataulacus* ($\chi^2 = 44,27$; df = 2; p < 0,0001), *Crematogaster* ($\chi^2 = 48,15$; df = 2; p < 0,001), *Dorylus* ($\chi^2 = 87,86$; df = 2; p < 0,0001), *Oecophylla* ($\chi^2 = 693,69$; df = 2; p < 0,0001), *Polyrachis* ($\chi^2 = 1041,69$; df = 2; p < 0,0001) et *Tetramorium* ($\chi^2 = 6,35$; df = 2; p = 0,04). Les comparaisons par paires sont consignées dans le tableau X.

Tableau X: variation de l'abondance des ouvrières au sein des genres numériquement dominants recensés dans les communautés de fourmis arboricoles des cacaoyères de la Région Centre entre 2006 et 2007

Genres	Sites			Total	χ^2
	Bokito	Obala	Ngomedzap		
<i>Camponotus</i>	3938 (5,66) ^a	4404 (11,37) ^{bc}	920 (14,12) ^{ac}	9262 (8,06)	$\chi^2 = 15,51$; p=0,002**
<i>Cataulacus</i>	2186 (3,14) ^a	1065 (2,75) ^{ac}	74(1,12) ^{bd}	3325 (2,90)	$\chi^2 = 44,27$; p< 0,0001***
<i>Oecophylla</i>	42586 (61,18) ^a	4895 (12,64) ^{bc}	12 (0,18) ^{bd}	47493 (41,35)	$\chi^2 = 693,69$; p< 0,0001***
<i>Polyrachis</i>	3062 (4,40) ^a	3093 (7,99) ^{ac}	187 (2,87) ^{bd}	6342 (5,52)	$\chi^2 = 104,69$; p< 0,0001***
<i>Tapinoma</i>	32 (0,05) ^a	363 (0,94) ^{bc}	109 (1,67) ^{bc}	504 (0,44)	$\chi^2 = 55,98$; p< 0,0001***
<i>Tetramorium</i>	2382 (3,42) ^a	12136 (31,34) ^{bc}	493 (7,57) ^{ac}	15011 (13,07)	$\chi^2 = 6,35$; p= 0,04*
<i>Crematogaster</i>	14170 (20,36) ^a	9896 (25,56) ^{bc}	2310 (35,46) ^{bc}	26376 (22,97)	$\chi^2 = 48,15$; p< 0,0001***
<i>Dorylus</i>	30 (0,04) ^a	1133 (2,96) ^{bc}	1919 (29,46) ^{bd}	3082 (2,68)	$\chi^2 = 87,86$; p< 0,0001***

Les valeurs mises entre les parenthèses représentent le pourcentage d'ouvrières collectées au sein d'un genre donné. Les lettres différentes indiquent les différences significatives à la suite des comparaisons par paire entre les sites. χ^2 : Chi deux de Kruskal Wallis, ddl = 2 ; *** indique les différences hautement significatives au seuil de probabilité de 5 %.

▪ Distribution des espèces

Le site de Bokito semble propice aux espèces *O. longinoda*, *Ca. guineensis* et *Cr. striatula*, alors que *P. decemdentata*, *Cr. gabonensis* et *T. aculeatum* sont positivement associées à Obala. Les espèces *Cr. clariventris* et *D. nigricans* semblent étroitement associées à Ngomedzap (Figure 11).

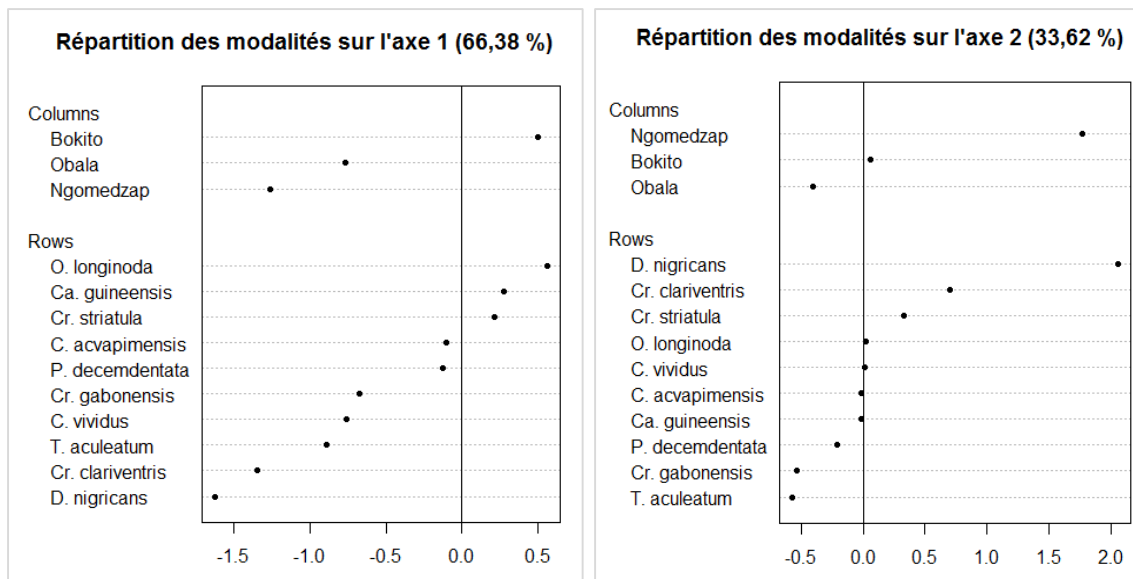


Figure 11: distribution géographique des principales espèces de fourmis collectées dans les cacaoyères de la Région du Centre entre 2006-2007

Parmi les 66 espèces de fourmis collectées, seules 10 ont été numériquement dominantes (l'abondance relative cumulée par espèce pour l'ensemble des trois sites est ≥ 1 %) dans les communautés échantillonnées (Annexe 1). En relation avec les caractéristiques des habitats des sites étudiés *D. nigricans* (29,46 %), *Cr. clariventris* (10,72 %) et *Cr. striatula* (22,84 %) ont été bien représentées à Ngomedzap alors que la myrmécophage d'Obala a été dominée par les espèces *O. longinoda* (12,64 %), *Cr. gabonensis* (15,69 %) et *T. aculeatum* (31,11 %). Dans les cacaoyères de Bokito les espèces *O. longinoda* (61,18 %) et *Cr. striatula* (16,85 %) ont été dominantes (Tableau XI). Le nombre d'ouvrières moyen par arbre a varié significativement en fonction des sites pour les espèces *O. longinoda* ($\chi^2 = 693,69$; $p < 0,0001$), *Cr. clariventris* ($\chi^2 = 228,10$; $p < 0,0001$), *P. decemdentata* ($\chi^2 = 121,21$; $p < 0,0001$), *C. vividus* ($\chi^2 = 30,81$; $p < 0,0001$), *Ca. guineensis* ($\chi^2 = 14,02$; $p = 0,0009$), *Cr. striatula* ($\chi^2 = 113,92$; $p < 0,0001$) et *Cr. gabonensis* ($\chi^2 = 223,72$; $p < 0,0001$). Par contre, le nombre moyen d'ouvrières par arbre pour les espèces *C. acvapimensis* et *T. aculeatum* n'a pas varié significativement d'un site à l'autre. Les résultats du test de comparaisons multiples entre les sites sont consignés dans le tableau XI.

Tableau XI: variation de l'abondance des espèces de fourmis dominantes récoltées dans les cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007)

Espèces	Sites			χ^2
	Bokito	Obala	Ngomedzap	
<i>Dorylus nigricans</i> (Illiger)	30 (0,04) ^a	1133 (2,93) ^{bc}	1919 (29,46) ^{bd}	$\chi^2= 87,86$; P< 0,0001***
<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	2589 (3,72)	1624 (4,19)	264 (4,05)	$\chi^2= 0,42$; P= 0,809 ns
<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	967 (1,39) ^a	2193 (5,66) ^{bc}	479 (7,35) ^{bd}	$\chi^2= 30,81$; P< 0,0001***
<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	42586 (61,18) ^a	4895 (12,64) ^{bc}	12 (0,18) ^{bd}	$\chi^2= 693,69$; P< 0,0001***
<i>Polyrhachis decemdentata</i> (Andre)	2455 (3,53) ^a	1878 (4,85) ^{bc}	105 (1,61) ^{bd}	$\chi^2= 121,21$; P< 0,0001***
<i>Cataulacus guineensis</i> (F. Smith)	1861 (2,67) ^a	540 (1,39) ^{ab}	52 (0,78) ^{bc}	$\chi^2= 14,02$; P= 0,0009 **
<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	82 (0,12) ^a	1361 (3,52) ^{bc}	698 (10,72) ^{bd}	$\chi^2= 228,10$; P< 0,0001***
<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	2252 (3,24) ^a	6076 (15,69) ^{bc}	122 (1,87) ^{bd}	$\chi^2= 223,72$; P< 0,0001***
<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	11729 (16,85) ^a	2295 (5,93) ^{bc}	1488 (22,84) ^{bd}	$\chi^2= 113,92$; P< 0,0001***
<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	2372 (3,41)	12044 (31,11)	427 (6,56)	$\chi^2= 1,77$; P= 0,41 ns

Les valeurs mises entre les parenthèses représentent le pourcentage d'ouvrières collectées au sein d'une espèce donnée. Les lettres différentes indiquent les différences significatives à la suite des comparaisons par paire entre les sites. χ^2 : Chi deux de Kruskal-Wallis, ddl = 2 ; *** indique les différences hautement significatives au seuil de probabilité de 5 % ; ns : différences non significative au seuil de 5 %

III.1.2. Organisation spatiale de la communauté de fourmis arboricoles dans les agrosystèmes traditionnelles à base de cacaoyer

III.1.2.1. Co-exploitation des arbres entre les espèces

Un minimum de 0 et un maximum de 14 espèces sont susceptibles de coexploiter le même arbre dans les plantations de Ngomedzap pour une moyenne de $3,21 \pm 2,79$ espèce/arbre alors qu'entre Obala (min= 0 ; max= 13 et Moy= $3,94 \pm 2,18$) et Bokito (Min= 0 ; Max= 10 ; Moy= $3,56 \pm 1,89$) les tendances sont très proches. Le nombre moyen d'espèces susceptibles de coexploiter le même arbre a varié de façon significative d'un site à l'autre ($\chi^2= 40,07$; df= 2 ; p< 0,0001).

Les résultats précédant mettent en évidence une richesse spécifique non négligeable des fourmis par arbre ; ce qui suggère l'existence des mécanismes de partage et de gestion de l'espace. Toutefois, les facteurs structurant sont-ils (1) d'ordre biologique au rang desquels la compétition interspécifique dont l'issue est l'acceptation ou le rejet d'une espèce, ou (2) du hasard qui sournoisement peut être à l'origine de la présence d'une espèce à un endroit donné et à un moment donné ? De manière générale, si l'hypothèse du hasard est rejetée, comment interagissent les espèces de fourmis dans un environnement fortement structuré.

III.1.2.2. Modèle nul et recherche du facteur structurant les communautés

La prise en compte de la totalité des espèces (AR \neq 0 %) dans chacune des communautés a permis de mettre en exergue dans la communauté de fourmis arboricoles

d'Obala un C-score observé (OI = 2470,81) plus élevé et significativement ($P > 0,0001$) différente du C-score théorique (SI = 2430,81), de même la communauté de fourmis arboricoles de Ngomedzap (OI = 136,10; SI = 133,60) et de Bokito (OI = 720,39; SI = 694,20) ont présenté les mêmes caractéristiques (Tableau XII). En ne prenant en compte que les espèces numériquement dominantes ($AR \geq 1\%$), le C-score observé (OI = 21243,50) pour la communauté d'Obala est supérieure et significativement différent ($p < 0,0001$) du C-score théorique (IS = 20812,81). Un résultat similaire a été mis en évidence dans la communauté de fourmis arboricoles de Ngomedzap (OI = 1134,90 ; IS = 1033,46), alors que dans la communauté de fourmis arboricoles de Bokito cette différence n'a pas été pas significative. Ce résultat permet d'invalider l'hypothèse du hasard comme facteur de structuration des communautés de fourmis dans les sites prospectés (Tableau XII).

Tableau XII: détermination ds facteurs structurants des communautés de fourmis dans les cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007)

Sites	Toutes les espèces				Espèces dominantes			
	C-score		P-Values		C-score		P-Values	
	SI	OI	Obs \geq Exp	Obs \leq Exp	SI	OI	Obs \geq Exp	Obs \leq Exp
Bokito	694,20	720,39	< 0,001***	1,00	18157,0	18157,0	1,00	1,00
Obala	2430,81	2470,81	< 0,001***	1,00	20812,58	21243,50	< 0,001***	1,00
Ngomedzap	133,60	136,10	< 0,001***	1,00	1033,46	1134,90	< 0,001***	1,00

*** : probabilité hautement significatif au seuil de 5 %; OI : C-score Observé, SI : C-score théorique.

III.1.2.3. Nature des interactions et statut écologique des espèces de fourmis

III.1.2.3.1. Nature des interactions

Dix espèces de fourmis numériquement dominantes ont été recensées ($AR \geq 1\%$). Ces espèces sont : *Dorylus nigricans*, *Polyrhachis decemdentata*, *Cataulacus guineensis*, *Camponotus vividus*, *Camponotus acvapimensis*, *Crematogaster clariventris*, *Crematogaster striatula*, *Crematogaster gabonensis*, *Oecophylla longinoda* et *Tetramorium aculeatum*. Exception faite de *D. nigricans* qui est une espèce nomade et par conséquent n'établit pas de territoire permanent les neuf autres espèces potentiellement territoriales ont été prises en compte dans l'étude des interactions écologiques. En fonction des faciès agroécologiques, *Cr. striatula* est commune aux trois sites, *O. longinoda* est commune à Bokito et Obala, alors que *C. vividus* et *T. aculeatum* sont communes à Obala et Ngomedzap. *Crematogaster gabonensis* et *Cr. clariventris* sont propres respectivement aux sites d'Obala et de Ngomedzap. Les dominantes numériques peuvent interagir positivement ou négativement (Figure 12).

Dans les plantations de Bokito, les interactions positives ont été mises en évidence entre les espèces *Cr. striatula* et *C. acvapimensis* ($r\psi = 0,30$; $p < 0,0001$) et *O. longinoda* et *P. decemdentata* ($r\psi = 0,12$; $p < 0,0001$). Une interaction négative a été mise en évidence entre *Cr. striatula* et *O. longinoda* ($r\psi = -0,15$; $p < 0,0001$) dans le même site. Dans la parcelle d'Obala, les espèces *Cr. gabonensis* et *O. longinoda* ($r\psi = 0,13$; $p < 0,0001$), *Cr. gabonensis* et *C. vividus* ($r\psi = 0,10$; $p < 0,0001$) et *Cr. striatula* et *C. vividus* ($r\psi = 0,10$; $p < 0,0001$) ont été positivement associées. A l'opposé dans le même site, les espèces *O. longinoda* et *Cr. striatula* ($r\psi = -0,08$; $p < 0,0001$), *T. aculeatum* et *Cr. gabonensis* ($r\psi = -0,14$; $p < 0,0001$), *Cr. gabonensis* et *Cr. striatula* ($r\psi = -0,19$; $p < 0,0001$) ont été négativement associées. A Ngomedzap, *T. aculeatum* et *Cr. clariventris* ($r\psi = 0,22$; $p < 0,0001$) ont été positivement associés alors que *Cr. clariventris* et *Cr. striatula* ($r\psi = -0,21$; $p < 0,0001$) l'ont été négativement (Figure 12).

III.1.2.3.2. Nature des interactions, approche comparative entre le coefficient de Kendall et la corrélation de Spearman

Suivant une approche comparative avec les résultats obtenus sur la base du coefficient de corrélation de Spearman, il ressort que l'association positive mise en évidence à Bokito entre *Cr. striatula* et *C. acvapimensis* sur la base du coefficient de Kendall ($r\psi = 0,30$; $p < 0,0001$) est négative avec le test de corrélation de Spearman ($r_s = -0,79$; $p < 0,0001$; $n = 160$). Dans le même sens, l'association positive entre *O. longinoda* et *P. decemdentata* sur la base du coefficient de Kendall ($r\psi = 0,12$; $p < 0,0001$) a été négative avec le coefficient de corrélation de Spearman ($r_s = -0,80$; $p < 0,0001$; $n = 207$). A l'opposé, l'association entre *Cr. striatula* et *O. longinoda* est tant négative avec le coefficient de Kendall ($r\psi = -0,15$; $p < 0,0001$) qu'avec le coefficient de corrélation de Spearman ($r_s = -0,69$; $p < 0,0001$; $n = 338$). De plus, certaines associations déclarées non significatives avec le coefficient de corrélation de Kendall ont été significatives avec le coefficient de corrélation de Spearman. Il s'agit des associations entre les espèces *Cr. striatula* et *P. decemdentata* ($r\psi = 0,01$; $p = 0,94$ / $r_s = -0,76$; $p < 0,0001$; $n = 265$), *O. longinoda* et *Ca. guineensis* ($r\psi = -0,04$; $p = 0,08$ / $r_s = -0,56$; $p < 0,0001$; $n = 281$) et *O. longinoda* et *T. aculeatum* ($r\psi = -0,03$; $p = 0,23$ / $r_s = -0,57$; $p < 0,0001$; $n = 274$).

A Obala, l'association positive mise en évidence entre *Cr. gabonensis* et *O. longinoda* sur la base du coefficient de Kendall ($r\psi = 0,13$; $p < 0,0001$) a été négative avec le coefficient de corrélation de Spearman ($r_s = -0,43$; $p < 0,0001$; $n = 395$). Les résultats similaires ont été observés entre les espèces *Cr. gabonensis* et *C. vividus* ($r\psi = 0,10$; $p <$

0,0001 / $r_s = -0,78$; $p < 0,0001$; $n = 339$) et *Cr. striatula* et *C. vividus* ($r\psi = 0,10$; $p < 0,0001$ / $r_s = -0,51$; $p < 0,0001$; $n = 295$). Les associations négatives mises en évidence entre les espèces *O. longinoda* et *Cr. striatula* ($r\psi = -0,08$; $p < 0,0001$ / $r_s = -0,83$; $p < 0,0001$; $n = 171$), *T. aculeatum* et *Cr. gabonensis* ($r\psi = -0,14$; $p < 0,0001$ / $r_s = -0,80$; $p < 0,0001$; $n = 522$), *Cr. gabonensis* et *Cr. striatula* ($r\psi = -0,19$; $p < 0,0001$ / $r_s = -0,46$; $p < 0,0001$; $n = 454$) sur la base du coefficient de corrélation de Kendall l'ont été également avec le coefficient de corrélation de Spearman. L'association entre *O. longinoda* et *C. vividus* a été négative sur la base du coefficient de Kendall ($r\psi = -0,03$; $p = 0,08$) et de corrélation de Spearman ($r_s = -0,51$; $p < 0,0001$; $n = 295$).

Dans la communauté de fourmis arboricoles de Ngomedzap, *T. aculeatum* et *Cr. clariventris* ($r\psi = 0,22$; $p < 0,0001$) ont été positivement associées avec le coefficient de Kendall et négativement avec le coefficient de corrélation de Spearman ($r_s = -0,84$; $p < 0,0001$; $n = 88$). Le taux de Kendal ($r\psi = -0,21$; $p < 0,0001$) et le coefficient de corrélation de Spearman ($r_s = -0,85$; $p < 0,0001$; $n = 112$) ont évolué dans le même sens entre *Cr. clariventris* et *Cr. striatula*. Pour certaines espèces à l'instar de *C. vividus* et *Cr. clariventris* ($r\psi = 0,01$; $P = 0,94$ / $r_s = -0,85$; $p < 0,0001$; $n = 49$), *C. vividus* et *Cr. gabonensis* ($r\psi = -0,03$; $P = 0,53$ / $r_s = -0,62$; $p < 0,0001$; $n = 60$), *T. aculeatum* et *Cr. clariventris* ($r\psi = 0,03$; $P = 0,60$ / $r_s = -0,85$; $p < 0,0001$; $n = 95$) les associations non significatives avec le coefficient de Kendall ont été significatives avec le coefficient de corrélation de Spearman. Au regard des résultats obtenus et consignés dans l'Annexe 2, le coefficient de corrélation de Spearman semble plus robuste que le taux de Kendall. Par ailleurs, il génère un grand nombre d'interactions négatives. Dans ces conditions le statut écologique des espèces semble difficilement accessible sur la base des approches mathématiques connues.

III.1.2.3.3. Statut écologique des espèces

Dans l'ensemble des communautés prospectées, aucune espèce numériquement dominante n'a atteint le statut de dominante écologique. En effet, l'Indice de Dominance (ID) pour chaque espèce étudiée a été inférieure à 0,8 (Annexe 2). C'est le cas pour les espèces *C. acvapimensis* (ID = -0,36) et *P. decemdentata* (ID = -0,15) dans les cacaoyères de Bokito, *Cr. gabonensis*, *Cr. striatula* et *T. aculeatum* à Obala avec des ID respectifs de -0,25 ; -0,29 et -0,26. Dans les cacaoyères de Ngomedzap, les espèces *C. acvapimensis* (ID = -0,82), *C. vividus* (ID = -0,86), *Cr. clariventris* (ID = -0,66) et *Cr. striatula* (ID = -0,75) n'ont pas atteint le statut de dominante écologique. En dépit de leur dominance

numérique, seul deux statuts écologiques ont été atteint à savoir les sub-dominants (SD) et les non-dominants (ND) (Annexe 2).

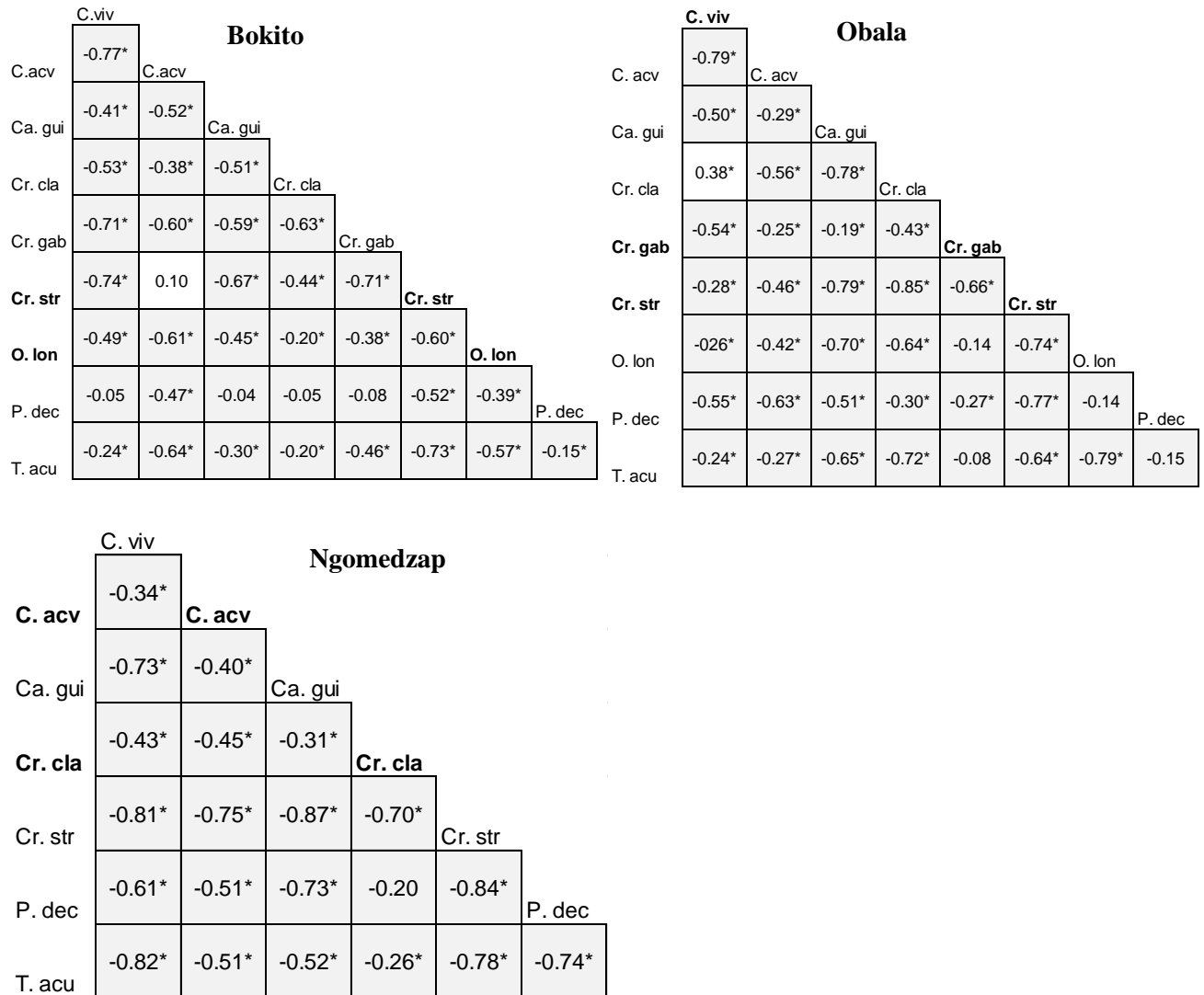


Figure 12: interactions entre les différentes espèces de fourmis arboricoles dans les cacaoyères de la Région du Centre. Les espèces numériquement dominantes sont en gras, la couleur grise symbolise les associations négatives et la couleur blanche celle positives, * associations significatives au seuil de 5%. Les matrices de corrélation ont été réalisées à l'aide des valeurs du coefficient de corrélation de Spearman O.lon: *Oecophylla longinoda*; Cr.cla: *Crematoagster clariventris*; C.viv: *Camponotus vividus*; Cr.gab: *Crematogaster gabonensis*; P.dec: *Polyrhachis decemdentata*; T.acu: *Tetramorium aculeatum*; Ca.gui: *Cataulacus guineensis*; C.acv: *Camponotus acvapimensis*

III.1.2.4. Relation abondance-fréquence et statut écologique des espèces

Dans les trois sites, il se dégage une forte relation entre l'abondance absolue des ouvrières et le nombre d'arbres occupés ($R^2 \approx 1$). On enregistre une influence significative de l'effet combiné de l'abondance (variable explicative quantitative) et de l'espèce (covariable) sur le nombre d'arbres (variable à expliquer) occupés à Bokito ($R^2 = 0,98$; $F = 30,90$; $p < 0,0001$), Obala ($R^2 = 0,98$; $F = 38,32$; $p < 0,0001$) et Ngomedzap ($R^2 = 0,89$; $F = 38,32$; $p < 0,0001$). Un constat majeur se dégage des résultats, dans le site de Ngomedzap,

et indifféremment du statut écologique des fourmis, le nombre d'arbres occupés par une espèce est positivement corrélé à l'abondance absolue de ses ouvrières alors qu'à Bokito et Obala l'on observe plutôt des corrélations négatives (Annexe 3). A Bokito, des corrélations négatives et significatives ont été mises en évidence entre le nombre d'ouvrières et le nombre d'arbres occupés pour les espèces *O. longinoda* (Cov = -0,15 ; p = 0,001) et *Cr. striatula* (Cov = -0,13 ; p = 0,001). Un résultat similaire a été mis en évidence dans les cacaoyères d'Obala où l'on a mis en évidence une corrélation négative et significative entre le nombre d'ouvrières et le nombre d'arbres occupés avec les espèces *O. longinoda* (Cov = -0,15 ; p = 0,001), *Cr. gabonensis* (Cov = -0,03 ; p = 0,42) et *T. aculeatum* (Cov = -0,10 ; p = 0,02). A l'opposé, dans les cacaoyères de Ngomedzap, des corrélations positives mais pas toujours significatives ont été mises en évidence entre l'abondance des ouvrières et le nombre d'arbres occupés pour les espèces *C. vividus* (Cov = 22,09 ; p = 0,09), *Cr. clariventris* (Cov = 38,0 ; p = 0,01), *Cr. striatula* (Cov = 9,77 ; p = 0,51) et *T. aculeatum* (Cov = 29,30 ; p = 0,03) (Annexe 2).

III.1.3. Influence des traitements phytosanitaires sur la diversité et la distribution des communautés de fourmis arboricoles

III.1.3.1. Influence des traitements phytosanitaires sur la diversité

Après traitement et recolonisation, 60 espèces de fourmis appartenant à 24 genres et 7 sous-familles ont été identifiées dans un échantillon de 52911 ouvrières collectées. Avant les traitements, le nombre d'ouvrières collectées à Bokito (13239 individus, soit $66,20 \pm 8,71$ ouvrières par arbre en moyenne) a été supérieur à ceux d'Obala (7253 individus, soit une moyenne de $29,07 \pm 10,84$ ouvrières par arbre) et de Ngomedzap (402 individus, soit en moyenne $4,02 \pm 2,82$ ouvrières par arbre). Après les traitements et la recolonisation, on observe une augmentation de l'abondance des ouvrières dans les cacaoyères de Bokito (17788 individus soit une moyenne de $88,94 \pm 24,41$ ouvrières par arbre), de Ngomedzap (402 / 5305) et d'Obala (7253 / 8924) qui regorge chacune 5305 ($53,05 \pm 10,44$) et 8924 ($29,07 \pm 10,84$) ouvrières respectivement. Le test de Friedman (Q) montre que le nombre moyen d'ouvrières par arbre a varié significativement entre les deux traitements d'un site à l'autre (Q = 198,99 ; df = 5 ; p < 0,0010). Ces variations ont été observées dans les sites de Bokito ($66,20 \pm 8,71$ / $88,94 \pm 24,41$; p < 0,001) et de Ngomedzap ($4,02 \pm 2,82$ / $53,05 \pm 10,44$; p < 0,0001). Par contre, la variation du nombre moyen d'ouvrières par arbre n'a pas été significative à Obala ($23,63 \pm 10,32$ / $29,07 \pm 10,84$; p = 1,0).

Dans l'ensemble des sites prospectés, l'on a observé une augmentation de la richesse spécifique globale dans les parcelles après la recolonisation. Ainsi, la richesse spécifique est passée de 23 à 48 espèces à Ngomedzap avec des valeurs moyennes respectives de $1,52 \pm 1,41$ et de $5,86 \pm 2,61$. De même à Bokito, la richesse spécifique est passé de 37 ($4,62 \pm 1,60$) à 40 ($3,21 \pm 1,53$) espèces. A Obala, la richesse spécifique a également augmenté ; elle est passée de 39 ($3,25 \pm 1,72$) à 46 ($3,24 \pm 2,12$) espèces. Dans l'ensemble des sites, bien que la richesse spécifique globale a augmenté, nous avons, toutefois observé une diminution de la richesse spécifique moyenne par arbre à Bokito. Le test de Friedman a permis de mettre en évidence les variations significatives de la richesse spécifique moyenne par arbre entre les deux traitements ($Q = 199,17$; $df = 5$; $p < 0,0001$). Ces différences ont été mises en évidence dans les sites de Ngomedzap ($p < 0,0001$) et d'Obala ($p < 0,0001$), mais pas à Bokito ($p = 0,13$).

L'indice de Shannon révèle une baisse de la valeur globale de l'indice de diversité dans les cacaoyères de Bokito ($H' = 2,0$ ($0,97 \pm 0,41$); $\text{Log}S = 3,61$; $E = 0,55$ ($0,65 \pm 0,22$) / $H' = 0,89$ ($0,62 \pm 0,50$); $\text{Log}S = 3,69$; $E = 0,24$ ($0,57 \pm 0,32$)) et une augmentation à Ngomedzap ($H' = 2,12$ ($0,36 \pm 0,46$); $\text{Log}S = 3,14$; $E = 0,68$ ($0,51 \pm 0,44$) / $H' = 2,04$ ($1,11 \pm 0,55$) ; $\text{Log}_2S = 3,87$; $E = 0,53$ ($0,63 \pm 0,28$)) et à Obala ($H' = 2,15$ ($0,78 \pm 0,48$) ; $\text{Log}S = 3,66$; $E = 0,59$ ($0,69 \pm 0,29$) / $H' = 2,29$ ($0,69 \pm 0,53$); $\text{Log}S = 3,83$; $E = 0,60$ ($0,59 \pm 0,34$)). Toutefois, en comparant les valeurs moyennes de l'indice de Shannon par arbre, on constate une diminution de la valeur moyenne de l'indice de diversité à Bokito et à Obala alors qu'à Ngomedzap cette valeur a augmenté. Le Chi deux de Friedman a permis de mettre en évidence une influence significative des traitements sur la variation de la diversité spécifique moyenne par arbre ($Q = 199,17$, $df = 5$, $p < 0,0001$) dans les sites de Bokito ($p < 0,0001$) et Obala ($p < 0,0001$), excepté Ngomedzap ($p = 1,0$). L'équirépartition moyenne des espèces par arbre entre les communautés étudiées a augmenté dans les sites de Bokito et de Ngomedzap et a diminué dans le site d'Obala ; ces variations ont été significativement influencées par les traitements ($Q = 199,17$; $df = 5$; $p < 0,0001$) à Bokito et Ngomedzap ($p < 0,0001$) exception faite d'Obala ($p = 1,0$).

Tableau XIII: variation de la richesse et de la diversité spécifiques sous l'influence des traitements phytosanitaires dans les cacaoyères de la Région du Centre

Paramètres	Sites						test Q
	Bokito		Obala		Ngomedzap		
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	
Taille de l'échantillon (N)	13239	17788	7253	8924	402	5305	Q= 198,99 ;p<0,0001***
Nombre moyen d'ouvrière/arbre	(66,20±8,71) ^a	(88,94±24,41) ^b	(23,63±10,32) ^a	(29,07±10,84) ^a	(4,02±2,82) ^a	(53,05±10,44) ^a	
Richesse spécifique (S)	37	40	39	46	23	48	Q= 199,17 ;p<0,0001***
Richesse spécifique moyenne/arbre	(4,62±1,60) ^a	(3,21±1,53) ^a	(3,25±1,72) ^a	(3,24±2,12) ^b	(1,52±1,41) ^a	(5,86±2,61) ^b	
Indice de Shannon (H')	2,0	0,89	2,15	2,29	2,12	2,04	Q= 199,17 ;p<0,0001***
Indice de Shannon moyen/arbre	(0,97±0,41) ^a	(0,62±0,50) ^b	(0,78±0,48) ^a	(0,69±0,53) ^b	(0,36±0,46) ^a	(1,11±0,55) ^a	
Equitabilité (E)	0,55	0,24	0,59	0,60	0,68	0,53	Q= 199,17 ;p<0,0001***
Indice d'Equitabilite moyen/arbre	(0,65±0,22) ^a	(0,57±0,32) ^b	(0,69±0,29) ^a	(0,59±0,34) ^a	(0,51±0,44) ^a	(0,63±0,28) ^b	

Les lettres différentes indiquent les différences significatives à la suite des comparaisons par paire entre les sites. Q : Chi deux de Friedman, ddl = 5 ; *** indique les différences hautement significatives au seuil de probabilité de 5 %.

A l'échelle des parcelles et des sites, les traitements phytosanitaires ont entraîné des variations dans la composition spécifique de la communauté de fourmis de la zone forestière qui se rapproche à cet effet de celle de la zone de transition alors que le contraste est accentué avec la communauté de la zone savanicole (Figure 13 A et B).

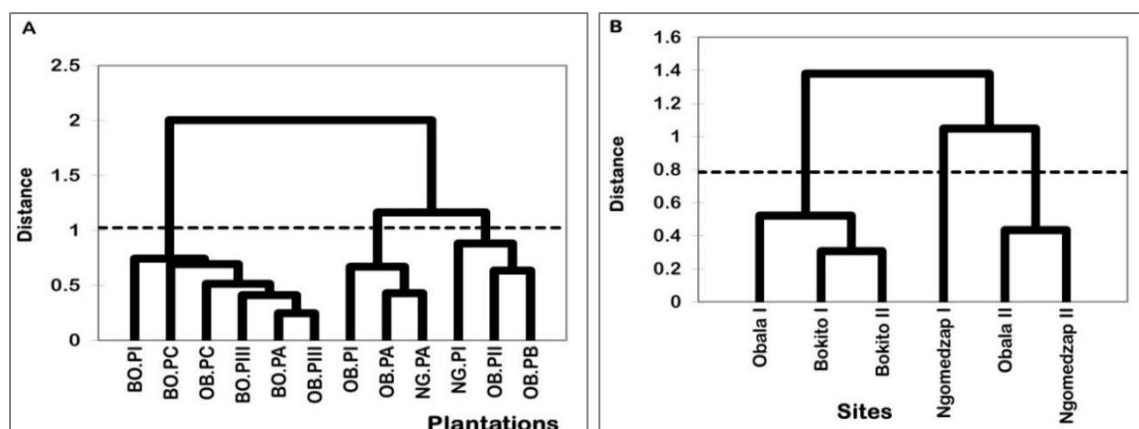


Figure 13: classification ascendante hiérarchique basée sur la distance de Bray- Curtis mettant en évidence le degré de dissimilarité entre les parcelles (A) et les sites (B) entre les deux années des traitements phytosanitaires

III.1.3.2. Influence des traitements phytosanitaires sur l'abondance des ouvrières par sous-familles

Formicinae et Myrmicinae ont été les mieux représentées d'un point de vue numérique. Avant les traitements, on a observé une dominance numérique des Formicinae à Obala (66,07 %) suivi de Bokito (62,99 %). Cependant, les Myrmicinae ont été plus prolifiques à Ngomedzap (71,89 %) comparé à Bokito (35,55 %) et Obala (31,34 %). Après traitements et recolonisation, l'abondance des Formicinae a augmenté à Bokito (90,39 %) et reste élevée comparé à Obala (37,03 %) et Ngomedzap (13,76 %) (Tableau XV). Cependant, les Myrmicinae ont été mieux représentées à Obala (48,80 %) comparée à Ngomedzap (46,80 %) et Obala (9,35 %). Il se dégage une variation significative de

l'abondance des Formicinae ($Q= 527,11$; $df=5$; $p< 0,0001$) au cours des deux années de traitements dans l'ensemble des zones prospectées ($p< 0,001$). De même, l'abondance des Myrmicinae a significativement variée ($Q= 259,32$; $df = 5$; $p< 0,0001$) à Bokito ($p< 0,0001$), exception faite d'Obala et de Ngomedzap ($p > 0,05$). En raison de leur faible poids dans les données les Cerapachyinae, les Dorylinae, les Dolichoderinae, les Pseudomyrmacinae et les Ponerinae n'ont fait que l'objet d'une étude descriptive (Tableau XIV).

Tableau XIV : influence des traitements phytosanitaires sur la variation de l'abondance des fourmis au sein des sous-familles dans les cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007)

Sites	Bokito		Obala		Ngomedzap	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Sous familles						
Cerapachyinae	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	4 (0,08)
Dolichoderinae	13 (0,13)	18 (0,18)	61 (0,84)	90 (1,01)	0 (0,00)	111 (2,09)
Dorylinae	30 (0,23)	0 (0,00)	1 (0,01)	1048 (11,74)	0 (0,00)	1919 (36,17)
Formicinae	8339 (62,99)	16079 (90,39)	4792 (66,07)	3305 (37,03)	97 (24,13)	730 (13,76)
Myrmicinae	4706 (35,55)	1663 (9,35)	2273 (31,34)	4355 (48,80)	289 (71,89)	2483 (46,80)
Ponerinae	64 (0,48)	20 (0,11)	125 (1,72)	120 (1,34)	16 (3,98)	53 (1,00)
Pseudomyrmecinae	87 (0,66)	8 (0,04)	1 (0,01)	6 (0,07)	0 (0,00)	5 (0,09)
Total	13239	17788	7253	8924	402	5305

Les valeurs mises entre les parenthèses représentent le pourcentage d'ouvrières collectées au sein d'une sous-famille donnée.

III.1.3.3. Influence des traitements phytosanitaires sur la distribution des fourmis dans les cacaoyères de la Région du Centre

➤ Distribution des abondances et ajustement à des modèles théoriques

Avant les traitements (Figure 14 A), le diagramme de distribution des abondances comporte trois parties. Le premier tiers, avec une richesse spécifique de 4 regroupe les espèces numériquement dominantes (10-100 %). Le second tiers avec une richesse spécifique d'environ 10 regroupe les espèces peu abondantes (1-10 % des effectifs) et le dernier tiers avec la totalité des espèces restantes regroupe les espèces les moins abondantes (0,001-1%). Après les traitements phytosanitaires, le modèle de distribution observé reste très proche de celui de l'état initial (Figure 14 B). Cette tendance est confirmée statistiquement par le test de Kolmogorov (D) qui révèle que le modèle de distribution des communautés n'est pas significativement affecté dans les sites de Bokito ($D = 0,17$; $P = 0,35$) et d'Obala ($D = 0,12$; $p = 0,78$), la seule différence significative ayant été observée à Ngomedzap ($D = 0,42$; $p < 0,001$). Cependant, il varie significativement entre Bokito II/Ngomedzap II ($D = 0,36$; $p < 0,0001$) et Obala II/Bokito II ($D = 0,30$; $p = 0,007$) contrairement à Obala II / Ngomedzap II ($D = 0,12$; $p = 0,78$). Avant les traitements, l'ajustement de la distribution des abondances à celle des modèles théoriques a permis de mettre en évidence des distributions de types Lognormale à Bokito (AIC = 924,69 ; BIC = 927,96) et Obala (AIC = 553,0; BIC = 556,36) et de type Mandelbrot à Ngomedzap

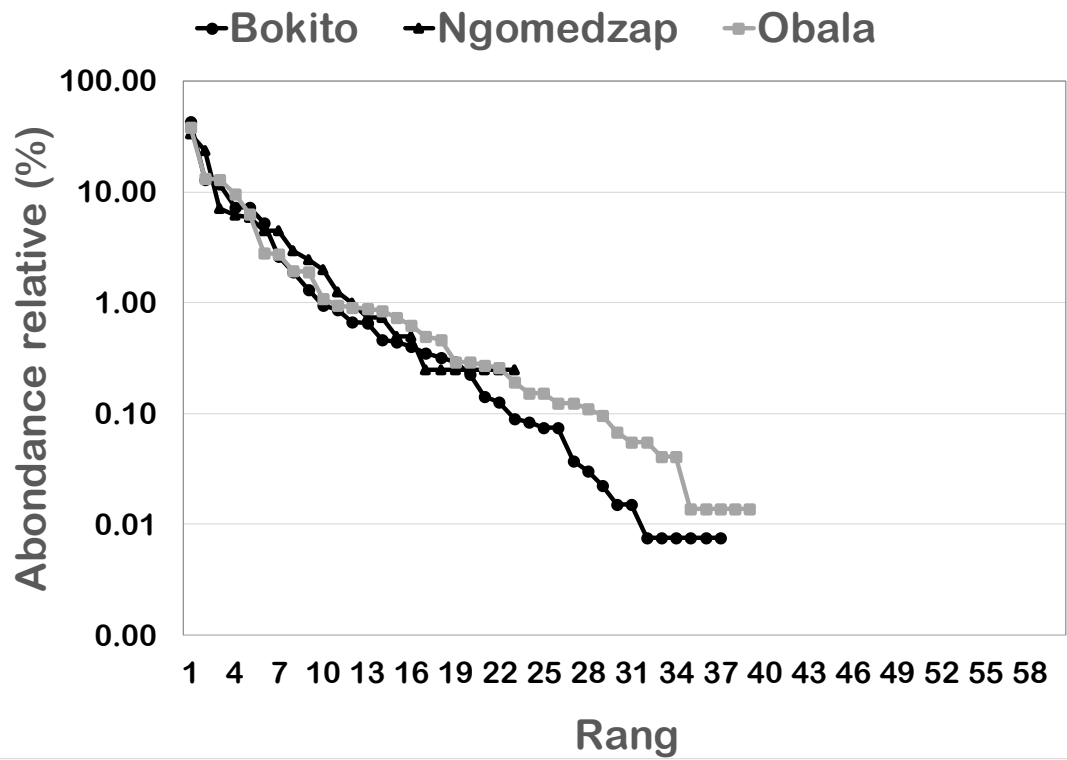
(AIC = 110,82; BIC = 114,36) (Tableau XV). Après les traitements, la communauté de fourmis arboricoles de Bokito a évolué vers un modèle de type Zipf (AIC = 1246,8 ; BIC = 1250,2) alors que celles d'Obala (AIC = 474,29 ; BIC = 479,84) et de Ngomedzap (AIC = 401,87 ; BIC = 407,55) ont été mieux ajustées avec le modèle de Mandelbrot (Tableau XV). Le modèle de distribution de la communauté de fourmis arboricoles de Bokito s'ajuste le mieux avec le modèle Lognormal (forte compétition interspécifique) avant traitement et le Zipf modèle (communauté régit par un modèle de colonisation progressif dans lequel les espèces qui arrivent en dernier lieu ont des besoins plus spécifiques que ceux des espèces pionnières) après recolonisation. A Obala et Ngomedzap, les communautés s'ajustent le mieux avec le modèle de Mandelbrot aussi bien avant qu'après traitements (Tableau XV).

➤ **Distribution des occurrences et ajustement à des modèles théoriques**

Tout comme avec la distribution des abondances, avant et après les traitements l'occupation des arbres est faite suivant un tiercé (Figure 14 C et D). Le premier tiers regroupe les espèces fortement territoriales, aptes à monopoliser un grand nombre d'arbres contigus ou de s'imbriquer dans les espaces contrôlés par les espèces fortement territoriales (10-100 %), le second tiers est occupé par les espèces peu compétitives dans la monopolisation de l'espace (1-10) et le troisième (0,1-1) par les espèces opportunistes qui exploitent les niches vacantes au sein des territoires sous contrôle des dominantes territoriales. A l'exception de Ngomedzap ($D = 0,42$; $p < 0,0001$), le modèle de distribution des communautés sur les arbres n'a pas varié significativement entre les états d'avant et d'après traitements dans les sites d'Obala ($D = 0,12$; $p = 0,69$) et de Bokito ($D = 0,1$; $p = 0,76$). En comparant les sites entre eux, seul, Bokito II et Ngomedzap II ($D = 0,27$; $p = 0,016$) diffèrent significativement à l'opposé d'Obala II et Ngomedzap II ($D = 0,2$; $p = 0,14$) et Bokito II et Obala II ($D = 0,2$; $p = 0,14$) qui n'ont pas varié significativement. Avant les traitements, le modèle d'occupation des arbres s'ajuste le mieux avec le modèle de type Prémption dans tous les sites avant traitements (Tableau XV) ; ce qui traduit une préservation du statut des dominantes numériques dans lesdites communautés. Après recolonisation de la canopée, les meilleurs ajustements théoriques observés correspondent aux modèles Lognormal (AIC = 240,96 ; BIC = 244,66) à Obala II et Mandelbrot (forte tendance chez ceratines espèces à monopoliser un grand nombre d'arbres) à Bokito (AIC = 176,13 ; BIC = 181,27) et Ngomedzap (AIC = 187,98 ; BIC = 193,66) (Tableau XV).

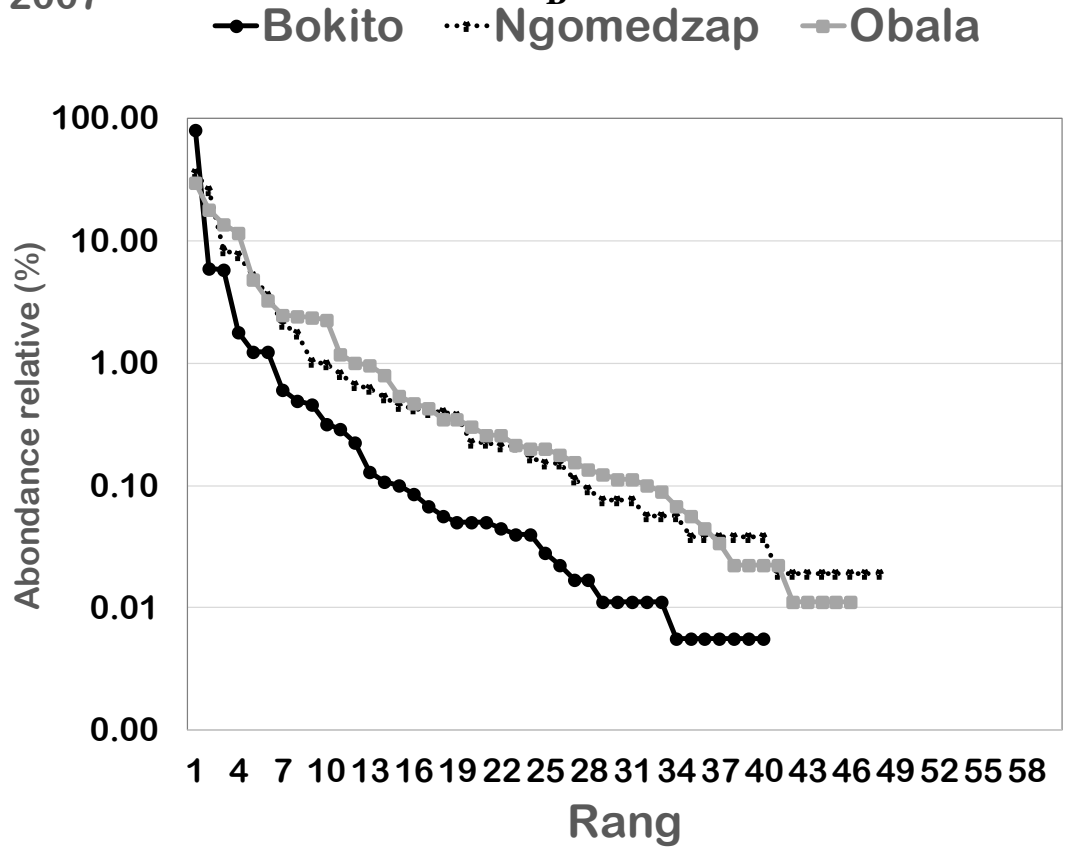
2006

A



2007

B



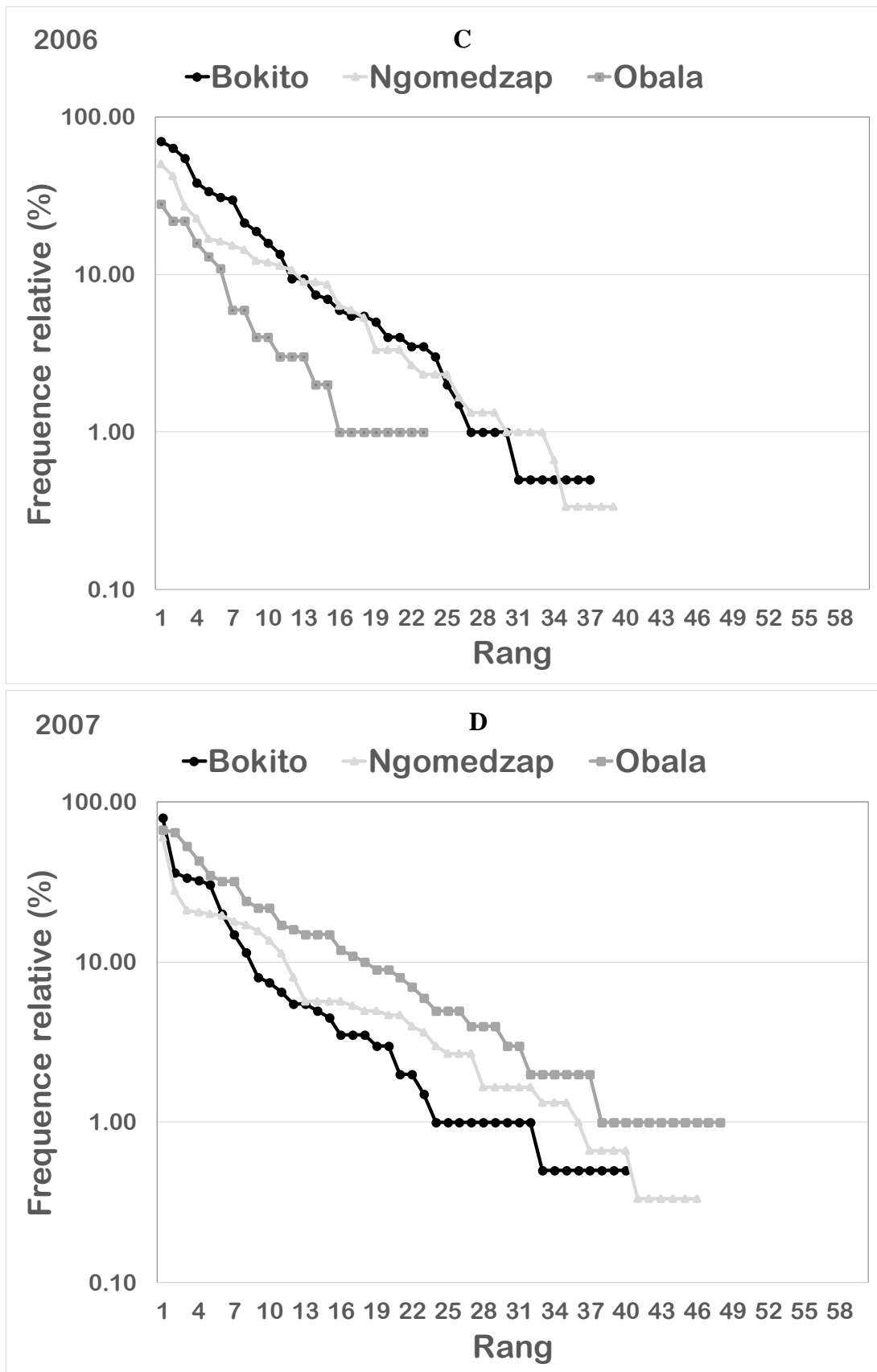


Figure 14: diagramme rang-fréquence mettant en évidence la distribution des abondances avant (A) et après (B) les traitements phytosanitaires et des occurrences des espèces de fourmis sur les arbres avant (C) et après les traitements (D) phytosanitaires de 2006 et 2007 dans les cacaoyères de la Région du Centre

Tableau XV: ajustement aux modèles théoriques des distributions des diagrammes rang-fréquences des communautés de fourmis arboricoles collectées dans les parcelles cacaoyères reconduites de la Région du Centre (2006-2007)

Paramètres	Années	Modèles	Sites								
			Bokito			Obala			Ngomedzap		
			Déviance	AIC	BIC	Déviance	AIC	BIC	Déviance	AIC	BIC
Abondance	2006	Null	15037,70	15235,51	15235,51	7263,79	7465,48	7465,48	186,15	271,46	271,46
		Preemption	2018,46	2218,27	2219,91	1337,44	1541,13	1542,82	53,98	141,293	142,471
		Lognormal	722,88	924,69	927,96	347,30	553,0	556,38	25,53	114,84	117,19
		Zipf	1732,94	1934,75	1938,03	814,03	1019,73	1023,11	41,01	130,32	132,674
		Mandelbrot	752,81	956,62	961,53	299,03	506,72	511,79	19,51	110,82	114,36
	2007	Null	52272,8	52453,8	52453,8	9087,05	9321,41	9321,41	7481,82	7691,28	7691,28
		Preemption	9759,6	9942,6	9944,3	1169,51	1405,87	1407,72	1290,76	1502,22	1504,11
		Lognormal	1226,7	1411,7	1415,1	884,23	1122,59	1126,29	534,14	747,60	751,39
		Zipf	1061,8	1246,8	1250,2	1654,17	1892,53	1896,23	743,06	956,52	960,30
		Mandelbrot	1061,8	1248,8	1253,9	233,93	474,29	479,84	186,41	401,87	407,55
Occurrence	2006	Null	195,52	348,70	348,70	105,70	274,58	274,58	17,40	92,77	92,77
		Preemption	12,65	167,83	169,47	36,17	207,05	208,74	5,55	82,93	84,10
		Lognormal	87,73	244,91	248,19	40,97	213,85	217,23	12,10	91,48	93,84
		Zipf	218,24	375,43	378,70	152,559	325,44	328,82	22,28	101,66	104,02
		Mandelbrot	9,0	168,19	173,10	36,13	211,01	216,08	3,38	84,76	88,29
	2007	Null	255,84	403,36	403,36	147,46	340,00	340,00	65,13	241,91	241,91
		Preemption	72,35	221,87	223,58	74,81	269,36	271,21	11,48	190,23	192,12
		Lognormal	40,55	192,06	195,49	44,41	240,96	244,66	33,87	214,66	218,44
		Zipf	93,44	244,95	248,39	152,68	349,23	352,93	105,40	286,19	289,97
		Mandelbrot	22,61	176,13	181,27	55,41	253,95	259,50	5,20	187,98	193,66

Les valeurs en gras représentent le meilleur modèle d'ajustement théorique. AIC et BIC représentent respectivement le Critère d'Akaike et le Critère Bayésien d'Information.

III.1.3.4. Influence des traitements phytosanitaires sur les populations des espèces de fourmis pré-établies

Parmi les 60 espèces de fourmis collectées entre les deux traitements, seules 11 ont été dominantes avec une abondance relative cumulée supérieure ou égale à $\geq 1\%$ (Annexe 4). Il s'agit des espèces *Atopomyrmex mocquersyi*, *Camponotus acvapimensis*, *Camponotus vividus*, *Cataulacus guineensis*, *Crematogaster clariventris*, *Crematoagster gabonensis*, *Crematoagster striatula*, *Dorylus nigricans*, *Oecophylla longinoda* et *Polyrhachis decemdentata*. Avant les traitements, on a observé une forte dominance numérique des ouvrières d'*O. longinoda* (42,87 %), *Ca. guineensis* (13,14 %), *P. decemdentata* (11,74 %), *Cr. gabonensis* (7,83 %) et *T. aculeatum* (7,37 %) dans le site de Bokito. La communauté d'Obala a été dominée par les populations d'*O. longinoda* (38,80 %), *Cr. gabonensis* (13,33 %) et Ngomedzap respectivement par celles de *Cr. striatula* (23,88 %) et *Cr. clariventris* (33,83 %). Après recolonisation, l'on observe à Bokito une augmentation de l'abondance des populations de *C. acvapimensis* (5,95 %) et *O. longinoda* (80,59 %), par ailleurs une baisse de celle de *T. aculeatum* (1,78 %) et *P. decemdentata* (1,25 %). A Obala, la population de *Cr. gabonensis* (29,98 %) a augmenté et celle de *O. longinoda* a diminué (18,13 %), alors qu'à Ngomedzap la taille des populations de *Cr. striatula* (26,22 %),

T. aculeatum (7,65 %) et *C. vividus* (8,37 %) a augmenté alors que celle de *Cr. clariventris* (5,15 %) a baissé (Annexe 4). De manière générale il se dégage une influence significative des traitements sur les populations de *A. mocquerysi* (Q = 36,19 ; df = 3 ; p < 0,001), *C. acvapimensis* (Q = 63,61 ; df = 5 ; p < 0,001), *C. vividus* (Q = 211,88 ; df = 5 ; p < 0,001), *Ca. guineensis* (Q = 136,15 ; df = 5 ; p < 0,001), *Cr. clariventris* (Q = 53,96 ; df = 5 ; p < 0,001), *Cr. gabonensis* (Q = 305,81 ; df = 5 ; p < 0,001), *Cr. striatula* (Q = 81,18 ; df = 5 ; p < 0,001), *D. nigricans* (Q = 79,07 ; df = 3 ; p < 0,001), *O. longinoda* (Q = 184,54 ; df = 3 ; p < 0,001), *P. decemdentata* (Q = 248,41 ; df = 5 ; p < 0,001) et *T. aculeatum* (Q = 93,94, df = 5 ; p < 0,001) respectivement dans les sites de Bokito (p < 0,05) et de Ngomedzap (p = 0,05). Cependant, dans le site d'Obala, les populations des espèces mises en amont n'ont pas été significativement influencées par les traitements (p > 0,05).

Tableau XVI: influence des traitements phytosanitaires sur la variation des abondances des espèces de fourmis dominantes dans les cacaoyères de la Région du Centre entre 2006 et 2007

Espèces	Sites						Q test
	Bokito		Obala		Ngomedzap		
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	
<i>At. Mocquerysi</i>	349 (2,64)	81 (0,46)	0 (0,00)	215 (4,41)	0 (0,00)	1 (0,02)	-
<i>Ca. guineensis</i>	1739 (13,14) ^a	12 (0,07) ^b	65 (0,90) ^a	42 (0,47) ^a	3 (0,75) ^a	21 (0,40) ^b	Q= 136,15 ; df= 5 ; p< 0,001
<i>D. nigricans</i>	30 (0,23)	0 (0,00)	1 (0,01)	1048 (11,74)	0 (0,00)	1919 (36,17)	-
<i>C. acvapimensis</i>	114 (0,86) ^a	1058 (5,95) ^b	204 (2,81) ^a	290 (3,25) ^a	18 (4,48) ^a	94 (1,77) ^b	Q= 63,61 ; df= 5 ; p< 0,001***
<i>C. vividus</i>	694 (5,24) ^a	223 (1,25) ^b	950 (13,10) ^a	437 (4,90) ^a	18 (4,48) ^a	444 (8,37) ^b	Q= 211,88 ; df= 5 ; p< 0,001***
<i>O. longinoda</i>	5676 (42,87) ^a	14336 (80,59) ^b	2814 (38,80) ^a	1618 (18,13) ^a	0 (0,00)	12 (0,23)	Q= 184,54 ; df= 3 ; p< 0,001***
<i>P. decemdentata</i>	1554 (11,74) ^a	222 (1,25) ^b	458 (6,31) ^a	212 (2,38) ^b	1 (0,25) ^a	2 (0,04) ^b	Q= 248,41 ; df=5 ; p< 0,001***
<i>Cr. clariventris</i>	39 (0,29) ^a	18 (0,10) ^a	199 (2,74) ^a	31 (0,35) ^a	136 (33,83) ^a	273 (5,15) ^a	Q= 53,96 ; df=5 ; p< 0,0001***
<i>Cr. gabonensis</i>	977 (7,38) ^a	1030 (5,79) ^a	967 (13,33) ^a	2675 (29,98) ^b	1 (0,25) ^a	111 (2,09) ^b	Q= 305,81 ; df=5 ; p< 0,0001***
<i>Cr. striatula</i>	250 (1,89) ^a	7 (0,04) ^b	696 (9,60) ^a	1212 (13,58) ^b	96 (23,88) ^a	1391 (26,22) ^b	Q= 81,18 ; df=5 ; p< 0,0001***
<i>T. aculeatum</i>	976 (7,37) ^a	316 (1,78) ^b	14 (0,19) ^a	86 (0,96) ^b	12 (2,99) ^a	406 (7,65) ^b	Q= 93,94 ; df= 5 ; p< 0,0001***

Les valeurs mises entre les parenthèses représentent le pourcentage d'ouvrières collectées au sein d'une espèce donnée. Les lettres différentes indiquent les différences significatives à la suite des comparaisons par paire entre les sites. Q: Chi deux de Friedman, *** indique les différences hautement significatives au seuil de probabilité de 5 %.

III.1.3.5. Processus de recolonisation

Après traitement et recolonisation des parcelles, 35 espèces de fourmis nouvellement installées ont été inventoriées. Ces espèces sont distribuées de manière sporadique dans les communautés en cours de reconstitution. Parmi elles, 11, 13 et 29 ont été collectées respectivement à Bokito, Obala et Ngomedzap. Trois espèces de fourmis sont communes aux trois sites, il s'agit de *Polyrhachis* sp1., *Pheidole* sp1., et *Polyrhachis* sp3. *Polyrhachis monista* est commune aux sites de Bokito et Obala, alors que *Anoplolepis tenella*, *Camponotus* sp2., *Platythyrea* sp., *Cr. pulchella*, *Cataulacus* sp1., *Tapinoma* sp2., et *Ta. ophthalmica* sont communes entre Obala et Ngomedzap. Bokito et Ngomedzap se partagent trois espèces communes : *Ax. bidens*, *Tapinoma* sp2. et *Camponotus* sp3. A propos des espèces uniques dans chaque site prospecté, 4 espèces sont propres à Bokito, 2 à Obala

et 15 à Ngomedzap (Figure 15 A). En rapport avec le milieu de vie et le mode de nidification, les espèces de fourmis nouvellement installées appartiennent à trois groupes : (1) les espèces arboricoles qui incluent celles à nidification indépendante des structures de la plante (*Crematogaster* sp.), celles exploitant les organes de la plante hôte pour édifier des nids (*O. longioda*), enfin, celles nichant dans les structures préexistantes telles que les cavités creuses (*Te. anthracina*) ; (2) les dominantes terricoles à activité arboricole (*M. opaciventris*) et (3) les espèces terricoles à l'instar de *D. nigricans* (Figure 15 B).

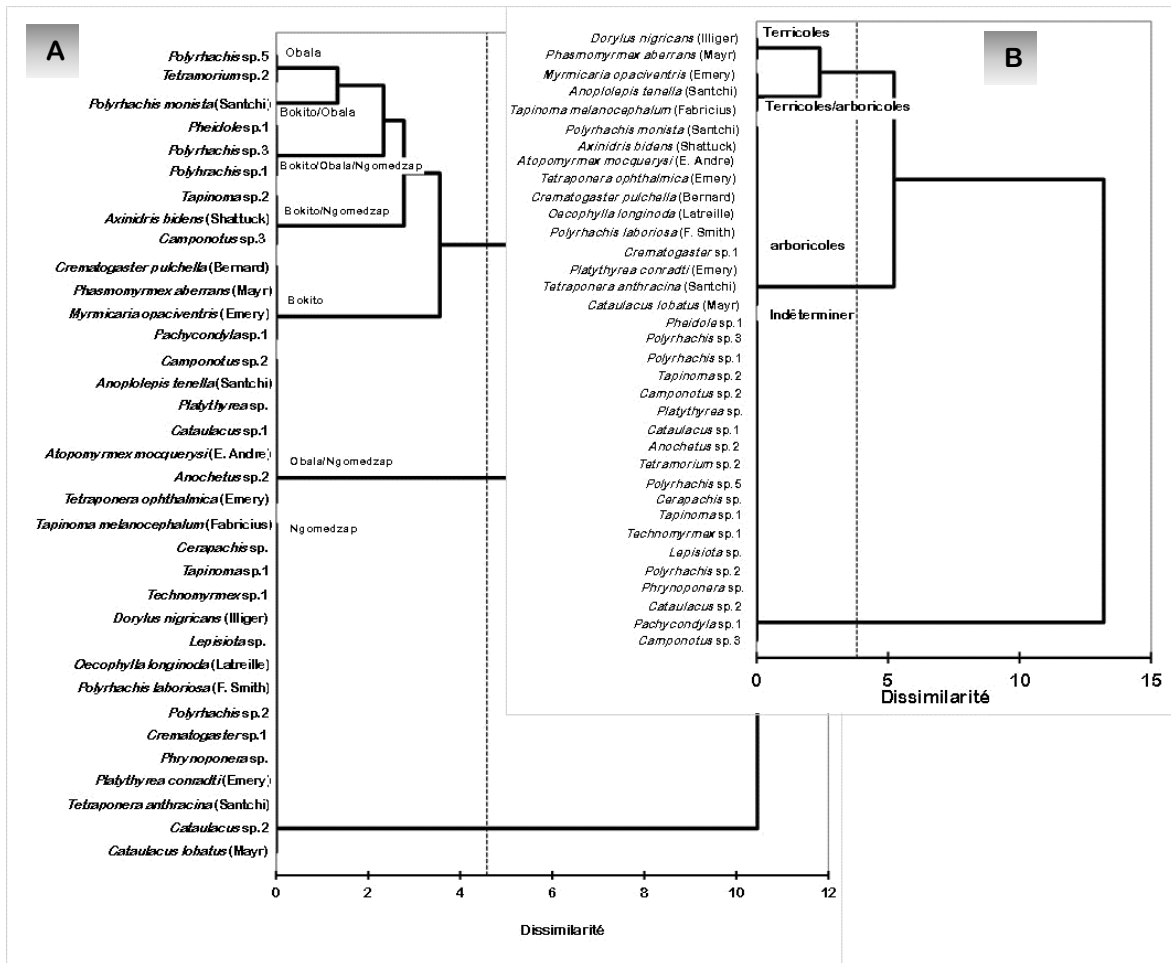


Figure 15 : distribution des espèces de fourmis nouvellement installées dans les cacaoyères de la Région du Centre entre 2006 et 2007 en fonction des habitats (A) et du mode de nidification (B)

A la faveur des traitements phytosanitaires, l'on observe une augmentation de la richesse spécifique globale dans les sites de Bokito (37/40), d'Obala (39/46) et de Ngomedzap (23/48). Toutefois, le nombre moyen d'espèces qui cohabitent par arbre diminue sensiblement. Ainsi, à Bokito, la richesse spécifique est passée de $4,62 \pm 1,60$ (min = 0 ; max = 9) avant le traitement à $3,21 \pm 1,52$ (min = 0 ; max = 7) après le traitement ; il en est de même des plantations d'Obala dans lesquelles la richesse spécifique moyenne est passée de $3,25 \pm 1,72$ (min = 0 ; max = 9) à l'issue du premier traitement à $3,24 \pm 2,12$ (min = 0 ; max = 8) après le second. A l'opposé de Bokito et d'Obala, à Ngomedzap, l'on a

observé une augmentation de la richesse spécifique moyenne par arbre qui est passée de $1,52 \pm 1,41$ (min = 0 ; max = 6) à $5,86 \pm 2,61$ (min = 0 ; max = 14). En raison de l'augmentation de la richesse spécifique globale dans les plantations, une question fondamentale relative à la place et au rôle des espèces nouvellement installées dans la communauté en cours de constitution se dégage. Sont-elles capables d'occuper et contrôler efficacement des territoires laissés vacants et acquérir le statut de dominantes écologiques ? Le stress lié au traitement a entraîné une diminution de la richesse spécifique moyenne par arbre dans certaines communautés étudiées ; ce qui suggère à priori de nouveaux modèles d'appariement entre les espèces. Toutefois, ces appariements sont-ils le fruit du hasard ou résultent-ils d'une intense compétition pour la conquête des niches vacantes ? Dans ce nouvel environnement, si l'on admet que les traitements, en affectant les colonies des espèces dominantes auraient créé des niches vacantes, l'augmentation du niveau de tolérance entre les espèces serait-elle envisageable ?

III.1.3.6. Influence des traitements phytosanitaires sur la structure des communautés de fourmis arboricoles

III.1.3.6.1. Détermination du facteur de structuration des communautés

Avant les traitements, le C-score a permis de mettre en évidence l'existence d'une communauté de fourmis arboricoles fortement structurée dans les cacaoyères de Bokito d'Obala et de Ngomedzap (Tableau XVII). Dans la parcelle de Bokito (2006 A) le C-score observé est supérieur et significativement différent du C-score théorique aussi bien en présence de l'intégralité des espèces (OI = 89,6 ; SI = 87,09 ; $p < 0,0001$) que des espèces dominantes (OI = 723,83 ; SI = 659,6 ; $p < 0,0001$) qui constituent la communauté (Tableau XVII). La même tendance a été observée à Obala (2006). Par contre à Bokito (2006 B), l'hypothèse d'une communauté fortement structurée par un facteur non stochastique n'est possible qu'en présence des dominantes numériques. En effet, après les traitements, le C-score observé a été significativement supérieur au C-score théorique (OI = 594,0 ; SI = 582,19 ; $p < 0,05$). Un résultat similaire a été obtenu dans les cacaoyères de Ngomedzap ; ce qui laisse penser que la destruction des colonies des fourmis dominantes peut être un facteur susceptible de générer un motif de compétition interspécifique entre les espèces colonisatrices (Tableau XVII).

Tableau XVII: évaluation de l'influence des facteurs déterministes dans la structuration des communautés de fourmis dans les parcelles reconduites (2006-2007)

Sites	Années	Toutes les espèces				Espèces dominantes			
		C-score		P-Values		C-score		P-Values	
		SI	OI	Obs ≥ Exp	Obs ≤ Exp	SI	OI	Obs ≥ Exp	Obs ≤ Exp
Bokito	2006A	87,09	89,6	< 0,0001***	1	659,6	723,83	< 0,0001***	1
	2007A	38,45	38,45	0,59	0,41	424,87	437	0,004**	1
	2006B	112,03	112,55	0,26	0,74	582,19	594	0,04*	0,97
	2007B	46,75	47,75	0,04*	0,96	237,95	238,33	0,49	0,67
Obala	2006	53	55,31	0,003**	1	276,81	289,83	0,01*	0,99
	2007	60,44	61,81	0,01*	0,99	144,58	149,17	0,22	0,79
Ngomedzap	2006	41,91	44,55	< 0,0001***	1	167,57	169,83	0,2	0,82
	2007	61,93	62,29	0,18	0,82	471,39	497,7	< 0,0001***	1

* : significatif ; ** : très significatif ; *** : très hautement significatif ; OI : C-Score Observé et SI : C-Score théorique.

III.1.3.6.2. Influence des traitements phytosanitaires sur la structure des communautés de fourmis arboricoles

Dans les quatre parcelles retenues, notre étude de la structure des communautés a porté sur 11 espèces de fourmis dominantes d'un point de vue numérique. Ces espèces ont présenté une abondance relative cumulée ≥ 1 %. Il s'agit des espèces *Dorylus nigricans*, *Camponotus acvapimensis*, *Camponotus vividus*, *Oecophylla longinoda*, *Polyrhachis decemdentata*, *Atopomyrmex mocquersyi*, *Cataulacus guineensis*, *Crematogaster clariventris*, *Crematogaster gabonensis*, *Crematogaster striatula* et *Tetramorium aculeatum* (Annexe 6). Au regard de la composition spécifique des dominantes numériques, on note la présence des dominantes écologiques *sensu stricto* telles que *T. aculeatum*, *O. longinoda*, *Cr. Striatula*, *Cr. gabonensis* et *Cr. clariventris* ainsi que celle des espèces submersives incapables de contrôler et de défendre un territoire. Elles sont représentées par les espèces *C. acvapimensis*, *C. vividus*, et *P. decemdentata*. En raison de son caractère nomade, *D. nigricans* n'a pas été pris en compte dans l'étude.

III.1.3.6.2.1. Influence des traitements sur la nature des interactions biologique

Les traitements phytosanitaires semblent n'avoir pas affecté les populations d'*O. longinoda*, ainsi que celles des espèces appartenant au genre *Crematogaster*. Cependant, on observe l'émergence des espèces submersives telles que *C. acvapimensis* et *C. vividus*. La nature des interactions entre les principales espèces de fourmis est consignée dans la figure 16. Dans les parcelles de Bokito (Bokito 2006 A) avant les traitements phytosanitaire les associations négatives et significatives ont été mises en évidence entre les espèces *O. longinoda* et *Cr. gabonensis* ($r\psi = -0,30$; $p < 0,0001$), *O. longinoda* et *C. vividus* ($r\psi = -0,41$; $p < 0,0001$). Au sein de la même parcelle, il se dégage une association positive et significative entre *Cr. gabonensis* et *C. vividus* ($r\psi = 0,35$; $p < 0,0001$). Dans la parcelle

Bokito B (2006), les associations négatives ont été mises en évidence entre les espèces *Ca. guineensis* et *P. decemdentata* ($r\psi = -0,17$; $p = 0,007$), *T. aculeatum* et *O. longinoda* ($r\psi = -0,29$; $p < 0,0001$) ; le couple d'espèces *Ca. guineensis* et *T. aculeatum* ($r\psi = 0,21$; $p = 0,001$) a été positivement corrélié. Après les traitements, les grandes mutations suivantes ont été observées : dans la parcelle Bokito A (2007), le couple *O. longinoda* et *C. acvapimensis* ($r\psi = -0,16$; $p = 0,012$) a été négativement associé alors que l'association entre *C. acvapimensis* et *Cr. gabonensis* ($r\psi = 0,27$; $p < 0,0001$) a été positive. En outre l'association entre *O. longinoda* et *Cr. gabonensis* a été maintenue négative ($r\psi = -0,32$; $p < 0,0001$). Dans la parcelle Bokito B (2007), *C. acvapimensis* et *T. aculeatum* ont été positivement corréliés ($r\psi = 0,23$; $p = 0,001$) (Figure 16 ; Annexe 7).

Dans la cacaoyère d'Obala, l'organisation de la communauté d'avant les traitements (Obala 2006) a permis de mettre en évidence une association positive et significative entre les espèces *C. vividus* et *Cr. striatula* ($r\psi = 0,15$; $p = 0,016$) et négative entre *Cr. striatula* et *Cr. gabonensis* ($r\psi = -0,49$; $p < 0,0001$) après les traitements (Obala 2007) (Figure 16 ; Annexe 7).

Dans la localité de Ngomedzap, avant les traitements (Ngomedzap 2006) la structure de la communauté reposait principalement sur l'association négative entre *Cr. striatula* et *Cr. clariventris* ($r\psi = -0,21$; $p = 0,001$), après les traitements et la recolonisation (Ngomedzap 2007) de la parcelle, toutes les espèces dominantes ont été positivement associées entre elles ; il s'agit des associations entre les espèces *Cr. striatula* et *T. aculeatum* ($r\psi = 0,18$; $p = 0,006$) et *T. aculeatum* et *C. vividus* ($r\psi = 0,3$; $p < 0,0001$) (Figure 16 ; Annexe 7).

III.1.3.6.2.2. Influence des traitements phytosanitaires sur le statut écologique des espèces de fourmis

Avant les traitements phytosanitaires, seules les espèces *O. longinoda* (ID= 1,0) et *P. decemdentata* (ID= 1,0) avaient atteint le statut de dominantes écologiques dans la parcelle Bokito B (2006). Après les traitements suivis de la recolonisation, seule l'espèce *O. longinoda* a maintenu son statut de dominante écologique avec un ID de 1 alors que *P. decemdentata* est passé au stade d'espèce sous-dominante avec un ID de -0,43 au sein de la même parcelle (Annexe 7). A l'opposé dans les parcelles d'Obala et de Ngomedzap, aucune des espèces recensées n'a atteint le statut de dominante écologique. En effet, les Indices de Dominances ont été $< 0,8$ pour toutes les espèces étudiées, ceci en dépit de leur

dominance numérique (Annexe 7) ; ce qui serait lié aux pressions environnementales diverses auxquelles sont sujettes les colonies de fourmis dans ces localités.

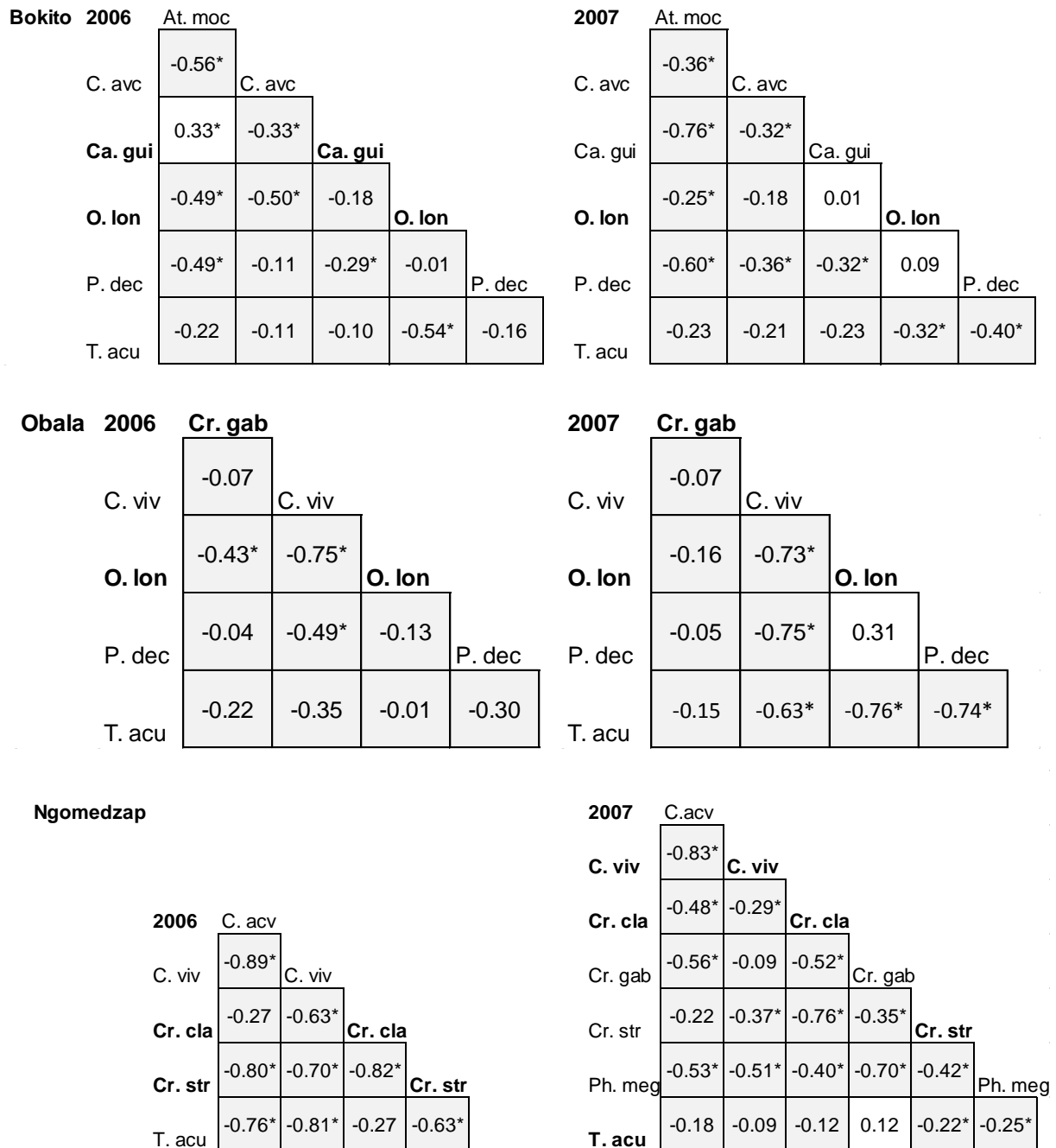


Figure 16: effet des traitements phytosanitaires sur la structure des communautés de fourmis arboricoles de la Région du Centre. La couleur grise symbolise les associations négatives et la couleur blanche représente les associations positives, * : associations significatives au seuil de 5%. Les matrices de corrélation ont été réalisées à l'aide des valeurs du coefficient de corrélation de Spearman, Ca.gui: *Cataulacus guineensis*; C.acv: *Camponotus acvapimensis*; Cr. Cla: *Crematogaster clariventris*, Cr. Str: *Crematogaster striatula*; O.lon: *Oecophylla longinoda*; T.acu: *Tetramorium aculeatum*.

III.1.3.6.2.3. Influence des traitements phytosanitaires sur la relation abondance et fréquence des espèces de fourmis sur les arbres

Avant les traitements phytosanitaires, il se dégage une forte corrélation entre l'abondance des ouvrières et le nombre d'arbres occupés dans les parcelles de Bokito B (2006) ($R^2 = 0,58$) et d'Obala ($R^2 = 0,50$). A l'opposé, la robustesse de la liaison mise en évidence a été faible entre l'abondance et le nombre d'arbres occupés par les ouvrières des dominantes numériques dans les parcelles de Bokito A (2006) ($R^2 = 0,43$) et de Ngomedzap (2006) ($R^2 = 0,46$). Toutefois, l'abondance des ouvrières sur les arbres ainsi que l'espèce ont une contribution significative sur l'explication du nombre d'arbres occupés par une espèce de fourmi dominante donnée dans les parcelles de Bokito A (2006) ($R^2 = 0,43$; $F = 10,85$; $p < 0,0001$), Bokito B (2006) ($R^2 = 0,58$; $F = 9,51$; $p < 0,0001$), Obala (2006) ($R^2 = 0,50$; $F = 16,82$; $p < 0,0001$) et Ngomedzap (2006) ($R^2 = 0,46$; $F = 10,52$; $p < 0,0001$). Après les traitements et la recolonisation, il ressort des analyses que la relation entre l'abondance et le nombre d'arbres occupés par les fourmis a été uniquement forte dans les parcelles de Bokito (Bokito (2007A) ($R^2 = 0,51$; $F = 14,75$; $p < 0,0001$), Bokito (2007 B) ($R^2 = 0,58$; $F = 9,27$; $p < 0,0001$)). Elle a été davantage faible dans les parcelles d'Obala (2007) ($R^2 = 0,41$; $F = 11,79$; $p < 0,0001$) et de Ngomedzap 2007 ($R^2 = 0,24$; $F = 3,99$; $p < 0,0001$) ; ceci laisse envisager que les traitements phytosanitaires contribueraient pour une part importante à rompre la relation entre l'abondance et l'occurrence des fourmis dominantes et par conséquent, traduirait un faible niveau de monopolisation de l'espace. En effet, lorsque considération a été faite sur le statut écologique des espèces d'une part et la valeur de la covariance d'autre part, il ressort des relations positives et significatives pour les espèces *O. longinoda* (Cov = 0,80 ; $p = 0,01$), *P. decemdentata* (Cov = 0,96 ; $p = 0,01$) et *Cr. gabonensis* (Cov = 0,68 ; $p = 0,01$) dans la parcelle Bokito A (2006). Après les traitements, l'on observe au sein de la même parcelle une cassure de l'état initiale caractérisée par l'établissement des corrélations négatives entre le nombre d'ouvrières et celui des arbres occupés chez les espèces *O. longinoda* (Cov = -0,24 ; $p = 0,43$) et *Cr. gabonensis* (Cov = -0,19 ; $p = 0,51$). La situation ainsi mise en évidence dans cette parcelle a été également observée dans les parcelles d'Obala et de Ngomedzap (Annexe 7).

Dans la parcelle Bokito B (2006) l'état initial a été caractérisé par des relations négatives entre l'abondance et nombre d'arbres occupés par les ouvrières de fourmis. A la faveur d'une recolonisation largement dominée par *O. longinoda*, l'on a observé l'établissement des corrélations positives (Annexe 7). Ceci laisse penser que cette espèce de fourmi de par sa forte territorialité peut induire des mutations profondes au sein d'une

mosaïque des fourmis arboricoles par la limitation des aires de fourragement et des sites de nidifications.

Les traitements phytosanitaires semblent avoir un faible impact sur la variation du statut écologique des espèces de fourmis à nidification arboricole. Cependant, les résultats obtenus précédemment mettent en évidence une influence significative des traitements sur les populations des espèces dominantes. Deux hypothèses découlent de ces observations : (1) les populations étudiées auraient acquis une capacité de résistance favorisée par la structure des nids qui leurs procureraient une protection certaine contre les pressions externes et par ricochet un turn-over élevé. De ce fait, elles peuvent maintenir leur territoire d'un point de vue spatial et conserver leur statut écologique ; (2) suite à l'influence de l'effet de bordure, les colonies adjacentes des fourmis dominantes auraient migré et monopolisé, les espaces marginaux et de ce fait auraient masqué l'impact des traitements sur la structure des dites communautés.

III.1.4. Organisation et modélisation de la structure spatiale des communautés de fourmis arboricoles

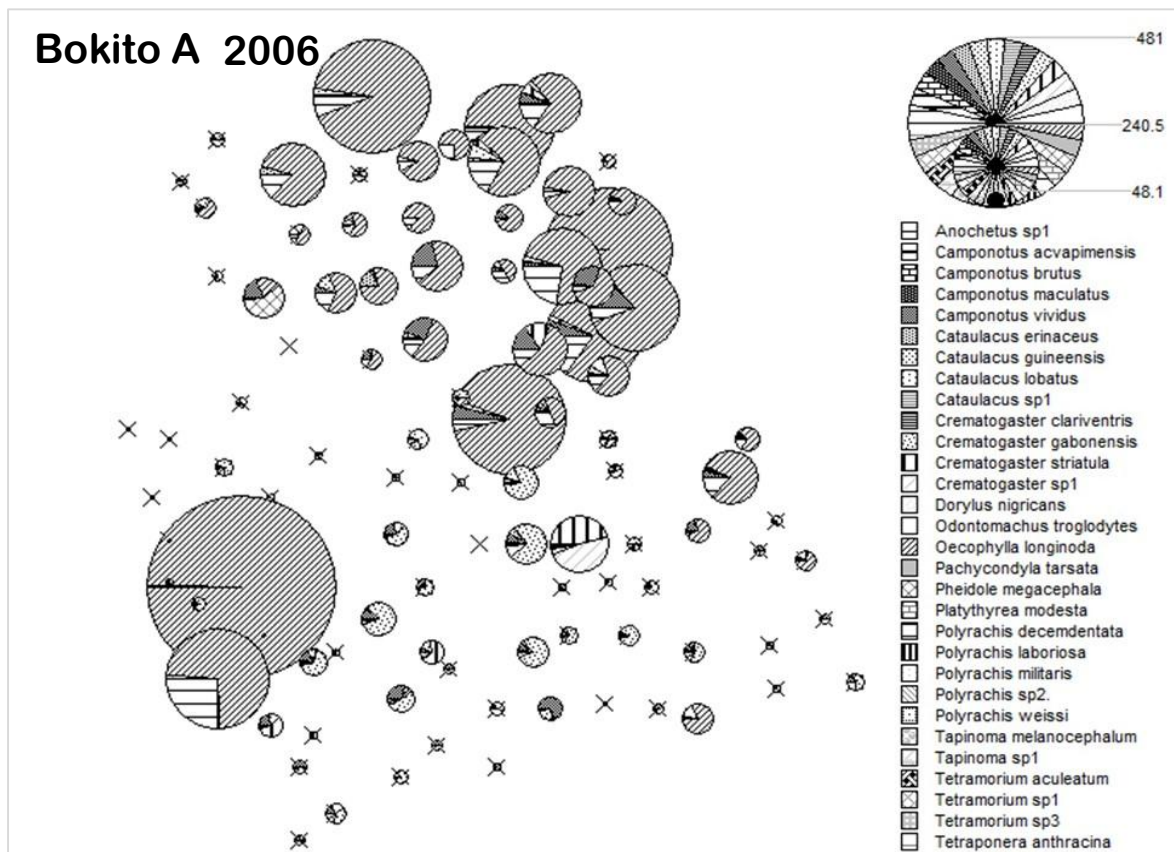
III.1.4.1. Organisation spatiale des communautés des fourmis arboricoles

▪ Cas des cacaoyères de Bokito

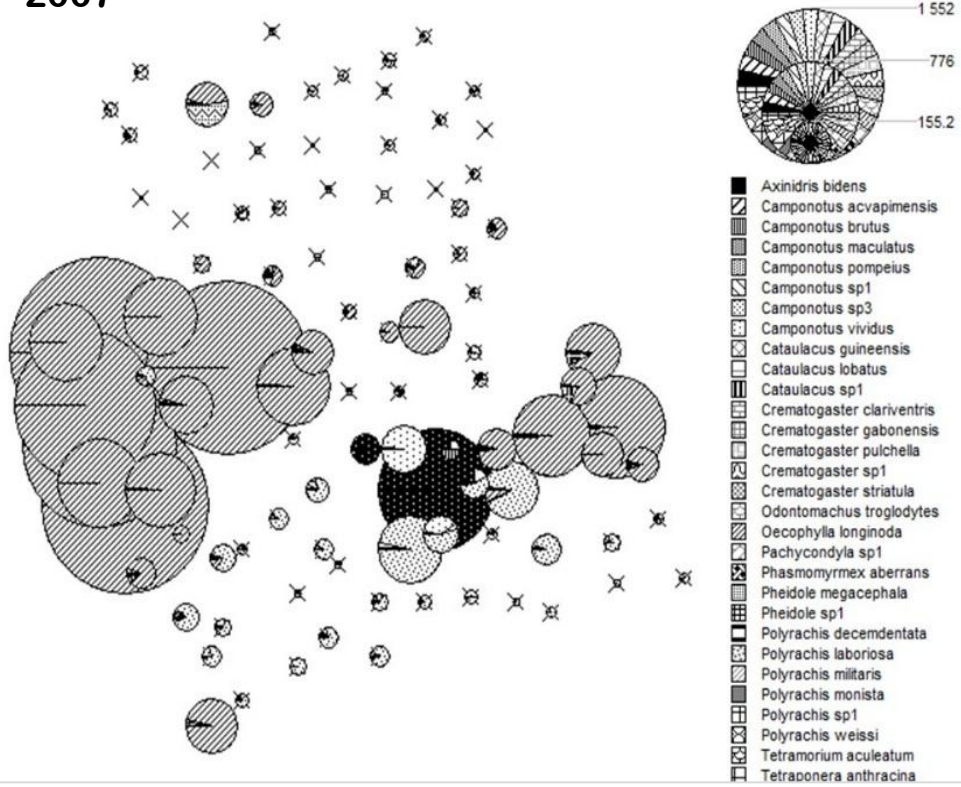
La myrmécofuane de la cacaoyère Bokito A (2006) a été dominée par l'espèce *O. longinoda* avec des densités minimale de 48 et maximale de 481 ouvrières par arbre. Elle fourrage sur les mêmes arbres avec les espèces *P. decemdentata*, *Cr. gabonensis* et *C. vividus*. Sous l'effet des traitements phytosanitaires, on observe un retrecissement des colonies ce qui crée des espaces vides dans la mosaïque (Bokito A ; 2007). Le rétrécissement des colonies ainsi mis en évidence serait favorable à l'installation de nouvelles espèces. Cependant, on observe une extension des colonies de l'espèce *O. longinoda* qui présente des abondances minimales de 155 ouvrières dans les territoires faiblement contrôlés et maximale de 1552 ouvrières dans les territoires sous contrôle. Dans le même temps, les colonies de *Cr. gabonensis* ont également connu des extensions considérables avec cependant des effectifs relativement faibles. L'abondance minimale par arbre a été de 155,2 et l'abondance maximale de 776 ouvrières (Figure 17).

A l'état initial, la communauté de Bokito B (2006) se caractérise par une organisation spatiale dense et compacte avec très peu d'espaces marginaux (Figure 17). Les espèces présentent des effectifs quasi équitables avec une légère tendance en faveur des espèces *O. longinoda* et *Ca. guineensis*. L'abondance moyenne minimale a été de 20,6 et

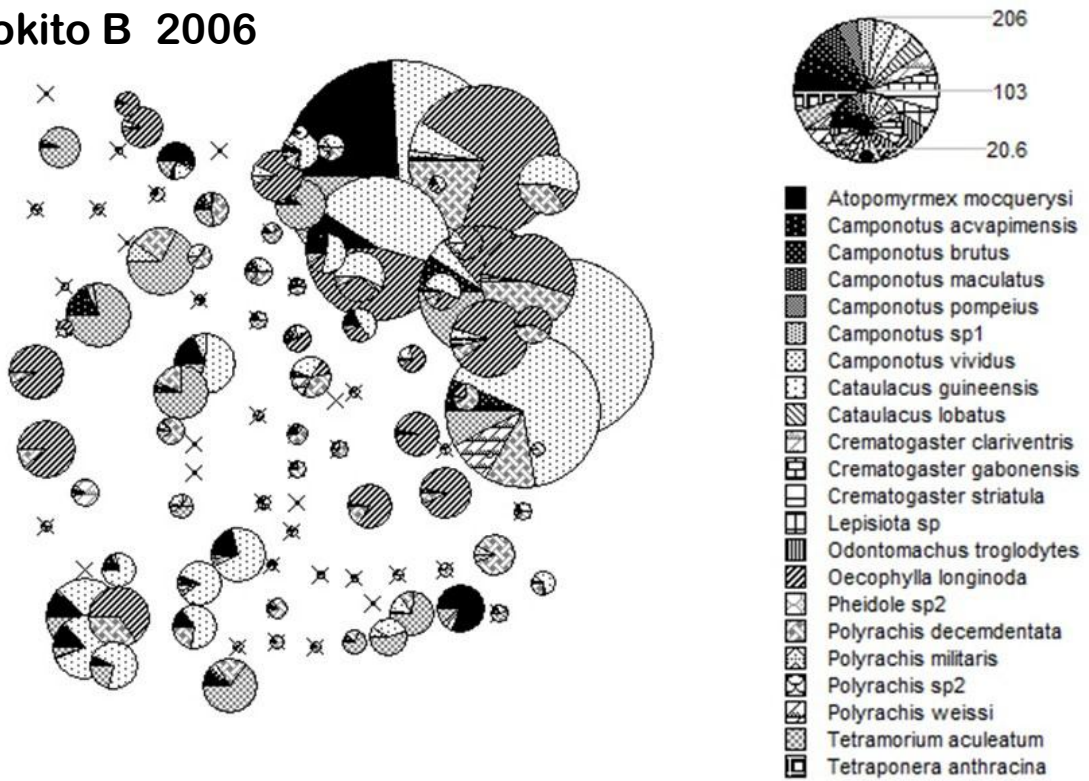
l'abondance moyenne maximale de 206 ouvrières par arbre (Figure 17). Les espèces *O. longinoda* et *T. aculeatum* ont tendance à s'exclure mutuellement ; toutefois, elles fourragent et partagent les mêmes arbres avec les espèces *P. decemdentata*, *Ca. guineensis*, *A. mocquerysi*, *C. brutus* et *C. acvapimensis*. Sous l'effet du lessivage, la taille des colonies a été considérablement réduite pour la plupart des espèces créant ainsi les espaces marginaux dans la mosaïque (Bokito B ; 2007). Seule la population de l'espèce *O. longinoda* semble ne pas avoir été affectée. En effet, elle présente des effectifs les plus importants par arbre soit un minimum de 119,5 sur les arbres site de fourragement et un maximum de 1195 sur les arbres abritant très probablement les nids. L'aire de distribution de *T. aculeatum* s'est rétréci et les colonies se répartissent de façon très disparate dans la cacaoyère, Il en est de même des espèces *P. decemdentata* et de *C. vividus* (Figure 17).



Bokito A 2007



Bokito B 2006



Bokito B 2007

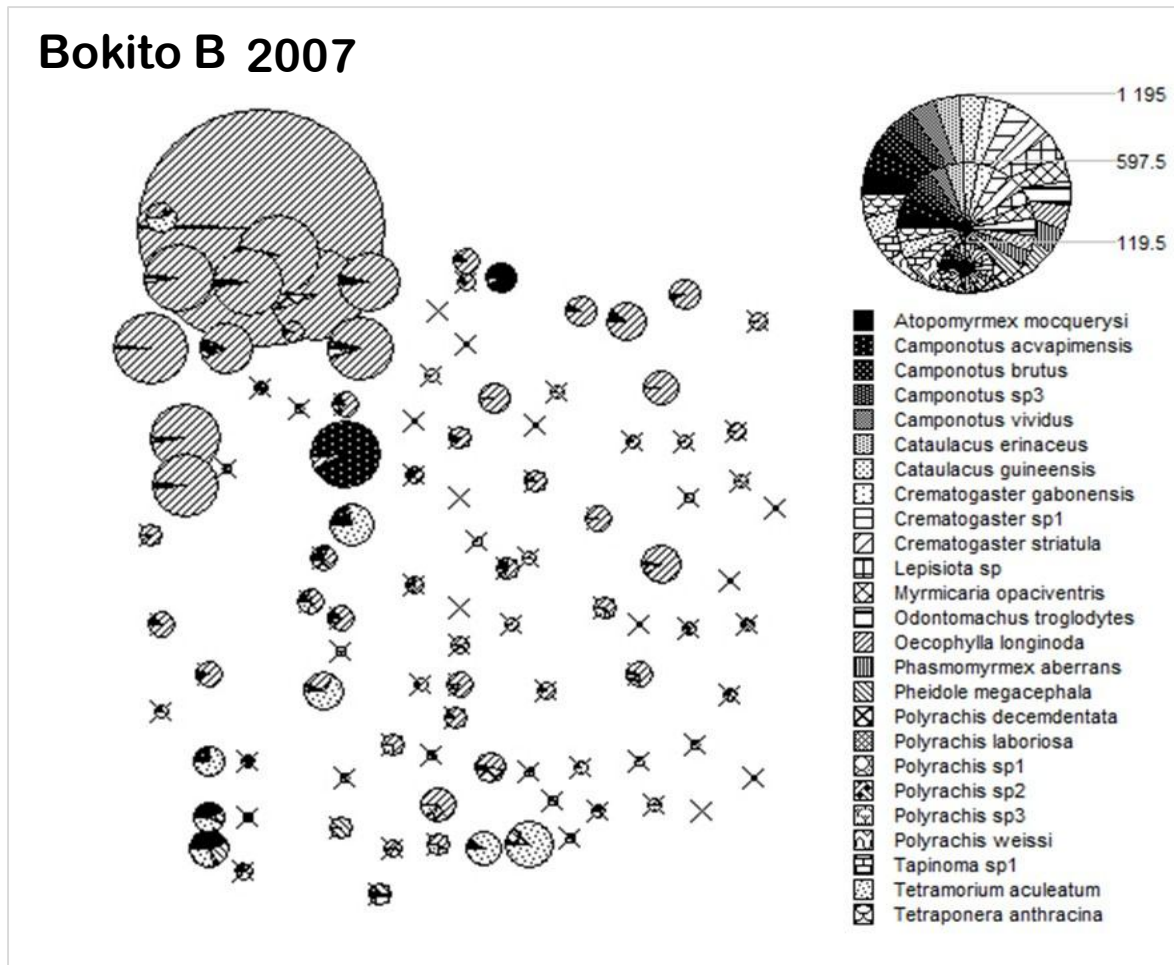


Figure 17 : organisation et influence des traitements phytosanitaires sur la structuration spatiale des communautés de fourmis dans les cacaoyères de la localité de Bokito (2006-2007). Analyse thématique réalisée à l'aide du logiciel Map Info 8.5. Le diamètre du cercle est proportionnel à l'abondance des ouvrières et les croix matérialisent la position des arbres

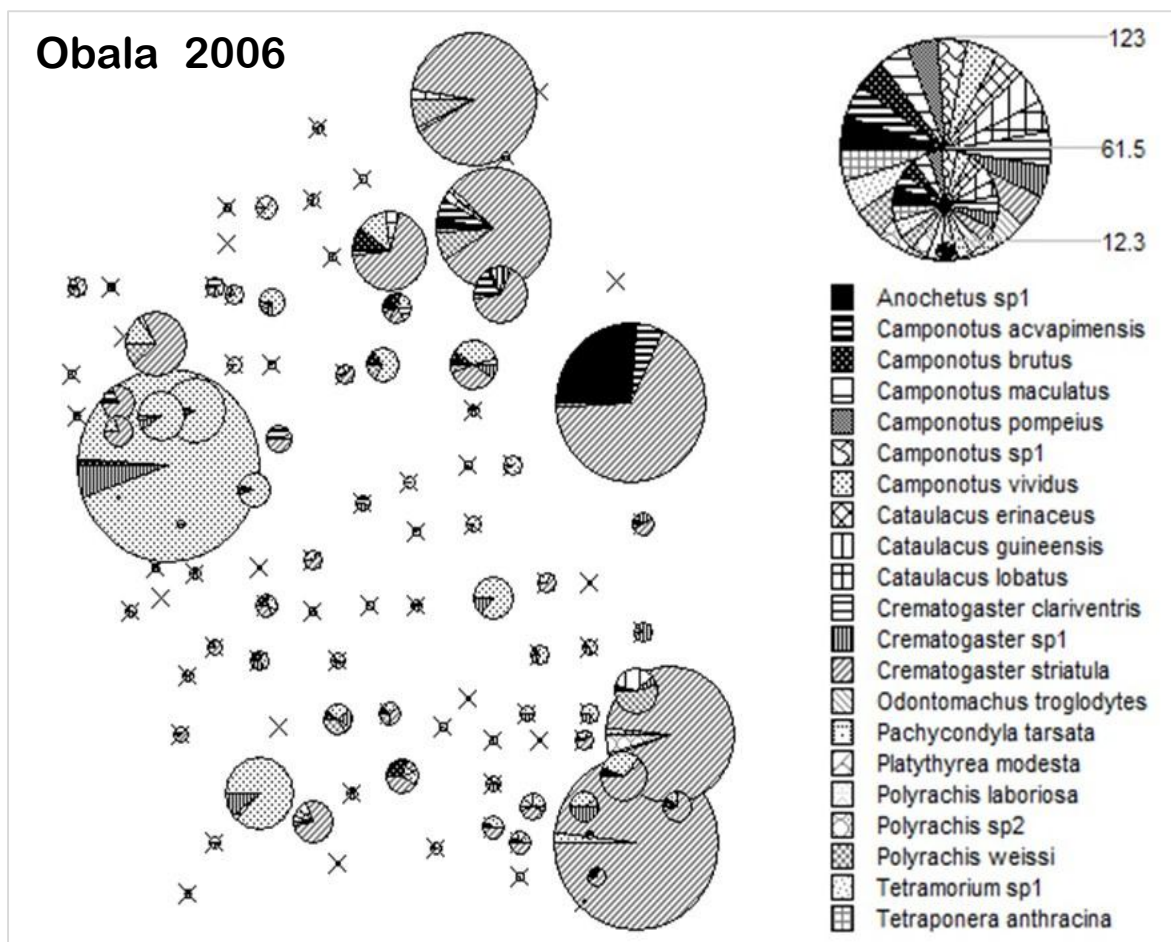
■ Cas des cacaoyères d'Obala

Dans la communauté de fourmis d'avant les traitements, l'espèce *Cr. striatula* a été numériquement dominante avec des effectifs compris entre 12 et 123 individus par arbre respectivement sur les cacaoyers qui servent de site de fourragement et ceux situés à proximité des arbres d'ombrage qui leur servent également de site de nidification. Dans son expansion, elle partage l'espace avec les espèces *C. acvapimensis*, *Ca. guineensis* et *P. weissi* (Figure 18, Obala 2006). Cependant, les cas de chevauchements de territoire ont été mis en évidence avec l'espèce *C. vividus* qui domine également la communauté d'un point de vue numérique. Après traitements et recolonisation (Figure 18 ; Obala 2007), l'espèce *Cr. gabonensis* s'installe avec des effectifs par arbre pouvant varier entre 32 et 322 ouvrières par arbre. Elle colonise rapidement le milieu au détriment de *Cr. striatula*. La fourmi légionnaire, *D. nigricans* bien qu'étant nomade, peut par opportunisme se lancer à l'assaut de la canopée et de ce fait, elle pourrait ne serait-ce que de façon temporaire entrer en

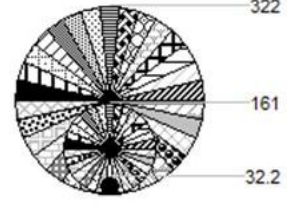
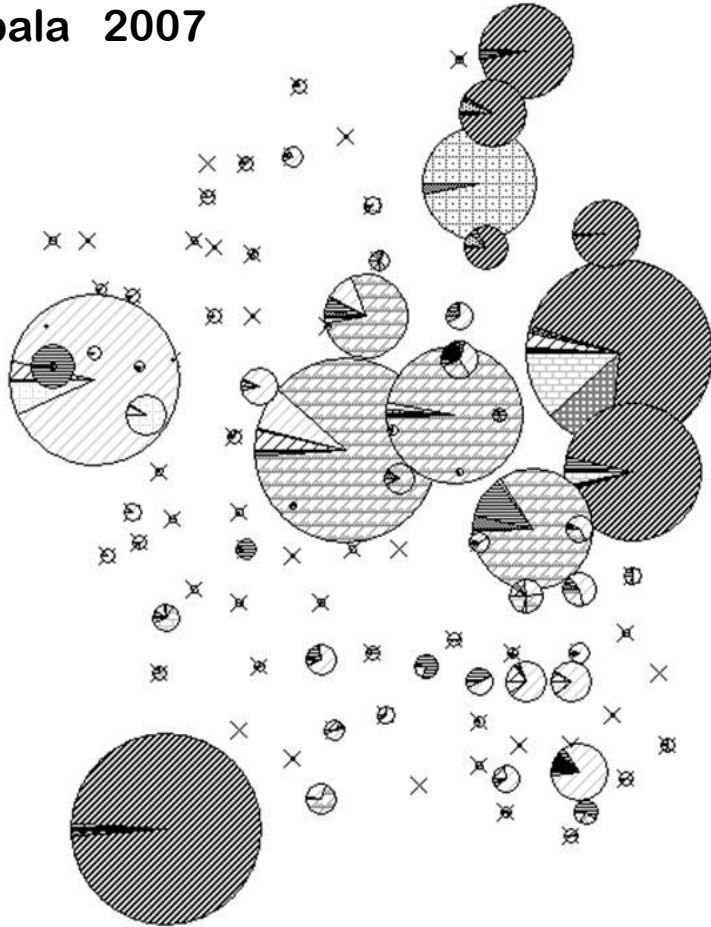
compétition avec les dominantes arboricoles et induire des perturbations au sein de la communauté.

▪ **Cas des cacaoyères de Ngomedzap**

Comparativement aux cacaoyères précédentes, la structure de la communauté de fourmis dans la cacaoyère de Ngomedzap en 2006 n'est pas compacte. En effet, elle présente les effectifs d'ouvrières les plus faibles, le minimum étant de 4 et le maximum de 38 individus par arbre ; ce qui suggère un état de reconstitution après un facteur de perturbation antérieur à notre étude. Seules les espèces *Cr. striatula* et *Cr. clariventris* semblent coloniser et monopoliser véritablement le milieu. Sous l'effet des traitements, *Cr. striatula* et *Cr. clariventris* vont étendre leur aire de distribution au-delà des limites territoriales initiales (Figure 18 ; Ngomedzap 2007). Les effectifs par arbre connaissent également une augmentation considérable ; ils sont compris entre 42 et 421 ouvrières par arbres. Tout comme dans la parcelle d'Obala après les traitements, la fourmi nomade *D. nigricans* a fortement colonisé la canopée des arbres pouvant ainsi entraîner ne serait ce que de manière temporaire un déséquilibre au sein de la communauté.

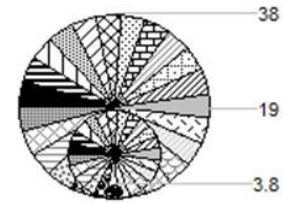
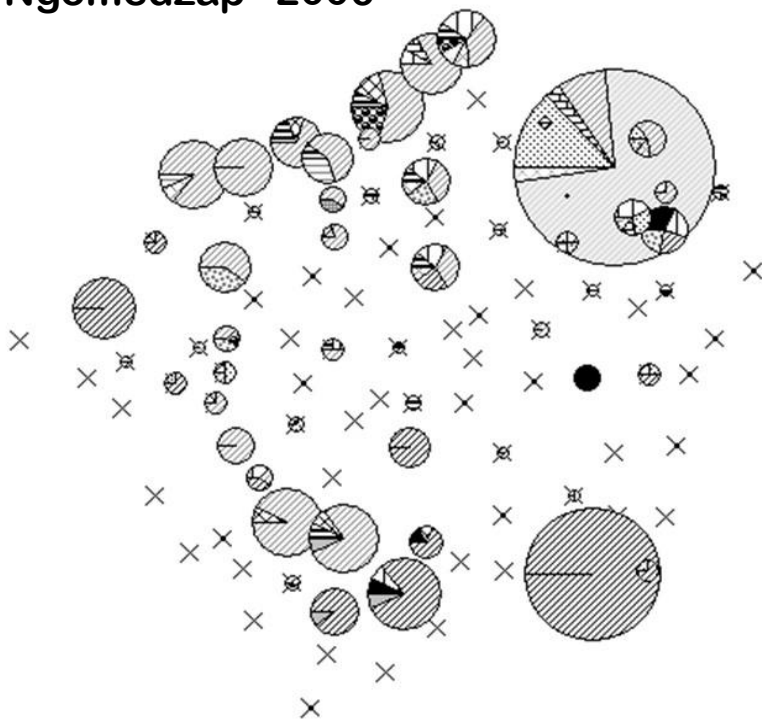


Obala 2007



- Anochetus sp1
- Anochetus sp2
- Atopomyrmex mocquersyi
- Camponotus acvapimensis
- Camponotus brutus
- Camponotus maculatus
- Camponotus sp1
- Camponotus vividus
- Cataulacus erinaceus
- Cataulacus guineensis
- Cataulacus lobatus
- Cataulacus sp1
- Crematogaster clariventris
- Crematogaster gabonensis
- Crematogaster striatula
- Dorylus nigricans
- Odontomachus troglodytes
- Oecophylla longinoda
- Phasmomyrmex aberrans
- Pheidole megacephala
- Platythyrea modesta
- Polyrachis decemdentata
- Polyrachis laboriosa
- Polyrachis sp2
- Polyrachis monista
- Polyrachis sp1
- Polyrachis weissi
- Tapinoma sp1
- Tetramorium aculeatum
- Tetramorium sp2

Ngomedzap 2006



- Anochetus sp1
- Camponotus acvapimensis
- Camponotus brutus
- Camponotus maculatus
- Camponotus pompeius
- Camponotus sp1
- Camponotus vividus
- Cataulacus guineensis
- Crematogaster clariventris
- Crematogaster gabonensis
- Crematogaster striatula
- Myrmecaria opaciventris
- Pachycondyla tarsata
- Pheidole megacephala
- Pheidole sp2
- Platythyrea modesta
- Polyrachis decemdentata
- Polyrachis militaris
- Polyrachis weissi
- Tetramorium aculeatum
- Tetramorium sp1
- Tetramorium sp2
- Tetramorium sp3

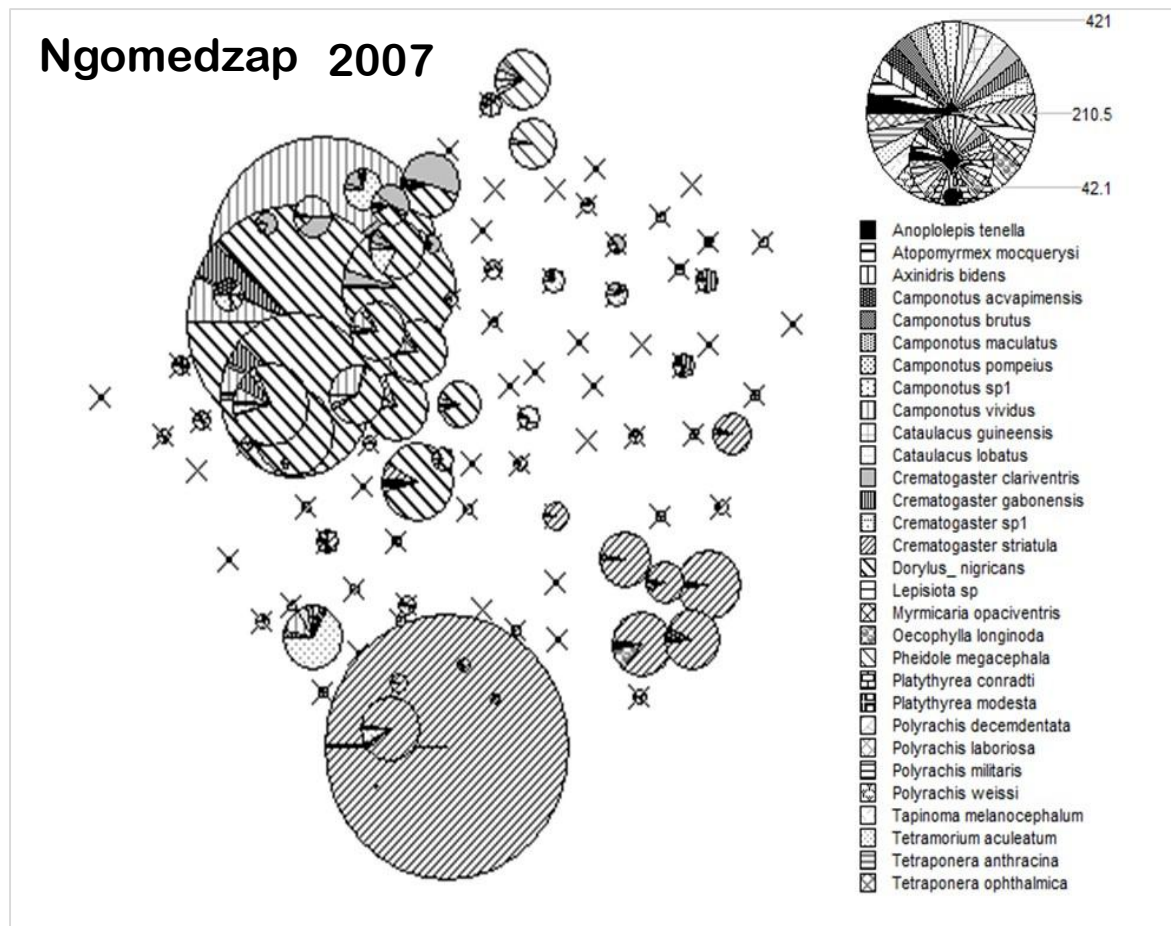


Figure 18: organisation et influence des traitements phytosanitaires sur la structuration spatiale des communautés de fourmis dans les cacaoyères de la localité d’Obala et de Ngomedzap (2006-2007). Analyse thématique réalisée à l’aide du logiciel Map Info 8.5. Le diamètre des cercles est proportionnel à l’abondance des ouvrières et les croix matérialisent la position des arbres

Les traitements phytosanitaires ont un impact sur l’organisation spatiale et la répartition des pachts des fourmis arboricoles dominantes. Il se dégage des cartes de distribution spatiale, la création des espaces vides entre les colonies, lesquelles sont colonisées par les espèces submersives caractérisées par leurs faibles effectifs. L’influence des activités anthropiques sur la distribution des fourmis étant formellement établie, qu’en est-il de la contribution des autres facteurs et notamment celle de l’ombrage qui résulte de l’aménagement des parcelles dans l’optique de gérer efficacement la pression des maladies fongiques et des ravageurs.

III.1.4.2. Influence de l'ombrage sur la structure spatiale des communautés de fourmis

▪ Modèle de distribution

L'hypothèse nulle selon laquelle la distribution d'une population suit un modèle binomial négatif de type II ($p > 0,05$) implique un modèle de distribution agrégé. L'hypothèse alternative traduit l'effet d'une distribution de Poisson donc aléatoire ($p \leq 0,05$). Pour tous les échantillons collectés durant les deux années, la variance a été supérieure à la moyenne, ce qui suggère une distribution agrégée (Tableau XVIII). De plus, la valeur de l'indice de dispersion K est faible dans toutes les parcelles avec une moyenne de $0,21 \pm 0,14$. Cependant, en fonction des échantillonnages, la valeur de K est comprise entre 0,02 (minimum) pour *C. acvapimensis* (Bokito A, 2006) et 0,61 (maximum) pour *P. decemdentata* (Bokito B, 2007). La comparaison à l'aide du test de chi-deux de la distribution observée à la distribution binomiale a permis d'obtenir des valeurs de probabilité au-dessus de 5 % pour la majorité des espèces, ce qui confère une distribution agrégée, à l'exception des espèces *Cr. gabonensis* (Bokito A, 2006 ; Obala 2007), *C. acvapimensis* et *O. longinoda* (Bokito A et B, 2007) et *C. vividus* (Obala 2006, Ngomedzap 2007) (Tableau XVIII). Toutefois, les valeurs de la variance très élevée pour certaines espèces (*O. longinoda* en l'occurrence) sont révélateurs d'un mauvais ajustement au modèle binomial négatif.

Tableau XVIII: modèle de distribution des fourmis sous influence des traitements phytosanitaires dans les cacaoyères de la Région du Centre entre 2006 et 2007

Sites	Année	Espèces dominantes	Paramètres de densité (ind/arbre)			Distribution binomiale négative			
			Max	Moyenne	Variance	K	χ^2 obs.	P	
Bokito A	2006	<i>Camponotus vividus</i>	43	5,81	66,07	0,56	2,91	0,234	
		<i>Crematogaster gabonensis</i>	73	9,63	247,68	0,39	4,85	0,088	
		<i>Oecophylla longinoda</i>	470	42,34	6022,97	0,30	0,61	0,739	
		<i>Polyrhachis decemdentata</i>	63	6,59	112,00	0,41	2,08	0,354	
	2007	<i>Camponotus acvapimensis</i>	703	8,66	5056,89	0,02	8,43	0,015*	
		<i>Crematogaster gabonensis</i>	240	10,44	942,19	0,12	6,13	0,047*	
<i>Oecophylla longinoda</i>		1550	106,27	84363,50	0,13	13,76	<0,01*		
Bokito B	2006	<i>Cataulacus guineensis</i>	206	16,43	1314,07	0,21	4,27	0,118	
		<i>Oecophylla longinoda</i>	173	15,41	967,00	0,25	5,46	0,065	
		<i>Polyrhachis decemdentata</i>	68	9,17	148,29	0,61	1,56	0,458	
		<i>Tetramorium aculeatum</i>	80	9,78	390,34	0,25	25,09	<0,01*	
	2007	<i>Camponotus acvapimensis</i>	123	2,06	151,69	0,03	7,93	0,019*	
		<i>Oecophylla longinoda</i>	1195	32,22	15358,36	0,07	7,55	0,023*	
Obala	2006	<i>Camponotus vividus</i>	115	5,42	169,78	0,18	7,07	0,029*	
		<i>Crematogaster striatula</i>	110	7,02	331,31	0,15	4,65	0,098	
	2007	<i>Crematogaster gabonensis</i>	260	11,37	826,90	0,16	6,49	0,039*	
		<i>Crematogaster striatula</i>	315	12,01	2365,42	0,06	4,93	0,085	
	Ngomedzap	2006	<i>Crematogaster clariventris</i>	12	1,36	7,89	0,28	3,78	0,151
			<i>Crematogaster striatula</i>	26	0,96	10,60	0,10	3,60	0,166
2007		<i>Camponotus vividus</i>	160	4,44	279,56	0,07	8,46	0,015*	
		<i>Crematogaster striatula</i>	420	13,91	2127,74	0,09	5,04	0,080	
		<i>Tetramorium aculeatum</i>	68	4,06	80,40	0,22	4,13	0,127	

* : distribution aléatoire $P \leq 0,05$; $P > 0,05$ distribution agrégée ; ind/arbre : individus par arbre

▪ **Modèle de distribution spatiale des fourmis dominantes**

L'ajustement des modèles de distribution spatiale des fourmis aux modèles de distribution théoriques a permis de mettre en évidence trois modèles de distribution spatiales : exponentiel, linéaire et l'effet pépité pure. L'évaluation de la qualité du modèle à l'aide du WLS (Weighted Least Squared) a été globalement satisfaisante avec des valeurs comprises entre 0,0007 et 0,039 (Tableau XIX). Il se dégage des semivariogrammes une variation des modèles de distribution spatiales en fonction des espèces de fourmis d'une part et des échantillons d'autre part. Ainsi, la distribution spatiale de l'espèce *Crematogaster gabonensis* a suivi un modèle exponentiel pour les échantillonnages de BokitoA-2006 (Figure 19 A) et BokitoA-2007 (Figure 19 B), et un effet pépité pure pour Obala-2007 (Figure 20 B). Les deux modèles exponentiels ainsi mis en évidence pour *Cr. gabonensis* présentent une grande proportion de la pépité (plus de la moitié du seuil) (Tableau XIX) ; ce qui traduit une structuration spatiale partielle pour les populations de *Cr. gabonensis* dans les échantillons de BokitoA-2006 et BokitoA-2007 et l'absence totale de structure spatiale pour l'échantillon Obala-2007.

La distribution spatiale de *C. vividus* a suivi un modèle exponentiel pour les échantillons de Bokito A-2006 (Figure 19 A), Obala-2006 (Figure 20 A) et Ngomedzap-2007 (Figure 20 D). La pépité est proche de 0 pour Bokito A-2006 et Obala-2006 ; ce qui traduit une forte structuration spatiale de ces populations dans les deux échantillons. Cependant, la portée est très variable (elle a été comprise entre 22,9 m pour Bokito A-2006 et 3,0 m pour Obala-2006), ce qui suggère différents niveaux de structuration dans la distribution. Dans l'échantillon de Ngomedzap-2007, la portée a atteint 98,2 m de plus la pépité a été plus élevée que le seuil (Figure 20 D) ; ce qui suggère une absence de structuration dans la distribution spatiale de la population de *C. vividus* pour l'échantillon considéré.

Les populations d'*Oecophylla longinoda* ont suivi un modèle linéaire pour Bokito A-2006 (Figure 19 A) et exponentiel pour Bokito A-2007 (Figure 19 B), Bokito B-2006 (Figure 19 C) et Bokito B-2007 (Figure 19 D). La pépité a été très proche de 0 ou faible pour l'ensemble des quatre échantillons ce qui suggère une forte structuration spatiale. Pour les modèles linéaires, le pallier n'a pas été atteint pour la distance maximale fixée à 20 m pour le calcul de la semivariance ; de ce fait l'étendu de la portée est infini. Ainsi, le modèle linéaire obtenu pour Bokito A-2006 suggère une dépendance spatiale constante pour les populations d'*O. longinoda* au-delà de la distance d'échantillonnage totale (Tableau XIX).

Le modèle exponentiel mis en évidence dans la distribution spatiale des échantillons de Bokito A-2007, Bokito B-2006 et Bokito B-2007 a une portée de 33,4 m, 63,9 m et 16,8 m respectivement, ce qui suggère une forte dépendance spatiale pour les populations d'*O. longinoda* dans les limites de l'aire d'échantillonnage ou largement au-delà pour l'échantillon de Bokito B-2006. La distribution spatiale des populations de *Cr. striatula* s'ajuste le mieux avec un modèle exponentiel pour les échantillons Obala-2006 (Figure 20 A) et Ngomedzap-2006 (Figure 20 C) et linéaire pour Obala-2007 (Figure 20 B) et Ngomedzap-2007 (Figure 20 D). Pour les modèles sus cités, la pépité est proche de 0 ce qui révèle une forte structuration dans la distribution spatiale. Le modèle exponentiel a une portée de 4,3 m pour Obala-2006 et 6,5 m pour Ngomedzap-2006 suggère une forte indépendance spatiale pour les populations de *Cr. striatula* au-delà de la surface comprise entre 1 et une douzaine de pieds de cacaoyers (Tableau XIX).

Dans les échantillons d'Obala-2007 et de Ngomedzap-2007, la distribution spatiale de *Cr. striatula* a suivi un modèle linéaire ; ce qui révèle une constance dans la dépendance spatiale pour ces populations au-delà de l'aire d'échantillonnage (Tableau XIX). La distribution spatiale de *P. decemdentata* a suivi une distribution linéaire pour l'échantillon de Bokito A-2006 (Figure 19 A) et un effet pépité pure dans l'échantillon de Bokito B-2006 (Figure 19 C). La pépité est modérée pour l'échantillon de Bokito A-2006, ce qui suggère une structuration partielle dans la distribution spatiale des populations de *P. decemdentata* avec une dépendance spatiale constante au-delà de la distance échantillonnée.

Un effet pépité pure a été mis en évidence dans la distribution spatiale de *C. acvapimensis* dans l'échantillon de Bokito A-2007 (Figure 19 B) et un modèle exponentiel pour l'échantillon de Bokito B-2007 (Figure 19 D). Pour ce dernier échantillon, la population a été fortement structurée avec une portée de 7,6 m (Tableau XIX).

Les populations de *T. aculeatum* ont été distribuées suivant un modèle exponentiel avec une pépité nulle pour les échantillons de Bokito B-2006 et Bokito B-2007, avec des portées de 3,8 m et 4,7 m respectivement. A l'opposer, à Ngomedzap-2007 un effet pépité pure a été observé (Figure 20 D). Finalement, *Ca. guineensis* et *Cr. clariventris* présentent un modèle exponentiel pour Bokito B-2006 (Figure 19 C) et linéaire pour Ngomedzap-2006 (Figure 20 C), respectivement. La variance de la pépité est élevée pour les deux échantillons ce qui suggère une faible structuration dans la distribution spatiale des populations des espèces *Ca. guineensis* et *Cr. clariventris* (Tableau XIX).

Tableau XIX : recapitulatif des paramètres des semivariogrammes mettant en évidence le modèle de distribution de quelques espèces de fourmis dominantes

Sites	Années	Espèces	Modèles	WLS	Ø	T ²	δ ²
Bokito A	2006	<i>Camponotus vividus</i>	Exponentiel	0,0044	22,87	0,00	0,31
		<i>Crematogaster gabonensis</i>	Exponentiel	0,0076	122,44	0,24	0,55
		<i>Oecophylla longinoda</i>	Linéaire	0,0054	Inf	0,09	0,04
		<i>Polyrachis decemdentata</i>	Linéaire	0,0020	Inf	0,08	0,01
	2007	<i>Camponotus acvapimensis</i>	Pépité pure	0,0098	0,00	0,21	0,00
		<i>Crematogaster gabonensis</i>	Exponentiel	0,0030	72,13	0,21	0,30
		<i>Oecophylla longinoda</i>	Exponentiel	0,0390	33,40	0,00	1,55
Bokito B	2006	<i>Cataulacus guineensis</i>	Exponentiel	0,0140	34,26	0,22	0,40
		<i>Oecophylla longinoda</i>	Exponentiel	0,0041	63,87	0,16	0,76
		<i>Polyrachis decemdentata</i>	Exponentiel	0,0029	2,84	0,25	0,00
		<i>Tetramorium aculeatum</i>	Exponentiel	0,0051	3,81	0,00	0,38
	2007	<i>Camponotus acvapimensis</i>	Exponentiel	0,0012	7,61	0,00	0,12
		<i>Oecophylla longinoda</i>	Exponentiel	0,0093	16,83	0,13	0,30
		<i>Tetramorium aculeatum</i>	Exponentiel	0,0015	4,74	0,00	0,17
Obala	2006	<i>Camponotus vividus</i>	Exponentiel	0,0031	3,04	0,00	0,21
		<i>Crematogaster striatula</i>	Exponentiel	0,0108	4,31	0,00	0,31
	2007	<i>Crematogaster striatula</i>	Linéaire	0,0104	Inf	0,00	0,02
		<i>Crematogaster gabonensis</i>	Pépité pure	0,0096	0,00	0,33	0,00
Ngomedzap	2006	<i>Crematogaster clariventris</i>	Linéaire	0,0007	1,00	0,08	0,00
		<i>Crematogaster stiatula</i>	Exponentiel	0,0020	6,55	0,00	0,09
	2007	<i>Camponotus vividus</i>	Exponentiel	0,0015	98,18	0,11	0,37
		<i>Crematogaster stiatula</i>	Linéaire	0,0055	Inf	0,04	0,03
		<i>Tetramorium aculeatum</i>	Pépité pure	0,0016	0,00	0,19	0,00

T² (Tho) : représente la pépité ; Ø (Phi) : la portée ; Inf : Infini et δ² (Sigma carré) : le seuil

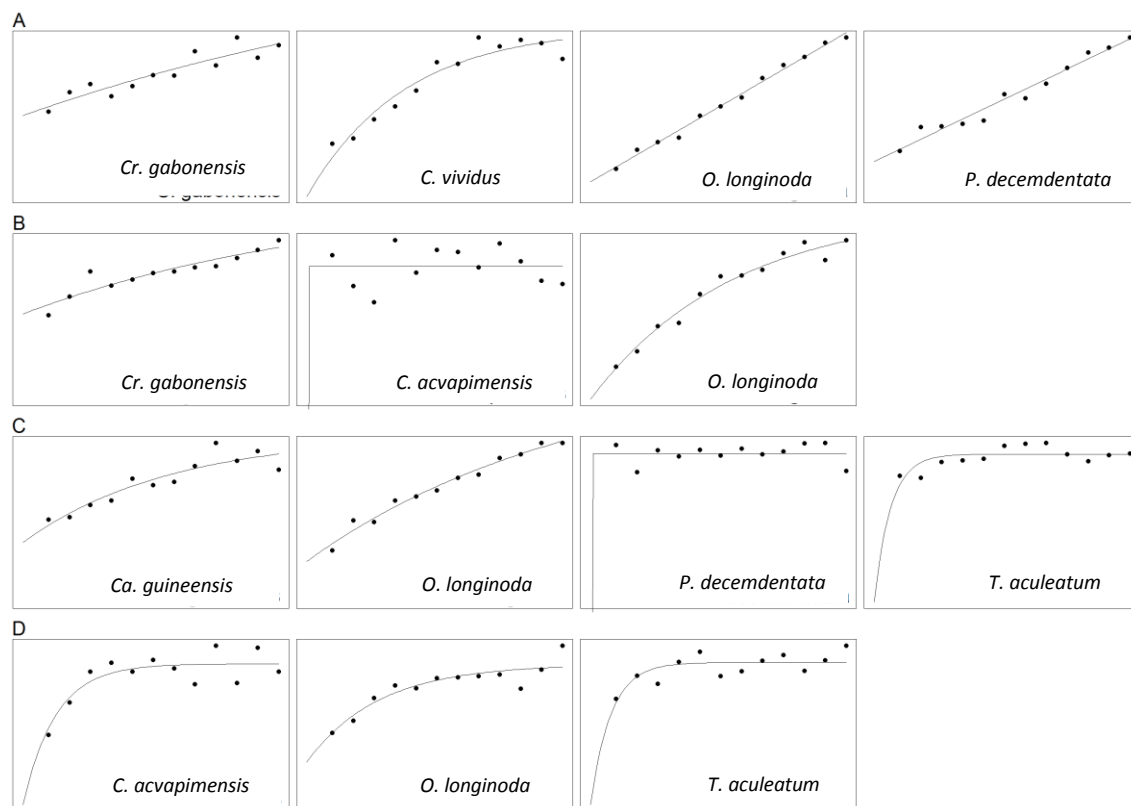


Figure 19 : semivariogrammes mettant en évidence le modèle de distribution spatial de quelques espèces de fourmis dominantes dans les cacaoyères de la Région du Centre. Les points représentent le semivariogramme empirique et la ligne l'ajustement paramétrique correspondant aux meilleures modèles théoriques ; A : Bokito A (2006) ; B : Bokito A (2007) ; C : Bokito B (2006) ; D : Bokito B (2007)

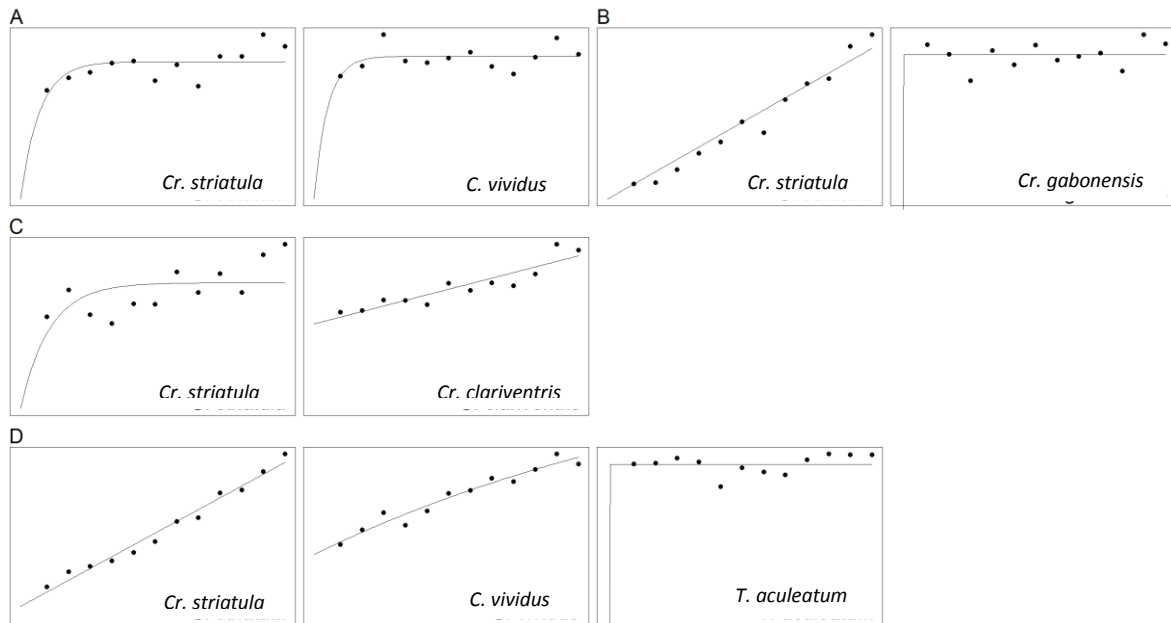


Figure 20: semivariogrammes mettant en évidence le modèle de distribution spatiale de quelques espèces de fourmis dominantes dans les cacaoyères de la Région du Centre entre 2006-2007 Obala et Ngomedzap. Les points représentent le semivariogramme empirique et la ligne l'ajustement paramétrique correspondant aux meilleurs modèles théoriques ; A : Obala (2006) ; B : Obala (2007) ; C : Ngomedzap (2006) ; D : Ngomedzap (2007)

III.1.4.3. Effet de l'ombrage sur la distribution spatiale des fourmis dominantes

III.1.4.3.1. Structure et composition du système d'ombrage dans les parcelles

La parcelle de Bokito est constituée d'une mosaïque d'arbres fruitiers et forestiers avec une densité d'environ 130 arbres/ha. La surface de base totale couverte est de 34 m² ha⁻¹ et celle de la canopée de 20 000 m² ha⁻¹. *Cola nitida* a été l'arbre fruitier le plus abondant ; toutefois, les arbres forestiers ont été les plus diversifiés. Le recouvrement maximal est procuré par les espèces *Amphima pterocarpoides* (12,5 m), *Canarium schweinfurthii* (14,0 m) et *Triplochiton scleroxylon* (18,0 m) (Figure 21 A et B). Dans la parcelle d'Obala, la densité des arbres d'ombrage est importante (environ 250 arbres/ha). Le diamètre des arbres est moins grand que ceux des arbres de la parcelle de Bokito. La surface de base totale est d'environ 30 m² ha⁻¹ et celle de la canopée est d'environ 17 000 m² ha⁻¹. La distribution des arbres est très hétérogène entre les parcelles. *Dacryodes edulis*, *Persea americana* et *Mangifera indica* dominent numériquement sur les espèces forestières. Cependant, ces dernières ont été les plus diversifiées (Figure 21 C). Dans la parcelle de Ngomedzap, la densité des arbres a été relativement faible (environ 80 arbres/ha). La surface de base totale et la couverture de la canopée sont d'environ 43 et 17 000 m² ha⁻¹, respectivement. Le système d'ombrage est dominé par les essences forestières et d'arbres fruitiers en faible proportion. *Canarium schweinfurthii*, *T. scleroxylon* et *F. mucosa*

dominant, alors que *Ma. indica* et *Da. edulis* ont été les espèces d'arbres fruitiers les plus fréquentes (Figure 21 D).

La composition des arbres d'ombrage ainsi que l'hétérogénéité engendrée par le chevauchement des branches au niveau de la canopée influencent sur la quantité de lumière qui arrive sur les cacaoyers. Ainsi, à Bokito le pourcentage de lumière transmise à travers la canopée des arbres d'ombrages varie graduellement entre 20,0 et 60,0 % dans la parcelle Bokito A et de 30,0 à 90,0 % dans la parcelle Bokito B (Figure 22 A et B). A Obala, la couverture maximale est procurée par *D. edulis* et *F. exasperata* (8,20 m), le pourcentage de lumière transmise varie entre 20,0 et 80,0 % (Figure 23 A et B). A Ngomedzap, Le diamètre de la couronne des arbres est compris entre 3,7 m pour *C. schweinfurthii* et 14,5 m pour *F. mucuso*, le pourcentage de lumière transmis est compris entre 20,0 % et 60,0 % (Figure 23 C et D).

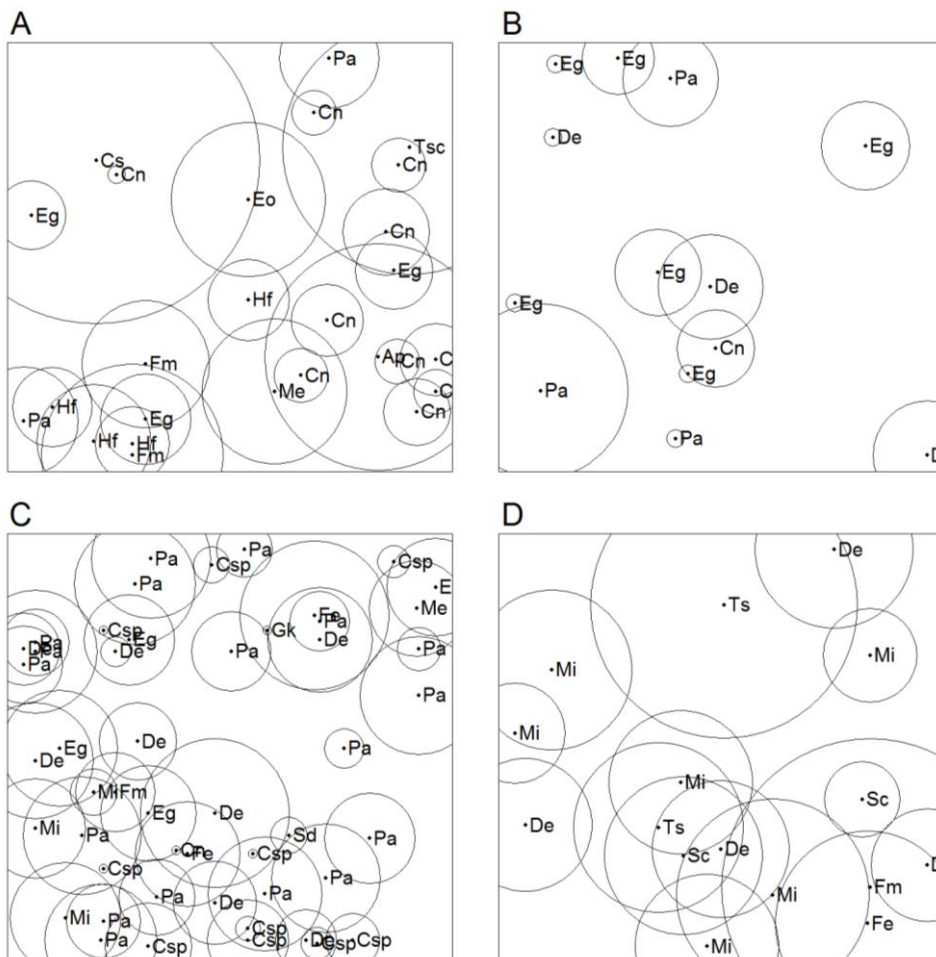


Figure 21: cartes présentant la position et la couverture de la canopée des arbres d'ombrage dans les parcelles de Bokito (A), Bokito (B), Obala (C) et Ngomedzap (D). Ap : *Amphimas pterocarpoides*; Cn : *Cola nitida*; Cs : *Canarium schweinfurthii*; Csp : *Citrus* spp., Eg : *Elaeis guineensis*; Eo : *Eriobroma oblonga*; Fe, *Ficus exasperata*, Fm, *Ficus mucuso*; Gk, *Garcinia kola*, Hf, *Holarrhena floribunda*; Me : *Milicia excelsa*; Mi : *Mangifera indica*; Pa : *Persea americana*; Sc : *Spathodea campanulata*; Sd ; *Spondias dulcis*; Ts : *Terminalia superba* et Tsc : *Triplochiton scleroxylon*

III.1.4.3.2. Ombrage et structuration spatiale de la communauté de fourmis de Bokito

Les espèces du genre *Crematogaster*, *Cr. gabonensis* (Figures 22 A, 22 B, 23 B), *Cr. striatula* (Figures 23 A, 23 B, 23 C, 23 D) et *Cr. clariventris* (Figure 24 C) ont présenté de fortes densités de population dans les zones d'éclairement modérées ou fortement ombragées. Cette distribution a été partiellement confirmée par les analyses statistiques qui via le modèle de régression linéaire ont mis en évidence les corrélations négatives et significatives entre la densité des fourmis et le pourcentage de lumière transmise pour *Cr. gabonensis* dans l'échantillon Bokito A-2007 ($p < 0,001$) (Figure 22 B) et pour *Cr. striatula* pour les échantillons de Ngomedzap 2006 ($p < 0,001$) (Figures 23 C) et Ngomedzap 2007 ($p < 0,001$) (Figure 24 D).

Les espèces *C. vividus* (Figures 22 A, 23 A et D) et *C. acvapimensis* (Figures 22 B et D) ont présenté des relations similaires vis-à-vis de l'ombrage. Toutefois, aucune corrélation significative n'a été mise en évidence entre la densité des populations de ces espèces et le pourcentage de lumière transmise. La distribution de *C. acvapimensis* a été fortement agrégée, avec de fortes densités relevées sur quelques pieds de cacaoyers avec lesquelles il est difficile d'établir une relation avec l'ombrage.

Oecophylla longinoda et *P. decemdentata* ont présenté des distributions similaires dans l'échantillon de Bokito A-2006 (Figure 22 A) avec des populations principalement agrégées dans les zones d'éclairement modérées. Les densités les plus importantes ont été observées sur quelques pieds de cacaoyers dans les zones faiblement ombragées. Pour cet échantillon (Bokito A-2006), aucune corrélation significative n'a été mise en évidence. A l'opposé, pour Bokito A-2007 et Bokito B-2006, la préférence pour les zones faiblement ombragées a été clairement établie pour les populations d'*O. longinoda* (Figures 22 B, 22 C). Ce résultat a été confirmé par l'analyse de régression linéaire qui a permis de mettre en évidence une corrélation positive et significative entre les densités d'*O. longinoda* et le pourcentage de lumière transmise pour les deux échantillons ($p < 0,0001$). *Polyrhachis decemdentata* a été largement mieux distribué que *O. longinoda* dans la parcelle Bokito B-2006 (Figure 22 C), bien qu'aucune corrélation significative n'ait été établie avec la lumière ($p = 0,53$).

Tetramorium aculeatum a été très largement distribué dans la parcelle, avec une absence apparente de l'influence de l'ombrage sur sa distribution (Figures 22 C et D, 23 D). L'analyse de régression n'a pas permis de mettre en évidence une corrélation significative entre la quantité de lumière transmise et la densité des populations de *T. aculeatum*

($p > 0,05$). Les observations similaires ont été mises en évidence avec l'espèce *Ca. guineensis* pour Bokito B-2006 (Figure 22 C).

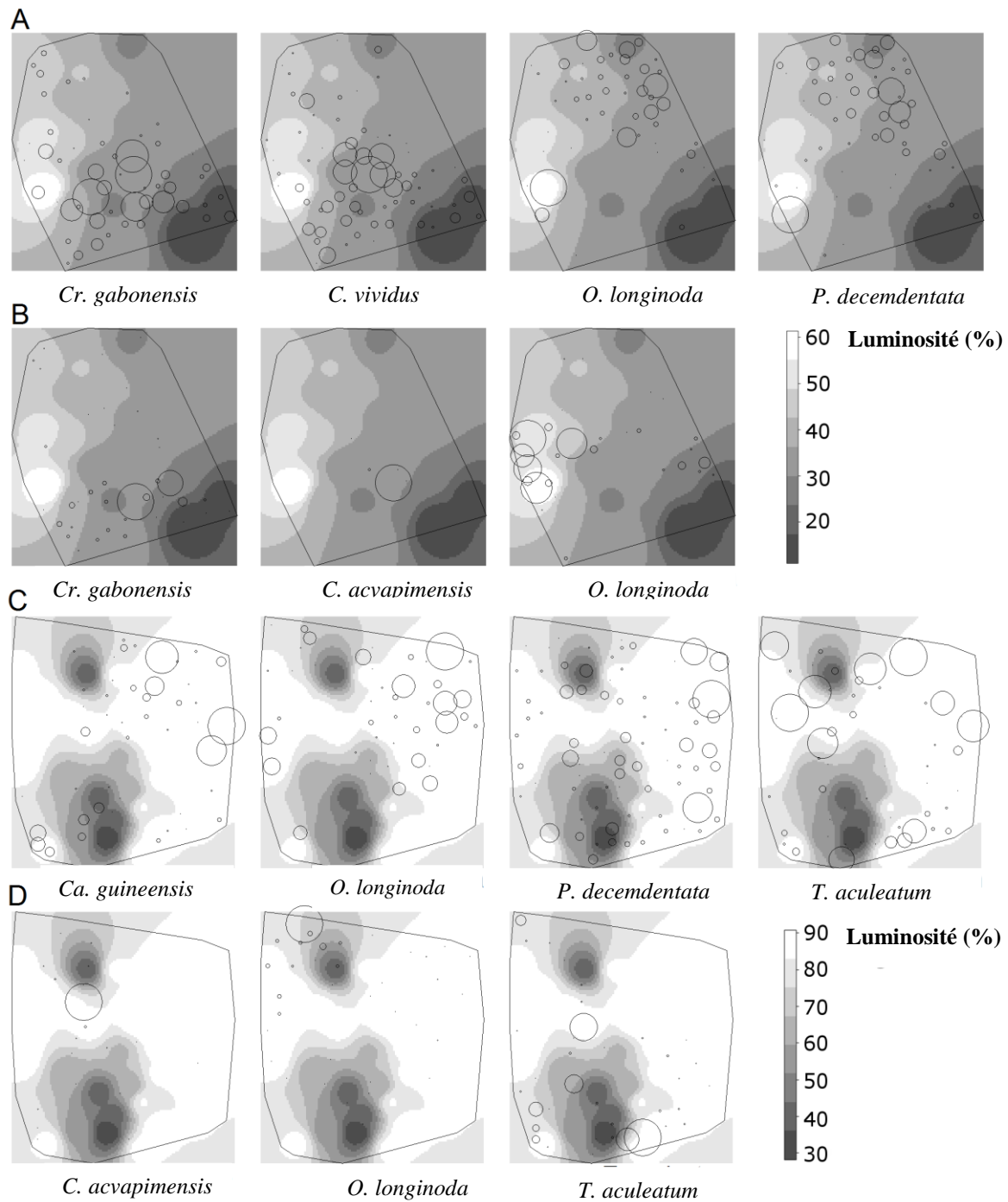


Figure 22: cartes d'interpolation spatiale basées sur l'IDW mettant en évidence la distribution des foyers de quelques espèces de fourmis arboricoles dans les cacaoyères d'Obala en fonction de la luminosité. A : Bokito A-2006 ; B : Bokito A-2007 ; C : Bokito B-2006 et D : Bokito B-2007 ; les cercles représentent la densité des fourmis et les taches grises dégradées la variation de la quantité de lumière qui arrive dans la parcelle

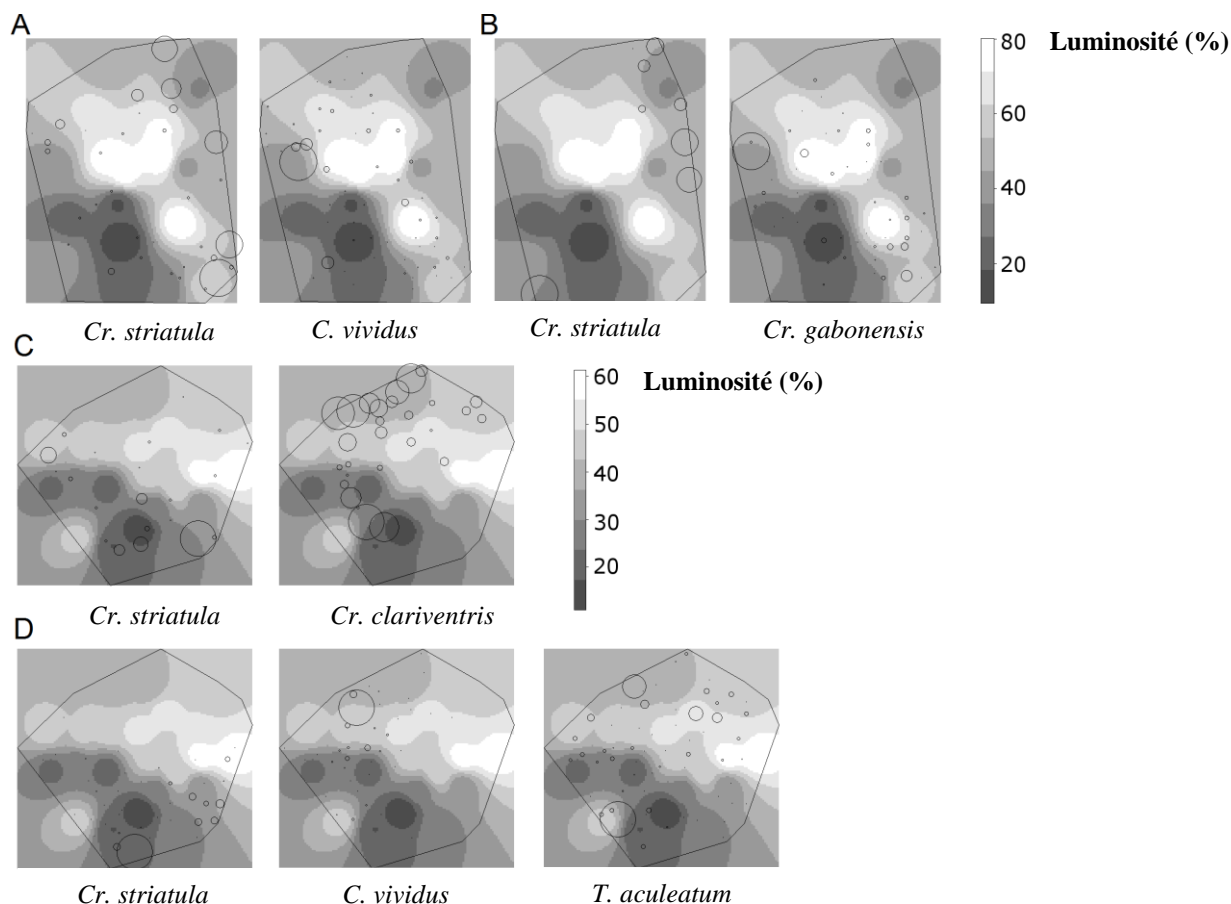


Figure 23: cartes d'interpolation spatiale basées sur l'IDW mettant en évidence la distribution des foyers de quelques espèces de fourmis arboricoles dominantes dans les cacaoyères d'Obala et de Ngomedzap en fonction de la luminosité. A : Obala-2006 ; B : Obala-2007 ; C : Ngomedzap-2006 et D : Ngomedzap-2007 ; les cercles représentent la densité des fourmis et les taches grises dégradées la variation de la quantité de lumière qui arrive dans la parcelle

III.1.5. Items alimentaires des fourmis

Les produits collectés et transportés au nid par les ouvrières des espèces de fourmis étudiées renferment les substances sucrées et les proies (Tableau XX). Sur un total de 962 observations, 800 cas d'exploitation des substances sucrées ont été notés, parmi lesquels 211 (21,93 %) cas d'exploitation des fruits et 589 (61,23 %) cas d'exploitation des Hemiptera (Coccidae). Les proies ont représenté 10,29 % (99) des produits transportés, celles qui étaient transportées étaient constituées essentiellement d'arthropodes et dans un seul cas d'un cadavre d'un vertébré. Les Hymenoptera (4,47 %), les Dytioptera (Isoptera) (1,14 %) et dans une certaine mesure les Coleoptera et les Diptera (0,94 %) sont les principales proies capturées. Les débris indéterminés ont représenté 6,55 % (63) des produits transportés. Toutefois, ces débris étaient en partie constitués des fragments d'arthropodes (Tableau XX).

Tableau XX : items des aliments rapportés au nid par les ouvrières des espèces de fourmis étudiées (novembre 2009-avril 2010)

Ressources	Espèce de fourmis					Total
	<i>Cr. clariventris</i>	<i>Crematogaster sp."Stapi"</i>	<i>M. opaciventris</i>	<i>O. longinoda</i>	<i>T. aculeatum</i>	
Indéterminés	24 (20,69)	12 (11,65)	0 (0,0)	0 (0,0)	27 (12,16)	63 (6,55)
Aliments sucrés						
Fruits sucrés	32 (27,59)	0 (0,0)	51 (63,75)	128 (29,02)	0 (0,0)	211 (21,93)
Miellat	55 (47,41)	80 (77,67)	14 (17,50)	249 (56,46)	191 (86,04)	589 (61,23)
Proies						
Aranea	0 (0,0)	1 (0,97)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (0,10)
Dyctioptera (Blattodae)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (0,23)	0 (0,0)	1 (0,10)
Coleoptera	2 (1,72)	1 (0,97)	1 (1,25)	5 (1,13)	0 (0,0)	9 (0,94)
Diplopoda	0 (0,0)	0 (0,0)	4 (5,0)	1 (0,23)	0 (0,0)	5 (0,52)
Diptera	0 (0,0)	1 (0,97)	1 (1,25)	7 (1,59)	0 (0,0)	9 (0,94)
Dyctioptera (Manthodea)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (0,23)	0 (0,0)	1 (0,10)
Gasteropoda	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (0,23)	0 (0,0)	1 (0,10)
Haplotaxida	0 (0,0)	0 (0,0)	3 (3,75)	0 (0,0)	0 (0,0)	3 (0,31)
Hemiptera	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (0,23)	0 (0,0)	1 (0,10)
Hymenoptera	3 (2,58)	1 (0,97)	0 (0,0)	39 (8,84)	0 (0,0)	43 (4,47)
Dyctioptera (Isoptera)	0 (0,0)	7 (6,80)	1 (1,25)	0 (0,0)	3 (1,35)	11 (1,14)
Lepidoptera	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	7 (1,59)	1 (0,45)	8 (0,83)
Orthoptera	0 (0,0)	0 (0,0)	4 (5,00)	1 (0,23)	0 (0,0)	5 (0,52)
Squamata	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,25)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (0,10)
Total	116	103	80	441	222	962

La diversité des items alimentaires témoigne de la grande plasticité dans le choix des ressources alimentaires par les espèces étudiées. La capacité à exploiter une gamme variée de produits suggère l'existence des stratégies finement élaborées au niveau individuel et collectif, ce qui impliquerait une différenciation dans les processus cognitifs d'une espèce à l'autre, et ce, en fonction du degré d'évolution en rapport avec le niveau d'adaptation à la vie arboricole et le niveau de socialisation.

III.1.6. Stratégies de capture des proies par les fourmis arboricoles

III.1.6.1. Comportement de prédation chez *Myrmicaria opaciventris* (Emery)

III.1.6.1.1. Stratégies de capture des proies

Les ouvrières de *M. opaciventris* chassent en solitaire. Les proies sont détectées principalement à distance puis localisées. Après l'approche, il s'en suit une palpation antennaire avant la saisie. Concomitamment à la saisie, dans un curieux rituel l'ouvrière s'enroule avec la proie, replie le gastre et éjecte son venin, ou s'excite sur l'aire de chasse avant de transporter sa proie au nid. Le comportement collectif découle de l'attraction sur place des congénères. La proie est saisie par un collectif d'ouvrières et mise à mort à coup de morsures infligées par les mandibules. En raison du fait que les proies ne sont pas

distinctement étirées par les appendices cet état a été qualifié de «pseudoécartelement». Au cours de cette phase, la proie peut être découpée en des gros fragments ou non avant d'être transportée au nid. Cet état a été qualifié de découpage partiel. Dans le cas contraire, la proie peut être transportée en entier au nid par traction collective.

▪ Cas des termites

Les termites sont détectés principalement à distance avec des fréquences relatives de 70,0 %, 73,33 % et 63,33 % respectivement pour les ouvrières de termites de tailles comprises entre 2 et 3 mm et 5 et 7 mm, et les soldats de 5 et 8mm (Annexe 9). La détection est suivie de l'attaque et de la saisie dans plus de 95,0 % des cas, puis l'ouvrière s'enroule avec la proie avant de la transporter au nid. Le mode de détection des termites n'a pas été influencé par la taille de la proie ($F = 0,049$; $df = 2$; $p = 0,95$) et par la caste ($F = 0,025$; $df = 1$; $p = 0,88$). Les proies sont attaquées préférentiellement au niveau du thorax pour les ouvrières de taille comprise entre 2 à 3 mm et celles de 5 à 7 mm (avec des fréquences de 80,0 % et 73,33 % respectivement) alors que les soldats (5 à 8 mm) ont été fréquemment attaqués au niveau de l'abdomen avec une fréquence de 50 % suivi des appendices (16,67 %). La taille de la proie a ainsi une influence sur la variabilité de la zone d'attaque ; ceci, en raison de la diminution graduelle des fréquences des zones d'attaques avec l'augmentation de la taille de la proie et les capacités de défense des soldats. Cette tendance a été confirmée statistiquement par le test de Chi-deux qui montre des différences hautement significatives dans la variation des taux des zones d'attaque en fonction de la taille de la proie ($\chi^2 = 40,92$; $df = 6$, $p < 0,0001$) d'une part et de la caste d'autre part ($\chi^2 = 40,18$; $df = 3$, $p < 0,0001$). La phase collective de la prédation débute par le recrutement des ouvrières qui se fait principalement sur place par attraction des congénères. En fonction de la taille des proies, la nécessité de recruter tend à augmenter graduellement avec l'augmentation de la taille des proies. Ainsi, les fréquences de recrutement de 16,67 %, 23,33 % et 40,0 % ont été obtenues respectivement pour les proies de tailles comprises entre 2 à 3 mm, 5 à 7 mm et 5 à 8 mm (Figure 24). Cette tendance a été confirmée statistiquement à l'aide du GLM qui a permis de mettre en évidence une influence significative ($F = 3,76$; $df = 2$; $p = 0,03$) de la taille de la proie sur la décision de recruter ou non des congénères. Les comparaisons par paires révèlent que le choix de recruter ou non les ouvrières ne diffère pas significativement face aux ouvrières de termites de 2 à 3 mm et 5 à 7 mm ($p = 0,97$) d'une part et entre celles de 5 à 7 mm et les soldats (5 à 8 mm) d'autre part ($p = 0,32$) ; la différence significative a été mise en évidence entre les ouvrières de termites de 2 à 3 mm et les soldats (5 à 8 mm) ($p = 0,03$).

En tenant compte de la caste, il ressort une influence hautement significative de la caste sur la nécessité de recruter des congénères ($F = 6,73$, $df = 1$; $p = 0,01$). Le découpage semble accidentel chez cette espèce pour cette catégorie de proie ; toutefois, lorsqu'il survient le transport est collectif avec cette particularité que chaque gigot est transporté par une ouvrière solitaire. La chasse étant majoritairement solitaire, le transport solitaire est prépondérant ; même en cas de recrutement, on assiste régulièrement au retrait total des ouvrières impliquées dans la mise à mort et le transport est assuré par une seule ouvrière. Ainsi, 80,0 %, 96,67 % et 30,0 % des termites de taille comprise respectivement entre 2 à 3 mm, 5 à 7 mm et 5 à 8 mm ont été transportées par une seule ouvrière, contre 36,67 % de cas de transport collectif chez les soldats. Les analyses inférentielles ont permis de mettre en exergue un effet significatif de la taille de la proie sur les modalités de transport ($F = 37,67$; $df = 2$; $p < 0,0001$). Le transport solitaire est significativement marqué entre les ouvrières de 2 à 3 mm et les soldats de 5 à 8 mm et ($p < 0,0001$) d'une part, entre les ouvrières de 5 à 7 mm et les soldats d'autre part ($p < 0,0001$). Le succès dans la capture des termites est fonction de la taille ($F = 4,99$; $df = 2$; $p = 0,008$) d'une part et de la caste ($F = 7,94$; $df = 1$; $p = 0,006$) des termites d'autre part. En tenant compte de la taille, il ressort des comparaisons par paire que le succès de capture est similaire pour les ouvrières de 2 à 3 mm et de 5 à 7 mm ($p = 0,27$) alors qu'il est plus faible pour les soldats (5-8 mm) que pour les ouvrières de 2 à 3 mm et 5 à 7 mm ($p < 0,05$).

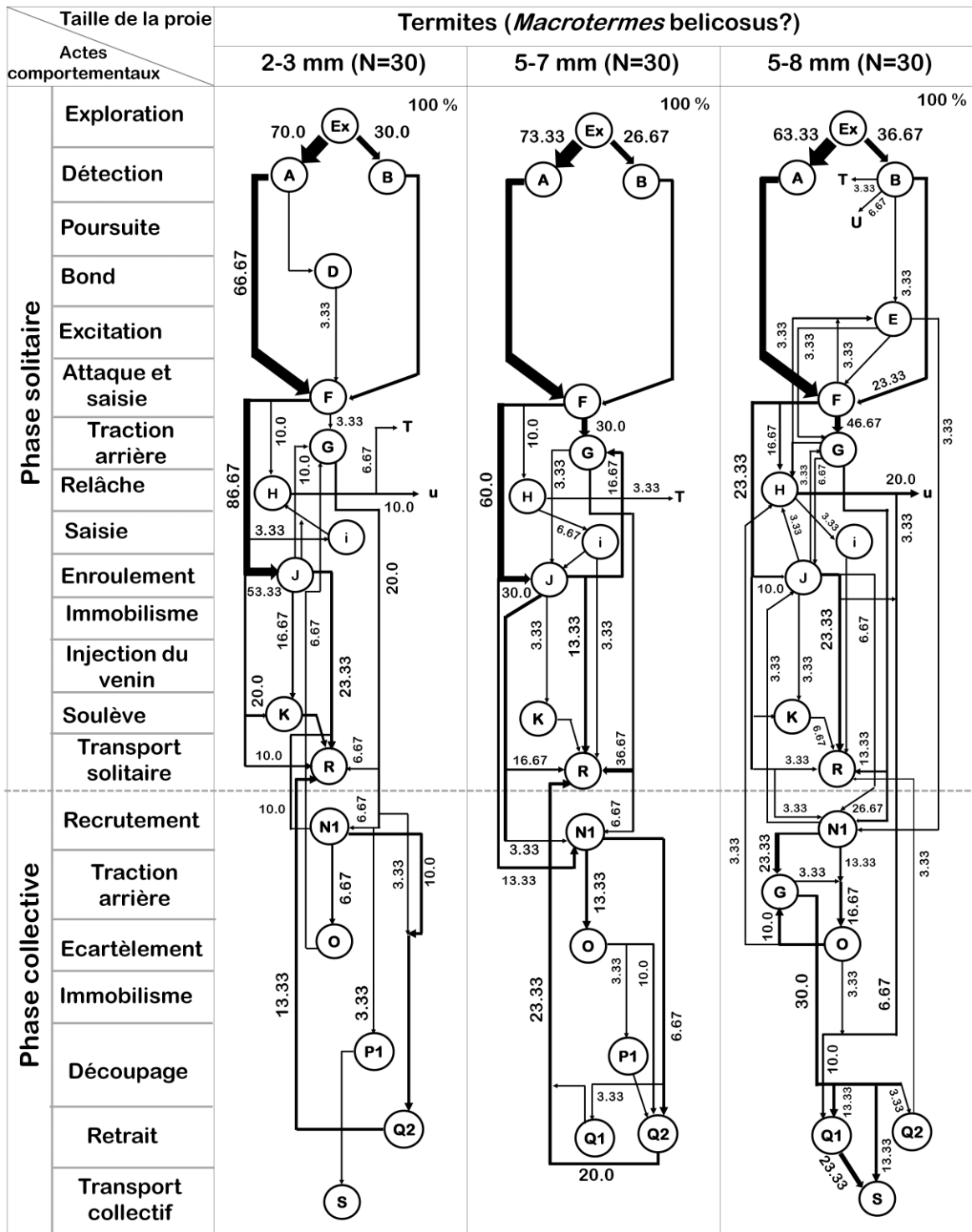


Figure 24: éthogrammes détaillant le comportement de capture des termites par les ouvrières de *Myrmecaria opaciventris* (Emery) ; U : fuite de la proie et T : rejet de la proie/abandon

■ Cas des sauterelles

Les sauterelles sont principalement détectées à distance avec des occurrences respectives de 56,67 % (4 à 7 mm), 66,67 % (10 à 15 mm) et 55,33 % pour les sauterelles de taille ≥ 17 mm (Annexe 9). La détection est suivie d'une phase d'approche. Juste après, la proie est attaquée et saisie dans presque la totalité des cas, soit plus de 95,0 % pour les différentes gammes de tailles. Le mode de détection des sauterelles vertes n'est pas influencé par la taille ($F = 1,17$; $df = 2$; $p = 0,31$). Les sauterelles de taille comprise entre 10 et 15

mm ont été attaquées principalement au niveau de l'abdomen (50,0 %) et des appendices (40,0 %), alors que pour celles de taille ≥ 17 mm, les appendices (56,67 %) suivis de l'abdomen (40,0 %) ont été les zones d'attaque préférentielles. Enfin, les sauterelles de 4 à 7 mm ont été principalement attaquées au niveau du thorax (70,0 %). Au vu des portions saisies, ces résultats laissent penser que les ouvrières de *M. opaciventris* s'attaquent préférentiellement aux organes les plus fins de leurs proies. Cette tendance est confirmée statistiquement par le test du Chi-deux qui a permis de mettre en évidence des différences hautement significatives dans la variation des proportions des zones d'attaque en fonction de la taille de la proie ($\chi^2 = 46,07$; $df = 6$; $p < 0,0001$). Le recrutement des congénères se fait sur l'aire de chasse par attraction des qui est peu marquée pour les sauterelles de taille comprise entre 4 et 7 mm (10,0 %) et s'accroît avec l'augmentation de la taille des proies. Ainsi, les congénères sont recrutés dans 73,33 % et 93,33 % des cas respectivement face aux sauterelles de 10-15 mm et de taille ≥ 17 mm. La nécessité de recruter des congénères a été significativement influencée par la taille des proies ($F = 30,25$; $df = 2$; $P < 0,0001$). L'écart le plus important a été mis en évidence entre les sauterelles de 4 à 7 mm et celles de taille ≥ 17 mm ($p = 0,03$). De même, il se dégage des analyses un effet significatif de la zone d'attaque sur le taux de recrutement des congénères ($F = 8,99$; $df = 4$; $p < 0,0001$). Ce résultat laisse penser que lorsque l'organe saisi par la fourmi est peu approprié pour le contrôle de la proie la seule alternative mise sur pied pour la contrôler est le recours au recrutement des congénères. Le pseudoécartelement observé chez cette espèce de fourmi peut déboucher dans un découpage partiel induit par la taille de la proie ($F = 6,70$; $df = 2$; $p = 0,002$). Le transport se fait soit de manière solitaire soit par un collectif d'ouvrières. Au regard de la taille des proies, il ressort que le transport collectif est plus fréquent pour les proies de taille ≥ 17 mm (83,33 %) et celles de 10 à 15 mm (66,67 %) que pour celles de 4 à 7 mm (6,67 %) (Annexe 9). Cette tendance a été confirmée statistiquement par l'analyse des variances qui montre un effet significatif de la taille de la proie dans l'expression des modalités de transport ($F = 46,14$; $df = 2$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires effectuées révèlent que le transport collectif est significativement plus marqué chez les proies de taille ≥ 17 mm comparé aux autres gammes de tailles ($p < 0,0001$). Bien que le succès de la capture ne dépend pas de la taille de la proie ($F = 2,07$; $df = 2$; $p = 0,13$), il est cependant, tributaire de la zone d'attaque ($F = 7,06$; $df = 4$; $p < 0,0001$). Ce résultat laisse penser que la zone d'attaque est le paramètre crucial qui détermine l'issue de la capture des proies chez les ouvrières de *M. opaciventris*.

Chez *M. opaciventris*, le mode de détection ne dépend ni du type de proie ($F = 0,61$; $df = 1$; $p = 0,43$) ni de la taille ($F = 0,62$; $df = 5$; $p = 0,44$). Cependant, la zone d'attaque est influencée par le type de proie ($\chi^2 = 26,28$; $df = 3$; $p < 0,001$). Le recrutement des congénères pendant la capture des proies est déterminé par la combinaison de deux facteurs que sont la taille et le type de proie auxquelles font face les ouvrières ($F = 16,62$; $df = 5$; $p < 0,0001$). Après la capture et la mise à mort, la nécessité de découper la proie dépend étroitement du type et de la taille de la proie ($F = 6,55$; $df = 5$; $p < 0,0001$). Les modalités de transport seront également influencées par le type et la taille des proies ($F = 44,24$; $df = 4$; $p < 0,0001$). Le succès dans la capture d'une proie dépendra du type et de la taille de cette dernière ($F = 6,45$; $df = 5$; $p < 0,0001$), et de la zone d'attaque et du type de proie ($F = 5,95$; $df = 4$; $P = 0,0001$). Le comportement détaillé avec les fréquences de transition entre

les états chez les ouvrières de *M. opaciventris* face aux termites et sauterelles vertes est résumé dans la figure 25.

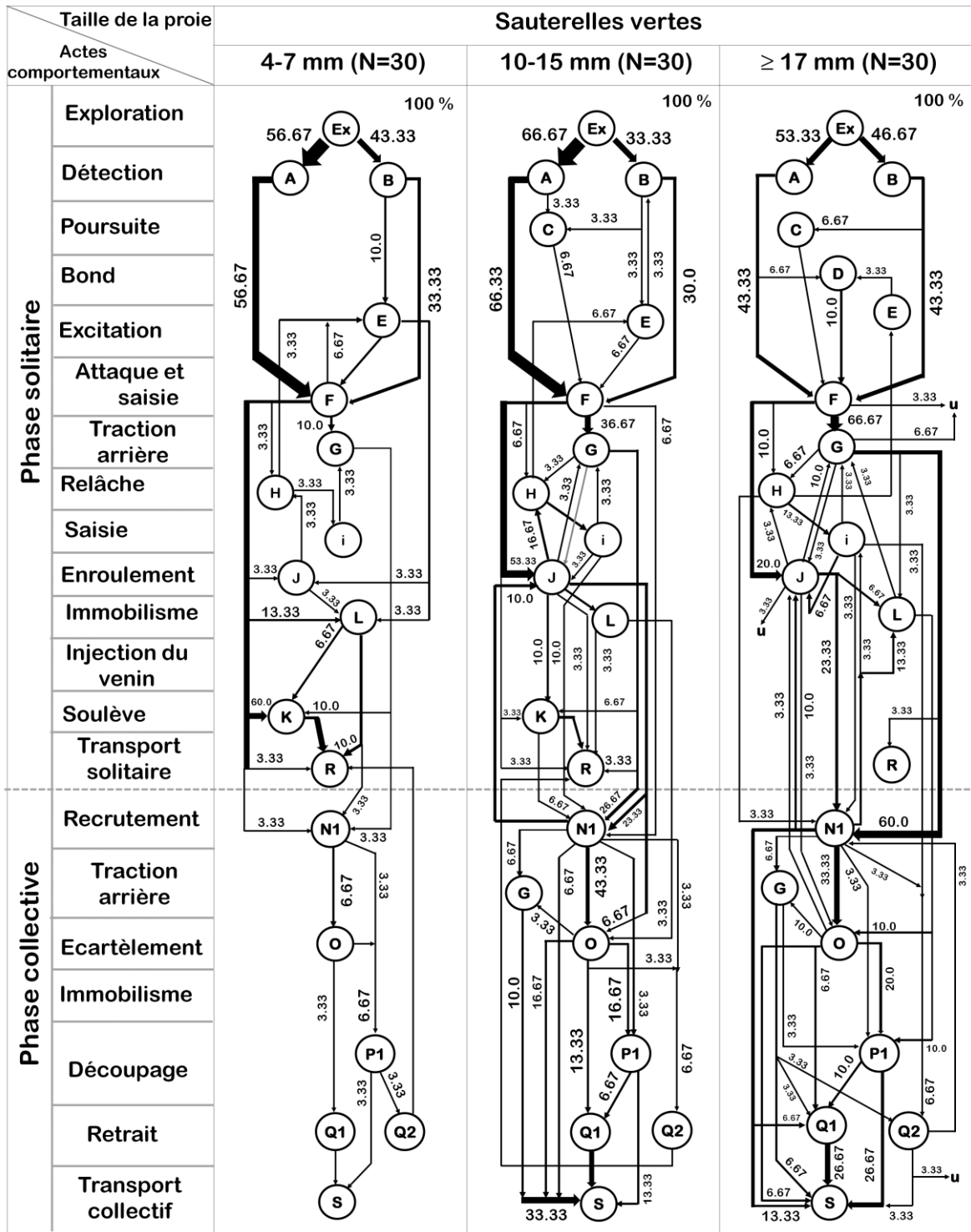


Figure 25: éthogrammes détaillant le comportement de capture des sauterelles vertes par les ouvrières de *Myrmecaria opaciventris* (Emery) ; U : fuite de la proie et T : rejet de la proie/abandon

III.1.6.2. Etude du comportement prédateur de *Platythyrea conradti* (Emery)

III.1.6.2.1. Stratégies de capture des proies

Le comportement prédateur de *Pl. conradti* est constitué d'une série d'actes comportementaux qui incluent la détection, l'attaque et la saisie, l'injection du venin et le transport ou le rejet de la proie (Figure 26). Cette fourmi est très individualiste, elle excelle dans la chasse solitaire et détecte principalement ses proies à distance bien que les ouvrières au cours de leur activité de fourragement palpent systématiquement tout ce qui se trouve dans leur environnement. L'ouvrière de *Pl. conradti*, d'un geste rapide qui rappelle un peu un comportement automate, saisit la proie ; une ou plusieurs doses de venin peuvent lui être injectées avant le transport. Le recours au venin est très fréquent et s'avère alors l'arme ultime pour optimiser le succès de capture des proies ; ce qui peut également justifier son comportement de chasse fortement individualiste.

La stratégie de chasse en groupe, lorsqu'elle se manifeste est faiblement structurée. Elle relève parfois des imprécisions que l'on observe chez l'ouvrière solitaire lors de la phase de retour au nid. En effet, après la capture, l'ouvrière peut ne pas transporter directement la proie au nid ; elle peut parcourir l'aire de chasse, la proie entre les mandibules. Au cours de son trajet, elle se heurte parfois à d'autres congénères qui dès lors, réagissent en saisissant la proie à leur tour. La saisie collective peut être brève ; dans ce cas les ouvrières se retirent immédiatement après avoir saisie la proie et se nettoient les antennes à l'aide des pattes prothoraxiques. La saisie collective peut aussi être prolongée ; dans ce cas, l'on observe un pseudoécartelement de la proie identique à celui observé chez *M. opaciventris*. Les ouvrières attirées peuvent initier une coopération de faible ampleur correspondant à des saisies multiples. La proie est mordillée à l'aide des mandibules robustes des ouvrières. L'ensemble des morsures collectives infligées à la proie contribue à l'affaiblir progressivement et conduit à sa mort ; ce qui semble être un caractère hérité des fourmis terricoles.

▪ Cas des termites

Face aux termites, les ouvrières de *Pl. conradti* détectent les proies principalement à distance avec des fréquences respectives de 76,67 % pour les proies de 2 à 3 mm et 5 à 7 mm et de 66,67 % pour les soldats (5- à 8mm). La taille de la proie n'a pas une influence significative sur les modes de détection ($F = 0,87$; $df = 2$; $p = 0,42$). De même, la caste n'influence pas les modes de détection des termites ($F = 1,77$; $df = 1$; $p = 0,19$). Après détection, la proie est systématiquement attaquée et saisie par les ouvrières dans la presque totalité des cas observés. Bien que cette tendance ne soit pas confirmée

statistiquement ($\chi^2 = 9,91$; $df = 6$; $p = 0,13$), les proies sont saisies préférentiellement au niveau du thorax avec des fréquences respectives de 73,33 %, 66,67 % et 60,0 % pour les individus de 2 à 3 mm, 5 à 7 mm et 5 à 8 mm (Annexe 9). Toutefois, la caste influence significativement ($\chi^2 = 8,66$; $df = 3$; $p = 0,03$) sur le choix de la zone d'attaque. Le recours à l'utilisation du venin est récurrent chez les ouvrières de *Pl. conradti*. En effet, juste après la saisie l'ouvrière replie le gastre et injecte une ou plusieurs doses de venin. La fréquence d'utilisation du venin a varié entre 60,0 % (5 à 8 mm) et 76,67 % (2 à 3 mm). Il se dégage une influence significative de la taille ($F = 3,22$; $df = 2$; $p = 0,04$) et de la caste ($F = 6,52$; $df = 1$; $p = 0,01$) de la proie sur la fréquence d'utilisation du venin. En ce qui concerne la taille de la proie, ce résultat a été fortement influencé par la gamme de taille 5 à 8 mm qui correspond à la caste des soldats et qui sournoisement est à l'origine des différences significatives observées. En effet, la suppression de la modalité 5 à 8 mm dans les gammes de tailles de la proie donne des résultats non significatifs ($p > 0,05$).

Le recrutement des congénères est très peu structuré et n'apparaît que de manière sporadique avec des taux de 3,33 % (2 à 3 mm), 3,33 % (5 à 7 mm) et de 6,67 % (5 à 8 mm). L'occurrence des recrutements a varié significativement en fonction de la taille ($F = 7,56$; $df = 2$; $p < 0,0001$) et de la caste des termites ($F = 15,3$; $df = 1$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires ont permis d'établir les différences significatives entre les proies de 2 à 3 mm et celles de 5 à 8 mm ($p = 0,006$) d'une part et entre celles de 5 à 7 mm et de 5 à 8 mm ($p = 0,006$) d'autre part. Aucun cas de découpage des termites n'a été observé pour les ouvrières de *Pl. conradti*. Le transport des proies est presque toujours assuré par une seule ouvrière. Il représente la totalité des cas, soit 100 % pour les termites de taille comprise entre 2 et 3 mm et 5 à 7 mm, et 56,67 % face aux soldats (5-8 mm). Le transport collectif a été observé dans 6,67 % des cas en présence des soldats de termites, le reste est absorbé par les différentes formes d'échecs (fuite proie, rejet ou abandon). Le taux de transport solitaire a été prépondérant sur le transport collectif et ce quelque soit la taille de la proie ($F = 3,42$; $df = 2$; $p = 0,04$) et de la caste ($F = 6,94$; $df = 1$; $p = 0,01$) ; ceci renforce les observations de terrain suivant lesquelles le transport des proies par les ouvrières *Pl. conradti* est solitaire quelque soit la taille de la proie. Le succès enregistré dans la capture des proies a été influencé par la taille ($F = 11,42$; $df = 2$; $p < 0,0001$) et la caste ($F = 21,45$; $df = 1$; $p < 0,0001$). Les ouvrières de 2 à 3 mm et celles de 5 à 7 mm ont été indifféremment capturées avec succès alors que le fort taux d'échec enregistré face aux soldats a induit des différences significatives entre les soldats et les ouvrières de 2 à 3 mm ($p = 0,02$) d'une part et entre les soldats et les ouvrières de 5 à 7 mm ($p < 0,0001$) d'autre part. Le succès dans la capture n'a

pas varié en fonction de la zone d'attaque ($F = 2,01$; $df = 4$; $p = 0,10$) ; ce qui se justifie amplement par l'utilisation systématique du venin dès lors que la proie est attaquée et saisie.

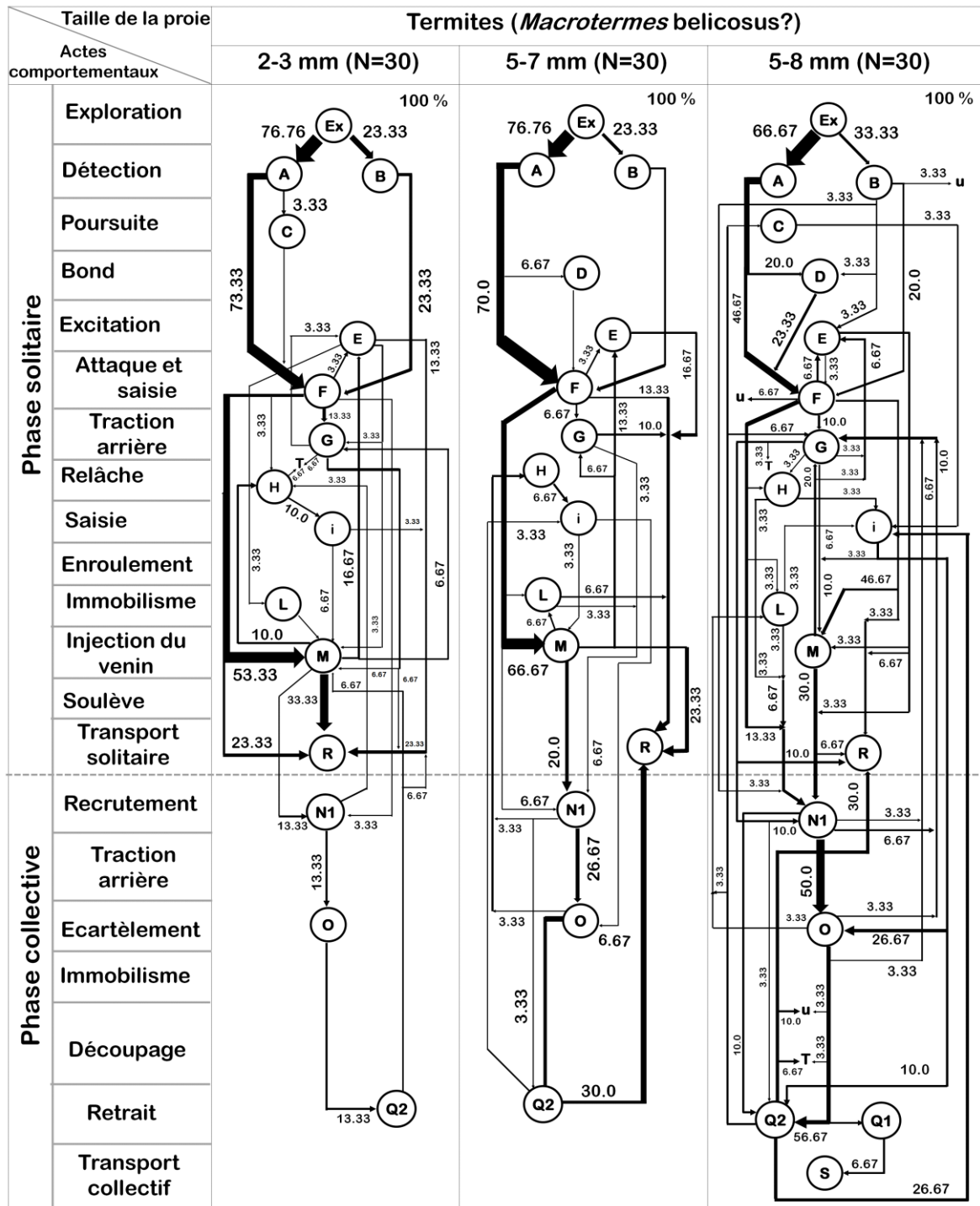


Figure 26: diagrammes de flux détaillant les fréquences de transition dans les stratégies de capture des termites par les ouvrières de *Platythreya conradti* (Emery) ; U : fuite de la proie et T : rejet de la proie/abandon

▪ **Cas des sauterelles**

La détection se fait principalement à dans 83,33 %, 90,0 % et 80,0 % des cas pour les proies de taille 4 à 7 mm, 10 à 15 mm et ≥ 17 mm. La taille des sauterelles n'influence

pas le mode de détection des ouvrières de *Pl. conradti* ($F = 0,58$; $df = 2$; $p = 0,56$). Cette détection est immédiatement suivie de l'attaque et de la saisie qui représente la totalité des cas observés soit 100 % pour les proies de 4 à 7 mm et 10 à 15 mm et 96,67 % pour les proies de taille ≥ 17 mm. Il se dégage des résultats une variation de la fréquence de la zone d'attaque en fonction de la taille des proies ; les proies de 4 à 7 mm ont été préférentiellement saisies au niveau du thorax (70 %), celles de 10 à 15 mm au niveau du thorax (40,0 %) et de l'abdomen (46,67 %) alors que celles de taille ≥ 17 mm ont été saisies à des proportions quasi équitables au niveau du thorax (26,67 %), de l'abdomen (30,0 %) et des appendices (23,33 %). Ces variations de la zone d'attaque observées ont été significatives en fonction de la taille de la proie ($\chi^2 = 27,28$, $df = 6$; $p < 0,0001$). La saisie est immédiatement suivie de l'injection du venin. Le taux d'utilisation diminue graduellement avec l'augmentation de la taille de la proie. Ainsi, la fréquence d'utilisation du venin a été respectivement de 100,0 %, 90,0 % et 70,0 % face aux proies de taille 4-7 mm, 10-15 mm et ≥ 17 mm ; ceci peut s'expliquer par le durcissement progressif de la cuticule qui impose aux ouvrières de *Pl. conradti* une dépense énergétique plus importante. Le recours à l'utilisation du venin a été significativement plus élevé que le non recours et ce quelle que soit la taille de la proie ($F = 9,09$; $df = 2$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires ont permis de dégager que le seul cas où l'ouvrière de *Pl. conradti* a indifféremment recours à l'utilisation du venin est induit par le stade adulte (≥ 17 mm) ($p = 0,03$). A l'observation, le recrutement des congénères est peu structuré ; il a été observé avec des fréquences de 43,33 % (4-7 mm), 66,67 % (10-15 mm) et 86,67 % (≥ 17 mm). La fréquence d'observation des cas de recrutement a varié significativement en fonction de la taille de la proie ($F = 6,42$; $df = 2$; $p = 0,003$). Les comparaisons par paires ont permis de mettre en évidence des proportions quasi équitables dans la fréquence de recrutement entre les proies de 4 à 7 mm et celles de 10 à 15 mm ($p = 1,0$) alors que les paires 4 à 7 mm et 10 à 15 mm ($p = 0,006$) et 10 à 15 mm et ≥ 17 mm ($p = 0,006$) ont varié significativement. A l'opposé la zone d'attaque n'est pas susceptible d'influencer significativement les fréquences de recrutement ($F = 1,13$; $df = 4$; $p = 0,35$). Le découpage des proies est purement accidentel chez *Pl. conradti*, un seul cas a été observé dans l'ensemble de notre étude ; ce qui laisse penser que les ouvrières de *Pl. conradti* ne découpent pas les proies. Le transport solitaire est très fréquent et représente respectivement 100 % (4-7 mm), 93,33 % (10-15 mm) et 30,0 % (≥ 17 mm) des cas de transport. Bien que l'on observe des cas sporadiques de transport collectif, le transport solitaire est la règle et demeure significativement plus important que le transport collectif, et ce quelle que soit la taille de la proie ($F = 8,48$; $df = 2$; $p < 0,0001$). Le succès de capture dépend de la taille

proie ($F = 31,67$; $df = 2$; $p < 0,0001$) et de la zone d'attaque ($F = 3,59$; $df = 4$; $p = 0,009$). Les ouvrières de *Pl. conradti* capturent avec un succès quasi équitable les sauterelles de 4 à 7 mm et celles de 10 à 15 mm ($p = 0,24$), alors que les sauterelles de taille ≥ 17 mm seront capturées avec un taux de succès variable induisant de ce fait les différences significatives avec les autres gammes de taille ($p < 0,05$). Ce résultat traduit une tendance à la spécialisation dans la capture des proies de petite taille par les ouvrières de *Pl. conradti*. L'optimisation du succès est assurée lorsque la proie est saisie au niveau du thorax comparativement à la saisie des appendices qui génère le plus d'échecs ($p = 0,03$).

Les ouvrières de *Pl. conradti* détectent les proies indépendamment du type et de la taille ($F = 1,40$, $df = 5$; $p = 0,23$). La zone d'attaque a varié significativement en fonction du type de proie ($\chi^2 = 15,42$; $df = 3$; $p = 0,001$). Le recours au venin est très fréquent et varie significativement en fonction de la taille et du type de proie ($F = 5,33$; $df = 5$; $p < 0,0001$). Bien que les cas de recrutement soient largement prépondérants sur les cas de non recrutement et ce quelle que soit le type et la taille des proies ($F = 6,90$; $df = 5$; $p < 0,0001$), le recrutement des congénères chez cette espèce est dubitative, lorsqu'il survient la coordination entre les individus est presque absente. Ces taux de recrutement relativement élevés découlent du fait que l'ouvrière qui initie la séquence peut accomplir en solitaire tous les autres états indispensables à la capture, elle s'immobilise ensuite dans l'aire de chasse pendant un moment donc la durée est variable, puis se relève et parcourt l'aire de chasse. C'est au cours de cette sédentarisation dans l'aire de chasse que certains congénères peuvent saisir à leur tour la proie pendant un intervalle de temps relativement court puis la relâcher et se retirer. Plusieurs autres ouvrières suivent exactement le même schéma et à la fin l'ouvrière qui a initié la séquence peut transporter la proie au nid après le retrait total des congénères ou dans certains cas passer la proie à une autre ouvrière qui se charge de la transporter en solitaire jusqu'au nid. Le succès dans la capture des proies n'a pas été influencé par le type de proie ($F = 0,02$; $df = 1$; $p = 0,88$), à l'opposé, la zone d'attaque et le type de proie ont eu une influence significative sur le succès de capture ($F = 16,64$; $df = 5$; $p < 0,0001$). Dans la grande majorité des cas, juste après l'injection du venin, la proie est transportée en entier au nid par une ouvrière solitaire ; le transport solitaire a largement dominé sur le transport collectif et ce quelle que soit le type et la taille de la proie ($F = 5,90$; $df = 5$; $p < 0,0001$). La prédominance du transport solitaire renforce les observations conduites en laboratoire qui montrent que les ouvrières de *Pl. conradti* ont un comportement de chasse fortement solitaire (Figure 27).

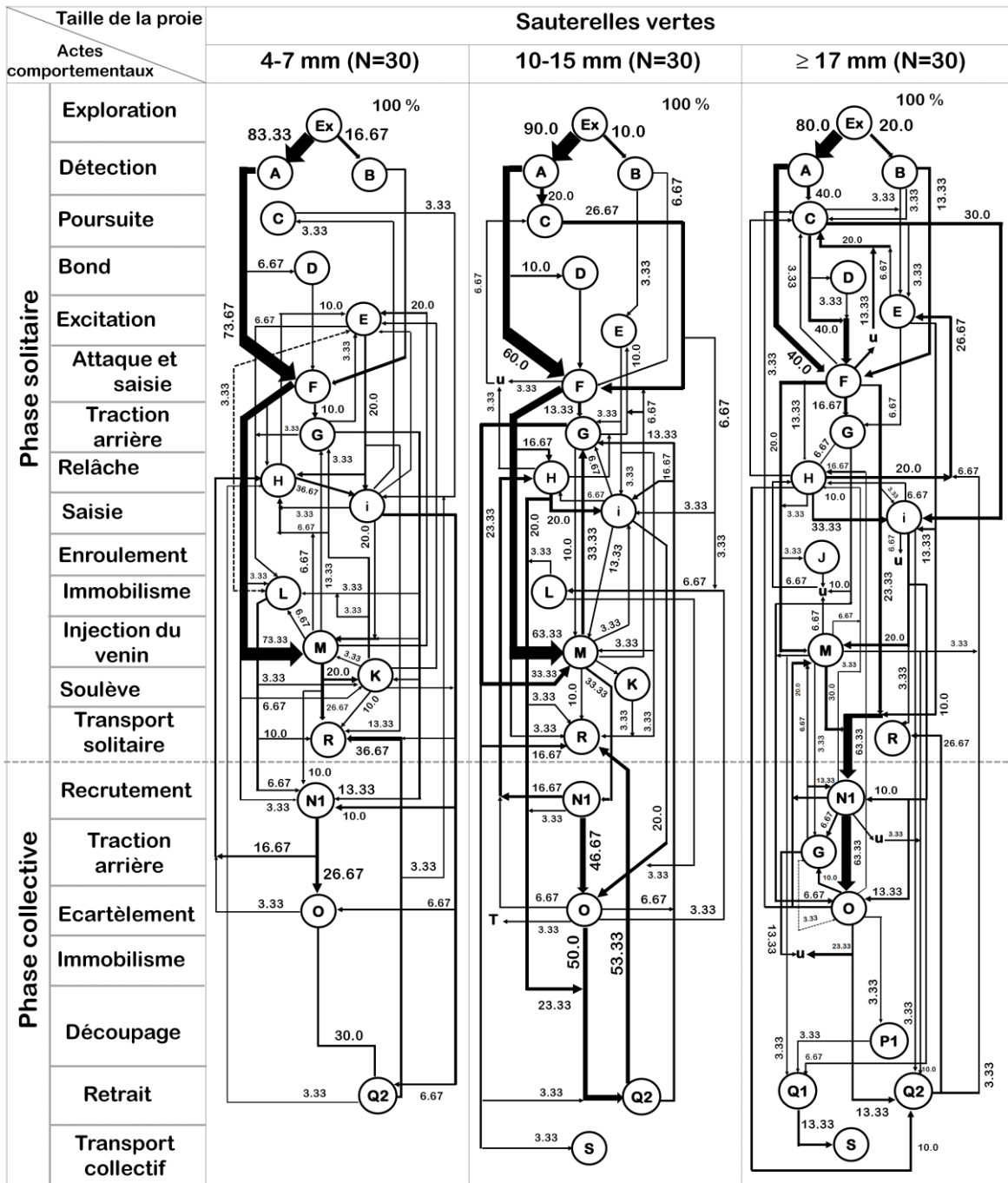


Figure 27: diagrammes de flux détaillant les fréquences de transition dans les stratégies de capture des sauterelles vertes par les ouvrières de *Platythyrea conradii* (Emery) ; U : fuite de la proie et T : rejet de la proie/abandon

III.1.6.3. Etude du comportement prédateur de *Crematogaster* sp. "stapi"

III.1.6.3.1. Stratégies de capture des proies

Les ouvrières de *Crematogaster* sp. dit "stapi" (Richard *et al.*, 2001 a) détectent les proies à distance et au contact. La séquence comportementale type comprend : la détection, l'attaque et la saisie, le recrutement, l'écartèlement, le découpage et le transport ou le rejet. La découverte de la proie est parfois suivie d'un état d'excitation relatif à la réaction de la

proie (cas des soldats de termites (5-8 mm) et des sauterelles vertes (≥ 17 mm)). L'ouvrière lève le gastre, l'agite en libérant une substance blanchâtre sécrétée par la glande à venin. Dans la phase de neutralisation, le mouvement est relayé par plusieurs ouvrières qui s'agitent de manière éparsée dans l'aire de chasse ou remontent en direction du nid. Concomitamment à cette excitation, il y'a une attraction des congénères qui fourragent non loin. Cette sécrétion joue visiblement le rôle de phéromone d'alerte. Le recrutement sur place par attraction des congénères est suivi d'une phase de recrutement à longue distance. Il se matérialise par le détachement de l'une ou de plusieurs ouvrière (s) du groupe en direction du nid. Au cours de leur (s) déplacement, elle (s) décrivent (nt) une trajectoire sinusoïdale tout en frétilant le gastre contre le support.

▪ Capture des termites

Les termites sont détectés à distance dans des proportions de 76,67 %, 83,33 % et 56,67 % respectivement pour les proies de 2 à 3 mm, 5 à 7 mm et 5 à 8 mm (Annexe 9). Le mode de détection à distance a été plus fréquemment observé que la détection par contact et ce quelle que soit la taille des proies ($F = 4,29$; $df = 2$; $p = 0,02$) et la caste de la proie ($F = 8,59$; $df = 1$; $p = 0,004$). Les proies sont attaquées et saisies principalement au niveau du thorax (30,0 %), de l'abdomen (20,0 %) et des appendices (30,0 %) avec des proportions quasi équitables pour les proies de 2 à 3 mm et au niveau des appendices avec des fréquences de 43,33 % (5 à 7 mm), 80,0 % (5 à 8 mm). La variation des zones d'attaque a été significativement influencée par la taille ($\chi^2 = 15,41$; $df = 3$; $p = 0,001$) et la caste ($\chi^2 = 40,60$; $df = 3$; $p < 0,0001$). Les cas d'injection de venin n'ont pas été distinctement mis en évidence chez *Crematogaster* sp. au cours de cette étude. De plus l'observation de l'acidopore au microscope n'a pas permis de mettre en évidence la présence d'un organe vulnérant. Le recrutement des congénères est très fréquent chez cette espèce ; trois formes de son expression ont été mises en évidence à savoir : le recrutement par attraction des congénères, à longue distance et une combinaison entre le recrutement par attraction des congénères et à longue distance. Pour l'ensemble des possibilités, les fréquences cumulées sont au-delà des 90,0 %. Les fréquences de recrutement ont été significativement très élevées pour toutes les catégories de tailles ($F = 11,27$; $df = 2$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires ont permis de mettre en évidence des taux de recrutements significativement différentes entre les paires 2 à 3 mm et 5 à 7 mm ($p < 0,0001$) d'une part et entre les proies de 2 à 3 mm et de 5 à 8 mm ($p = 0,02$) d'autre part. La différence des taux de recrutement entre les proies de 5 à 7 mm et 5 à 8 mm n'a pas été significative ($p = 0,48$) ; ce qui se justifie

par le faible écart observé au niveau de la taille. Le découpage des proies est la règle chez *Crematogaster* sp. dit «stapi», elle présente deux modalités : le découpage partiel très fréquent pour les proies de petites tailles et le découpage total qui est la règle face aux proies de grande taille (Annexe 9). Dans l'ensemble le découpage a été observé dans plus 60,0 % des cas pour toutes les gammes de tailles étudiées. Les taux des cas de découpage ont été significativement supérieur à l'absence des découpages et ce quelle que soit la taille de la proie ($F = 37,19$; $df = 2$; $p < 0,0001$) et la caste ($F = 9,73$; $df = 1$; $p < 0,002$). En ce qui concerne la taille de la proie, les différences ont été marquées entre les gammes de tailles de 2 à 3 mm et 5 à 7 mm ($p < 0,0001$) d'une part et entre les gammes de tailles 2 à 3 mm et 5 à 8 mm ($p < 0,0001$) d'autre part, aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les paires de taille 5 à 7 mm et 5 à 8 mm ($p = 1,0$). A l'exception des proies de 2 à 3 mm pour lesquelles 66,67 % ont été transportés en solitaire par une ouvrière, pour les autres gammes de tailles le transport collectif est la règle avec 86,67 % pour les proies de 5 à 7 mm et 80,0 % pour les soldats (5 à 8 mm) (Figure 28). L'occurrence de ces modalités de transport a varié significativement en fonction de la taille ($F = 35,21$; $df = 2$; $p < 0,0001$) et de la caste ($F = 12,32$; $df = 1$; $p < 0,0001$). Le succès de la capture sera déterminé par la taille de la proie d'une part ($F = 4,06$; $df = 2$; $p = 0,02$) et la caste d'autre part ($F = 7,26$; $df = 1$; $p = 0,008$). Au regard de la taille des proies, les comparaisons par paire ont permis de dégager des différences significatives entre les proies de 5 à 7 mm et celles de 5 à 8 mm ($p = 0,03$) ; ceci serait lié à la capacité de défense des soldats de termites qui réussissent tant bien que mal à échapper à ses prédateurs en leur infligeant non seulement des décès mais aussi des amputations. Le succès de capture sera indifférent entre les autres gammes de taille. La zone d'attaque n'aura pas une influence significative sur le taux de succès ($F = 0,64$; $df = 4$; $p = 0,62$), ce qui se justifierait non seulement par l'existence des mécanismes de recrutement mieux élaborés mais aussi par la stratégie de chasse collective qui est la règle.

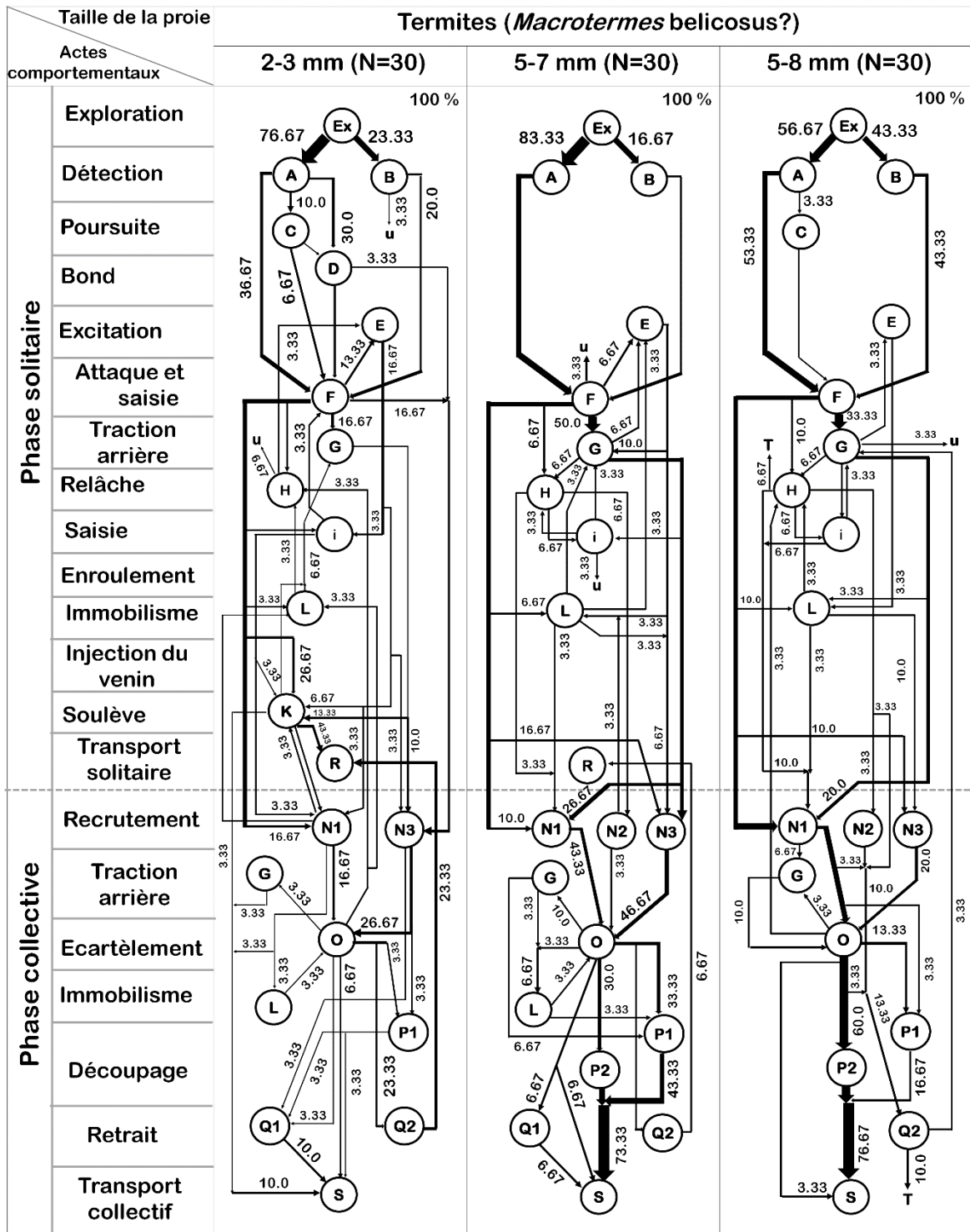


Figure 28: éthogrammes détaillés montrant des fréquences de transition lors de la capture des termites par les ouvrières de *Crematogaster* sp. "stapi" ; U : fuite de la proie et T : rejet de la proie/abandon

▪ Capture des sauterelles

Les sauterelles, de 4 à 7 mm ont été détectées à distance (56,67 %) et au contact (43,33 %) alors que les proies de tailles 10 à 15mm et ≥ 17 mm ont été détectées principalement à distance avec des fréquences respectives de 83,33 % et 76,67 % (Figure 29). La variation des modes de détection a été significative en fonction de la taille de la proie

($F = 6,53$; $df = 2$; $p = 0,002$). Les comparaisons par paires montrent que le taux de détection à distance a été plus élevé face aux sauterelles de 10 à 15 mm comparé aux sauterelles de taille ≥ 17 mm ($p = 0,04$) alors que dans l'ensemble des autres couples, cette détection à distance est proportionnellement comparable ($p > 0,05$). Une fois détectées, les sauterelles sont attaquées et saisies principalement par les appendices dans 66,67 % (4 à 7 mm), 83,33 % (10 à 15 mm) et 73,33 % (≥ 17 mm) ; les autres portions saisies sont, l'abdomen (extrémité du génitalia dans la majorité des cas) et sporadiquement le thorax (Annexe 9). Cette tendance est confirmée statistiquement par le test de Chi deux ($\chi^2 = 40,60$; $df = 3$; $p < 0,0001$) qui dégage des différences significatives dans les taux de saisies des différentes parties de l'animal avec une nette préférence pour les appendices. Le recours au venin n'a pas été mis évidence chez *Crematogaster* sp. "stapi". La chasse solitaire est exceptionnelle pour cette espèce ; en effet, immédiatement après la détection, l'attaque et la saisie, les mécanismes de recrutement sont mis en œuvre. Les congénères sont recrutés suivant trois modalités d'importance inégale visiblement influencés par la taille de la proie. Il s'agit du recrutement sur place par attraction des congénères dans 66,67 % 36,67 % et 6,67 % des cas observés pour les proies de tailles 4 à 7 mm, 10 à 15 mm et ≥ 17 mm ; le recrutement à longue distance soit 13,33 %, 6,67 % et 3,33 % respectivement pour les proies de de tailles 4-7 mm, 10-15 mm et ≥ 17 mm et le recrutement par attraction des congénères et à longue distance avec apport des phéromones et des pistes chimiques soit 10,0 %, 56,67 % et 86,67 % respectivement pour les proies de de tailles 4 à 7 mm, 10 à 15 mm et ≥ 17 mm. Dans l'ensemble des observations, le recrutement a été mis en évidence dans plus 90 % des cas ($F = 3,22$; $df = 2$; $p = 0,04$). Les comparaisons par paires ont montré que les taux de recrutement sont comparables pour les proies de taille 10 à 15 mm et pour celles de taille ≥ 17 mm ($p = 0,48$) alors que comparativement aux sauterelles de taille 4 à 7 mm en raison de la persistance de la chasse solitaire, le taux de recrutements qui matérialise le début de la chasse collective significativement moins importante qu'en présence des proies de 10 à 15 mm ($p < 0,0001$) et de taille ≥ 17 mm ($p = 0,02$). La zone d'attaque a une influence significative sur le taux de recrutements ($F = 10,48$; $df = 4$; $p < 0,0001$). Après la saisie de la proie par les appendices l'ouvrière qui a découvert la ressource pendant la phase solitaire passe par un état qualifié de traction arrière, c'est-à-dire qu'elle traîne la proie sur l'aire de chasse jusqu'à l'arrivée des congénères. Ceci ressemble fort bien à une stratégie de contrôle de la ressource. Le découpage des proies est la règle et se fait selon deux modalités : le découpage partiel et le découpage total. Le découpage partiel n'a été observé que pour les proies de 4 à 7 mm (43,33 %) et le découpage total uniquement avec les proies de tailles

comprises entre 10 et 15 mm (100 %) et ≥ 17 mm (90,0 %). Les analyses inférentielles ont permis de mettre en évidence une influence significative de la taille de la proie sur l'occurrence des découpages ($F = 15,39$; $df = 2$; $p < 0,0001$). Il ressort des comparaisons par paires que l'occurrence des cas de découpages est identique entre les proies de 10 à 15 mm et celles de taille ≥ 17 mm ($P = 1,0$) alors que face aux sauterelles de 4 à 7 mm, le taux de découpages a été significativement plus bas que ceux des proies de 10 à 15 mm ($p < 0,0001$) et de taille ≥ 17 mm ($p < 0,0001$). Les proies sont transportées soit en solitaire soit par un collectif d'ouvrières. Les cas de transport solitaire n'ont été mis en évidence que face aux proies de 4-7 mm (66,67 %) alors le transport collectif a été la règle face aux proies de 10-15 mm (100,0 %) et ≥ 17 mm (90,0 %). Les modalités de transport ont varié significativement en fonction de la taille des proies ($F = 69,97$; $df = 2$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires montrent que le mode de transport est identique entre les proies de 10-15 mm et celles ≥ 17 mm ($p = 0,63$) alors que l'occurrence du transport solitaire est significativement différent de celle du transport collectif pour les couples de tailles comprises entre 4 et 7 mm et 10 et 15 mm ($p < 0,0001$) d'une part et entre les couples de tailles 4 à 7 mm et ≥ 17 mm ($p < 0,0001$) d'autre part. Le succès dans la capture des proies n'est pas influencé par la taille ($F = 1,04$; $df = 2$; $p = 0,36$) ; ceci se justifie par la stratégie de chasse en groupe finement élaborée que l'on observe chez cette espèce. Par contre, la zone d'attaque est déterminante dans le succès de capture ($F = 7,06$; $df = 4$; $p < 0,0001$).

Chez l'espèce *Crematogaster* sp. dit "stapi", le mode de détection ne dépend pas du type de proie ($F = 0,11$; $df = 1$; $p = 0,74$), la zone d'attaque est influencée par le type de proie ($\chi^2 = 40,60$; $df = 3$; $p < 0,0001$) alors que le taux de recrutement des congénères est déterminé par le type et la taille de la proie ($F = 9,18$; $df = 5$; $p < 0,0001$). Le découpage avant le transport est systématique chez cette fourmi ; toutefois, il peut être plus ou moins marquée en fonction du type et de la taille des proies ($F = 28,33$; $df = 5$; $p < 0,0001$). Le transport est collectif bien que quelques cas de transports solitaires soient encore observables pour les proies de petites tailles induisant de cet fait des différences significatives en fonction du type et de la taille des proies ($F = 2,68$; $df = 5$; $p = 0,02$). Le succès de capture des proies en définitif est sous le déterminisme des facteurs que sont la taille de la proie ($F = 3,13$; $df = 5$; $p = 0,01$) et la zone d'attaque ($F = 3,26$; $df = 4$; $p = 0,01$). Les ouvrières ont la capacité de capturer aussi bien les termites que les sauterelles vertes avec la même probabilité de succès ($F = 1,47$; $df = 1$; $p = 0,22$).

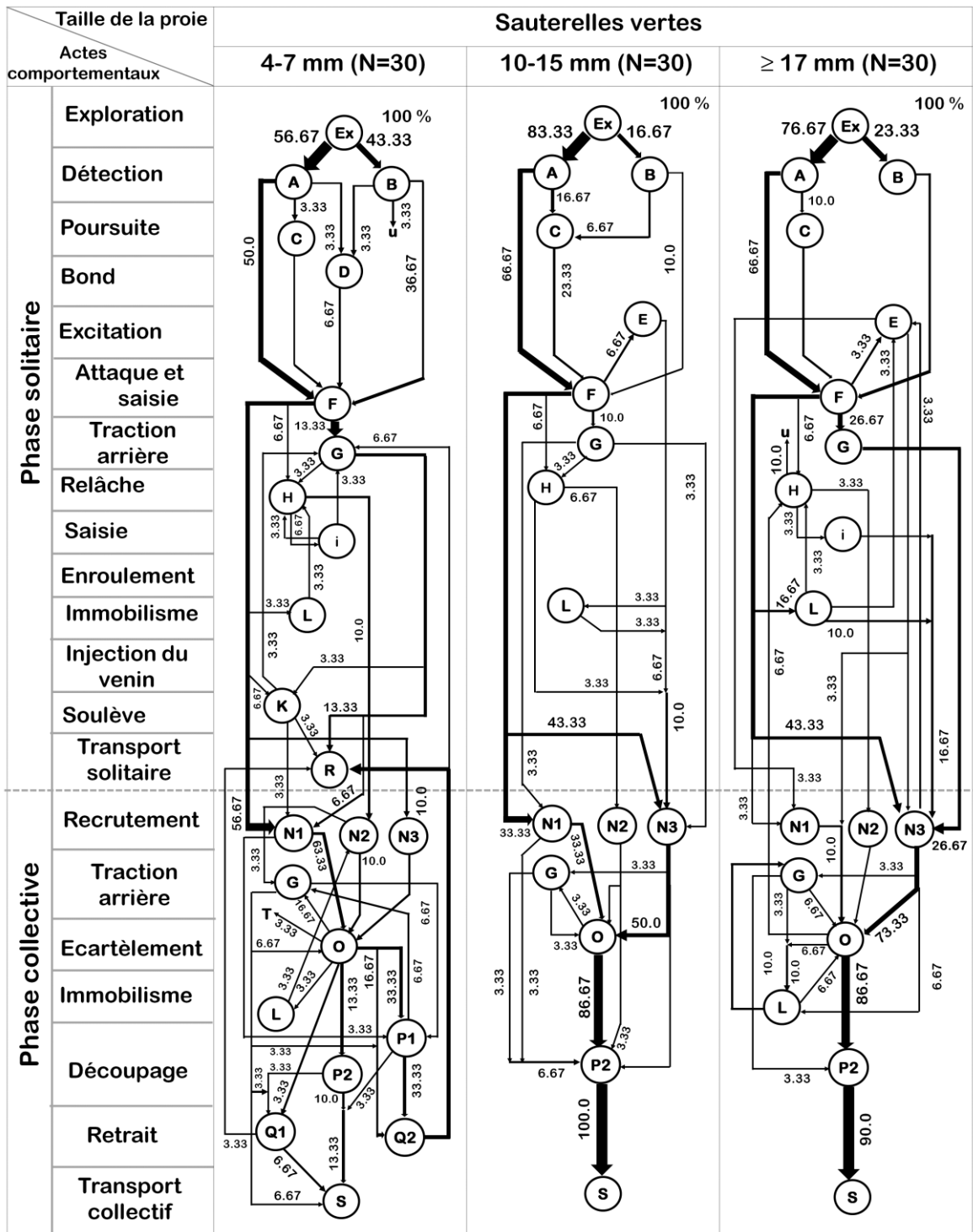


Figure 29: éthogrammes détaillés montrant les fréquences de transition pendant la capture des sauterelles vertes par les ouvrières de *Crematogaster* sp. "stapi" ; U : fuite de la proie et T : rejet de la proie/abandon

III.1.6.4. Etude du comportement prédateur de *Crematogaster clariventris* (Mayr)

III.1.6.4.1. Stratégies de capture des proies

Les ouvrières de *Crematogaster clariventris* détectent les proies à distance et au contact. Les étapes qui interviennent dans la capture des proies sont proches de celles des espèces précédemment étudiées. Elle débute, par la détection suivie de l'attaque et la saisie, attraction des congénères, découpage et transport. Les ouvrières n'injectent pas le venin ; elles vont en fonction des circonstances éjectées le venin. Cependant, la capacité de recrutement ainsi que la différenciation en caste morphologiques sont des atouts lors de la capture. Les proies sont écartelées par un collectif d'ouvrières qui sont recrutées par attraction des congénères suivie d'un recrutement à longue distance. Plusieurs ouvrières peuvent se détacher à intervalle de temps distinct et s'orienter en direction du nid tout en décrivant une trajectoire plus ou moins sinusoïdale en frétilant le gastre, ce qui contribue au renforcement des pistes indispensables au repérage de la proie par les congénères. Au cours de l'écartèlement, les appendices se rompt dans les zones de fortes tensions, ensuite les ouvrières s'activent à découper les proies avec l'apport de la caste des majors dont l'importance dans la contribution se fait ressentir avec l'augmentation de la taille de la proie. Après le détachement des appendices, le reste de l'animal est découpé en deux ou trois gigots dans un premier temps, puis chaque gigot est découpé en de fins débris puis transporter par les ouvrières. Lors des phases d'écartèlement, de découpage et de transport, les ouvrières vont se relayer en permanence autour de la proie. Cette stratégie contribue au partage du coût énergétique lié à la capture entre les ouvrières.

▪ Cas des termites

Les ouvrières de *Crematogaster clariventris* détectent les termites à distance et au contact. La détection à distance a été la plus fréquente avec 76,67 %, 83,33 % et 56,67 % pour les proies de taille 2 à 3 mm, 5 à 7 mm et 5 à 8 mm. La détection au contact a été observée dans 16,67 % et 43,33 % des cas respectivement pour les proies de 5 à 7 mm et 5 à 8 mm. Les modes de détection n'ont pas varié significativement en fonction de la taille des termites ($F = 0,18$; $df = 2$; $p = 0,83$) et de la caste ($F = 0,27$; $df = 1$; $p = 0,60$). La détection est suivie par l'attaque et la saisie au cours de laquelle les ouvrières saisissent la proie préférentiellement au niveau des appendices avec des pourcentages de 43,33 % et 80,0 % respectivement pour les proies de 5 à 7 mm et 5 à 8 mm alors que les proies de 2-3 mm sont saisies au niveau du thorax (30,0 %), de l'abdomen (20,0 %) et des appendices (30,0 %) (Figure 28, Annexe 9). La zone d'attaque varie significativement en fonction de la taille (χ^2

= 39,33 ; df = 6 ; p < 0,0001) et de la caste de la proie ($\chi^2 = 39,33$; df = 6 ; p < 0,0001). Le recrutement représente moins 60,0 % des observations dans l'ensemble des cas. Le recrutement par attraction sur place des congénères suivi du recrutement à longue distance est la forme d'expression prédominante avec des pourcentages de 33,33 %, 46,67 % pour les proies de 2 à 3 mm et de 5 à 7 mm (Figure 30). Face aux soldats, le recrutement sur place par attraction des congénères a été fréquemment observé. La décision de recruter les congénères est influencée par la taille (F = 7,29 ; df = 2 ; p = 0,001) et la caste (F = 11,22 ; df = 1 ; p = 0,001) de la proie. Les comparaisons par paires montrent que le taux de recrutement est similaire entre les proies de 2 à 3 mm et celles de 5 à 7 mm (p = 0,37) d'une part et entre les proies de 5 à 7 mm et celles de 5 à 8 mm (p = 0,09) d'autre part. Les proies de 2 à 3 mm et celles de 5 à 8 mm ont des taux de recrutement différent (p = 0,001). Le découpage s'observe dans 46,67 %, 96,67 % et 83,33 % des cas respectivement pour les proies de 2 à 3 mm, 5 à 7 mm et 5 à 8 mm. Ce résultat montre que plus la taille de la proie augmente plus le découpage s'avère indispensable pour transporter la ressource. Ce résultat a été confirmé statistiquement par des variations significatives de la taille (F = 9,09 ; df = 2 ; p < 0,0001) et de la caste (F = 13,11 ; df = 1 ; p < 0,0001) de la proie sur les taux des découpages. Les comparaisons par paire montrent que, le taux de découpages n'a pas été significatif entre les proies de taille 2 à 3 mm et 5 à 7 mm (p = 0,06) d'une part et entre les gammes 5 à 7 mm et 5 à 8 mm (p = 0,21) d'autre part. Le transport des proies est principalement assuré par un collectif d'ouvrières avec 86,67 % et 80,0 % pour les proies de 5 à 7 mm et celles de 5 à 8 mm. Les proies de 2 à 3 mm sont transportées collectivement dans 30,0 % des cas. Ce résultat montre qu'en dépit de sa stratégie fortement collective, les ouvrières de *Cr. clariventris* peuvent être d'excellentes chasseresses solitaires lorsque les proies sont de petite taille. Les modalités de transport ont été influencées par la taille (F = 30,45 ; df = 2 ; p < 0,0001) et la caste (F = 7,68 ; df = 1 ; p < 0,0001) des termites.

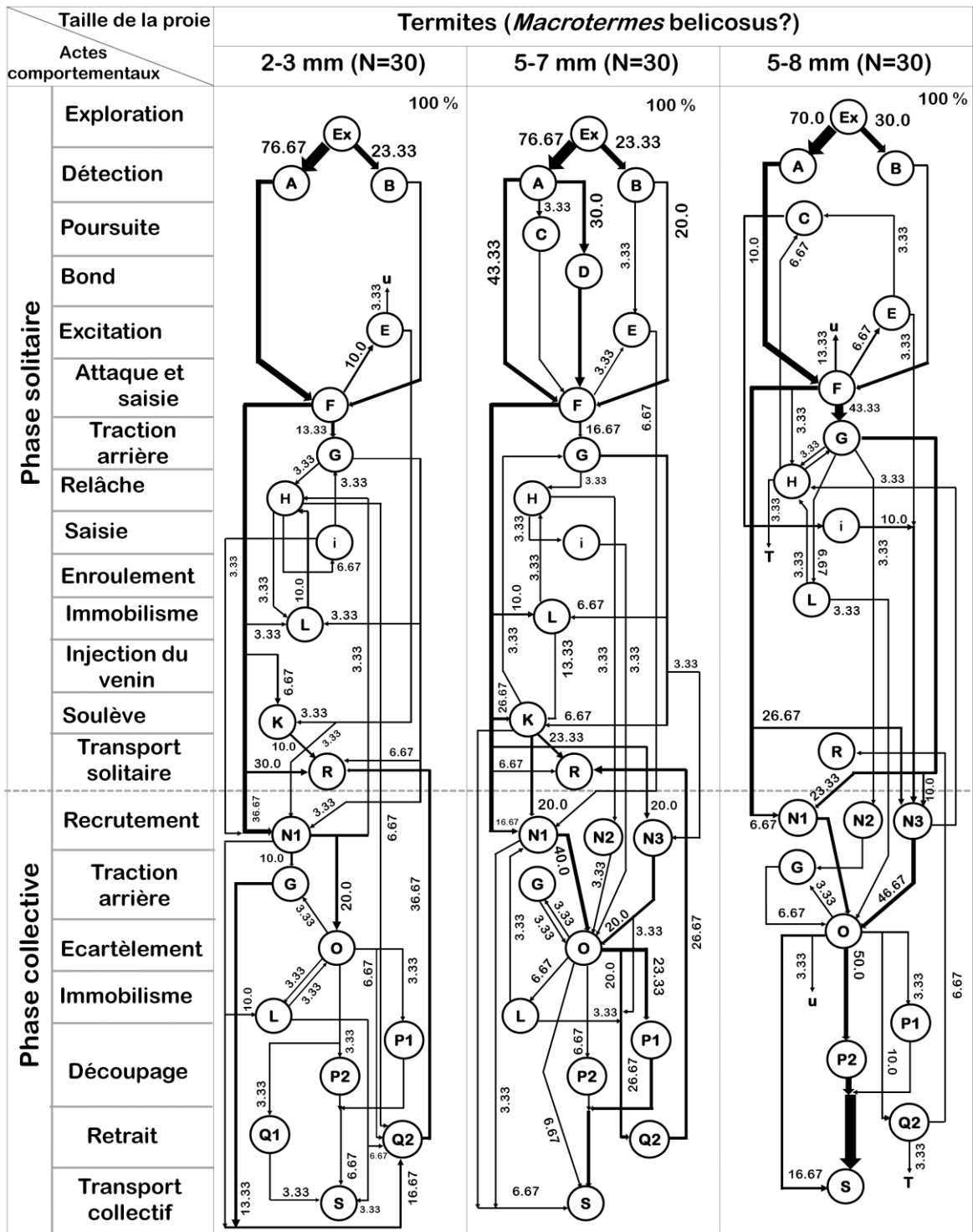


Figure 30: éthogrammes détaillés montrant les fréquences de transitions lors de la capture des termites par les ouvrières de *Crematogaster clariventris* (Mayr) ; U : fuite de la proie et T : rejet de la proie/abandon

■ Cas des sauterelles

La détection à distance a été la modalité la plus fréquente chez les ouvrières de *Cr. clariventris* face aux sauterelles vertes. Elle représente respectivement 76,67 % des cas pour les proies de 4 à 7 mm et 83,33 % des cas pour les proies de 10 à 15 mm et celles ≥ 17 mm. Les modalités de détection n'ont pas été influencées par la taille de la proie

($F = 0,71$; $df = 2$; $p = 0,50$). Après la détection, les proies sont systématiquement attaquées et saisies principalement au niveau de l'abdomen (26,67 %) et des appendices (46,67 %) pour les proies de 4 à 7 mm. Les proies de 10 à 15 mm et celles de taille ≥ 17 mm ont été saisies principalement au niveau des appendices avec des taux respectifs de 80,0 % et de 90,0 %. La zone d'attaque a varié en fonction de la taille de la proie ($\chi^2 = 14,77$; $df = 6$; $p = 0,02$). Dans la grande majorité des cas, la saisie est suivie par le recrutement des congénères. La modalité de recrutement fréquemment exprimée a été le recrutement sur place par attraction des congénères suivi du recrutement à longue distance ; elle représente respectivement 56,67 % de cas pour les sauterelles de 4 à 7 mm et 60,0 % pour les sauterelles de 10 à 15 mm et ≥ 17 mm (Figure 31). Le taux de recrutement n'a pas varié significativement en fonction de la taille de la proie ($F = 1,80$; $df = 2$; $p = 0,17$) ; toutefois, la zone d'attaque a une influence significative sur la décision de recruter des congénères ($F = 5,79$; $df = 4$; $p = 0,001$). L'écartèlement des proies a été observé dans plus de 80,0 % des cas pour chacune des gammes de tailles (Annexe 9). Les proies ont été systématiquement découpées avant d'être transporter au nid. Le découpage a été observé dans 70,0 %, 83,33 % et 86,67 % des cas face aux sauterelles de 4 à 7 mm, 10 à 15 mm et ≥ 17 mm (Figure 31). La taille de la proie n'a pas influencé la fréquence des découpages ($F = 1,16$; $df = 2$; $p = 0,32$). Le transport des proies par les ouvrières de *Cr. clariventris* peut se faire suivant deux modalités d'importance très inégale à savoir : le transport solitaire et le transport collectif. Le transport collectif a été observé dans 83,33 % pour les proies de taille 4 à 7 mm et 10 à 15 mm et 93,33 % pour les proies de taille ≥ 17 mm. De manière générale, le transport collectif a été prépondérant sur le transport solitaire quelle que soit la taille de la proie ($F = 5,11$; $df = 2$; $p = 0,008$). Le succès de capture est déterminé par la taille de la proie ($F = 3,04$; $df = 2$; $p = 0,05$) et la zone d'attaque ($F = 6,38$; $df = 4$; $p < 0,0001$).

Les ouvrières de *Cr. clariventris* détectent les proies indépendamment de leurs types ($F = 1,24$; $df = 1$; $p = 0,27$) et de leurs tailles ($F = 0,57$; $df = 5$; $p = 0,72$). La zone d'attaque varie en fonction du type de proie ($\chi^2 = 14,77$; $df = 6$; $p = 0,02$). Le recrutement des congénères est déterminé par le type et la taille de la proie ($F = 8,12$; $df = 5$; $p < 0,0001$). Le découpage des proies dépend également du type et de la taille des proies ($F = 22,94$; $df = 5$; $p < 0,0001$). Les modalités de transport des proies dépendent du type et de la taille de la proie ($F = 41,73$; $df = 5$; $p < 0,0001$). En définitif, le succès dans la capture d'une proie est influencé par la taille ($F = 4,11$; $df = 5$; $p = 0,002$) et la zone d'attaque ($F = 6,84$; $df = 4$; $p < 0,0001$).

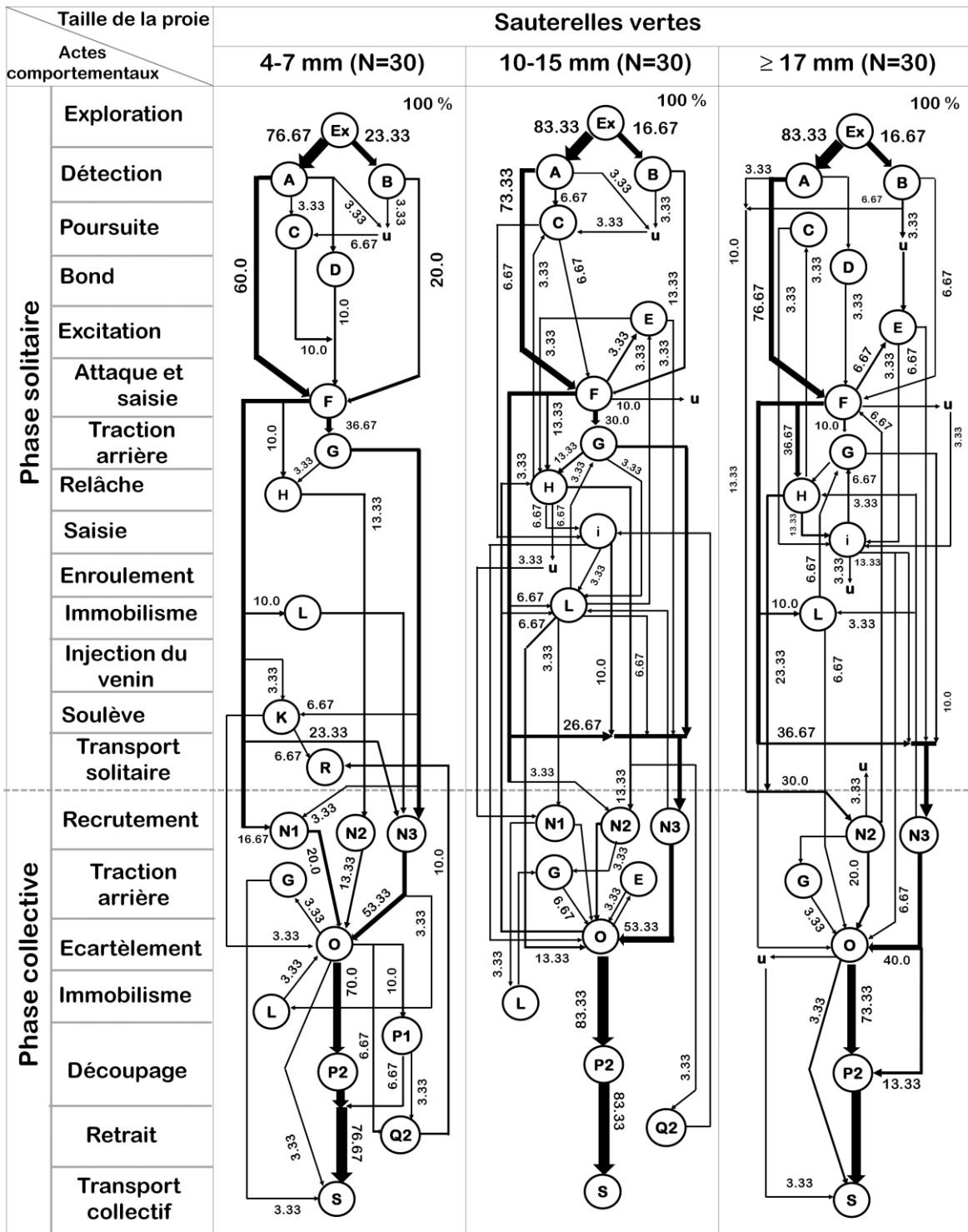


Figure 31: éthogrammes détaillés montrant les fréquences de transitions lors de la capture des sauterelles vertes par les ouvrières de *Crematogaster clariventris* (Mayr) ; U : fuite de la proie et T : rejet de la proie/abandon

III.1.6.5. Etude du comportement prédateur de *Tetramorium aculeatum* (Mayr)

III.1.6.5.1. Stratégie de capture des proies

Les proies sont détectées principalement au contact et quelquefois à distance. Au cours de leur activité de fourragement, la rencontre avec un congénère s'accompagne d'une palpation antennaire. L'ouvrière solitaire est capable de capturer et de transporter les proies de petite taille grâce à l'utilisation du venin. La chasse solitaire est l'exception chez les ouvrières de *T. aculeatum*. Le recrutement des congénères est très structuré et se fait sur place par attraction des congénères ou à longue distance par un dépôt de piste chimique. Au début du recrutement à longue distance, l'ouvrière se détache en direction du nid, au cours de son trajet, elle marque des arrêts brefs et palpe systématiquement tous les congénères rencontrés. Il s'en suit, une forte affluence des ouvrières autour de la proie qui est mordillée, mise à mort et découpée en de fins débris avant d'être transportée au nid.

▪ Cas des termites

Les termites ont été détectées principalement au contact avec des taux respectifs de 80,0 %, 60,0 % et 66,67 % pour les proies de 2 à 3 mm, 5 à 7 mm et 5 à 8 mm ; la détection à distance a été observée dans 20,0 %, 40,0 % et 33,33 % des cas respectivement pour les mêmes gammes de tailles (Figure 28). Le mode de détection n'est pas influencé par la taille ($F = 1,81$; $df = 2$; $p = 0,17$) et par la caste ($F = 0,89$; $df = 1$; $p = 0,35$). Après la détection, il s'en suit l'attaque et la saisie ; les ouvrières attaquent les termites préférentiellement au niveau du thorax (46,67 %) pour les proies de 2 à 3 mm alors que pour les ouvrières de 5 à 7 mm et les soldats, les appendices ont été préférentiellement saisis avec des taux respectifs de 53,33 % et de 73,33 %. La zone d'attaque est influencée par la taille de la proie ($\chi^2 = 38,13$; $df = 6$; $p < 0,0001$) et la caste ($\chi^2 = 19,92$; $df = 3$; $p < 0,0001$). La proie saisie est immédiatement paralysée par l'injection d'une ou de plusieurs doses de venin à des fréquences de 83,33 %, 63,33 % et 33,33 % pour les proies de 2 à 3 mm, 5 à 7 mm et 5 à 8 mm. La fréquence d'utilisation du venin a varié significativement en fonction de la taille de la proie ($F = 9,39$; $df = 2$; $p < 0,0001$) et de la caste ($F = 14,2$; $df = 1$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires montrent que les taux d'utilisation du venin sont identiques entre les proies de 2 à 3 mm et celles de 5 à 7 mm ($p = 0,11$) d'une part et entre celles de 5 à 7 mm et 5 à 8 mm ($p = 0,12$) d'autre part ; seule la paire 2 à 3 mm et 5 à 8 mm a été significativement différente ($p < 0,0001$). En raison de leur stratégie de chasse collective, le recrutement des congénères est très fréquent et s'exprime suivant trois modalités d'importance inégale : le recrutement sur place par attraction des congénères (30,0 %, 56,67 % et 23,33 % pour les proies de 2 à 3 mm, 5 à 7 mm et 5 à 8 mm, le recrutement à longue distance et le recrutement sur place couplé au recrutement à longue distance (43,33 % et 36,67 % respectivement pour les proies de 5 à 7 mm et 5 à 8 mm). La fréquence de recrutement a été influencée par la taille des ouvrières ($F = 21,26$; $df = 2$; $p < 0,0001$) et non par la caste ($F = 1,49$; $df = 1$; $p = 0,23$). Le taux de recrutement est similaire entre les ouvrières de 5 à 7 mm et les soldats ($p = 0,17$) ; à l'opposée, les différences significatives sont observables entre les paires 2 à 3 mm et 5 à 7 mm ($p < 0,0001$) d'une part et entre les paires 2 à 3 mm et 5 à 8 mm ($p = 0,001$) d'autre part. Ces résultats montrent qu'avec l'augmentation de la taille de la proie et le durcissement de la cuticule, la fréquence d'utilisation du venin diminue au profit du recrutement massif des congénères d'où les stratégies de chasse collectives élaborées. Les proies sont écartelées puis découpées en de fins débris avant d'être transportées au nid. Le découpage est influencé par la taille de la proie ($F = 28,42$; $df = 2$; $p < 0,0001$) et la caste ($F = 47,98$; $df = 1$; $p < 0,0001$). Le transport s'est exprimé suivant deux modalités : le transport solitaire et le transport collectif. Le transport solitaire n'a été observé qu'en présence des termites de 2 à 3 mm

(80,0 %) alors que le transport collectif a été la règle pour les termites de 5 à 7 mm (100,0 %) et ceux de 5 à 8 mm (70,0 %) (Figure 32). Les modalités de transport des proies ont été influencées par leur taille ($F= 97,06$; $df= 2$; $p < 0,0001$) et leur caste ($F= 18,78$; $df= 1$; $p < 0,0001$) de la proie. Le succès de capture des termites est placé déterminé par la taille ($F= 10,54$; $df= 2$; $p < 0,0001$) et la caste ($F = 21,33$; $df = 1$; $p < 0,0001$). La zone d'attaque n'a pas une influence sur le succès de capture ($F = 1,28$; $df = 4$; $p = 0,29$).

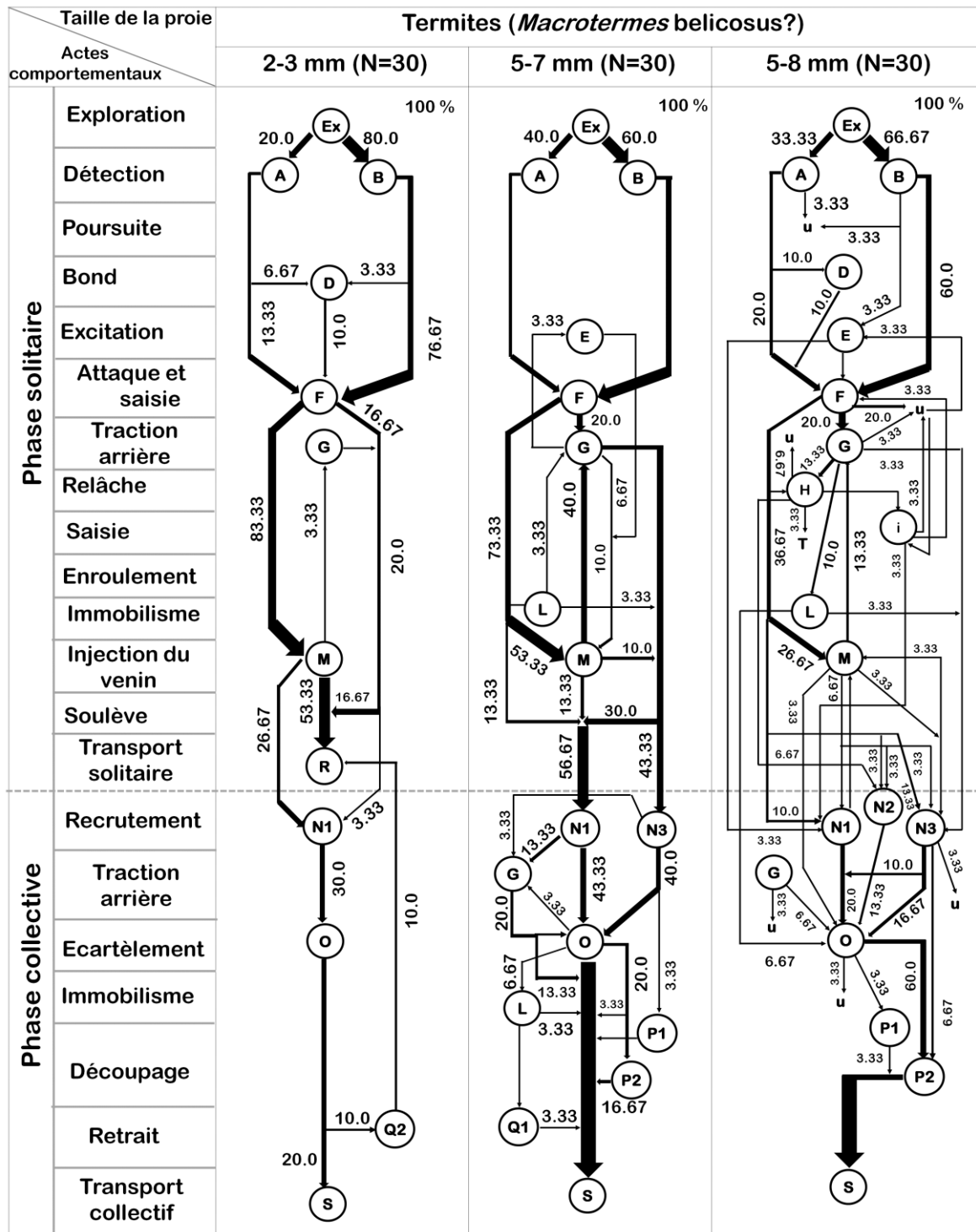


Figure 32: diagrammes de flux détaillés montrant les stratégies de capture des termites par les ouvrières de *Tetramorium aculeatum* (Mayr) U : fuite de la proie et T : rejet de la proie/abandon

▪ Cas des sauterelles

La détection des sauterelles se fait principalement au contact avec des fréquences respectives de 93,33 % pour les proies de 4 à 7 mm et celles de 10 à 15 mm et 63,33 % pour celles de taille ≥ 17 mm. Cependant, la détection à distance semble augmenter avec la taille de la proie. Le mode de détection des proies a varié significativement en fonction de la taille ($F = 8,84$; $df = 2$; $p < 0,0001$). Les proies sont attaquées et saisies préférentiellement aux niveaux des appendices avec des fréquences de 66,67 %, 83,33 % et 70,0 % pour les proies de 4 à 7 mm, 10 à 15 mm et celles de taille ≥ 17 mm (Figure 33). La zone d'attaque a varié significativement en fonction de la taille de la proie ($\chi^2 = 6,83$; $df = 6$; $p = 0,003$). L'utilisation du venin a été observé dans 33,33 % et 20,0 % des cas respectivement pour les proies de taille comprise entre 4 et 7 mm et celles de 10 à 15 mm. L'utilisation du venin n'a pas été observée pour les proies de taille ≥ 17 mm (Figure 33). La fréquence d'utilisation du venin a varié significativement en fonction de la taille de la proie ($F = 6,08$; $df = 2$; $p = 0,004$). Les comparaisons par paires montrent des différences non significatives entre les proies de 4 à 7 mm et celles de 10 à 15 mm ($p = 0,12$) d'une part et entre les proies de 10 à 15 mm et celles de taille ≥ 17 mm ($p = 0,12$) d'autre part ; la seule différence significative est celle observée entre les proies de 4 à 7 mm et celles de ≥ 17 mm ($p < 0,0001$). Le recrutement sur place par attraction des congénères couplé au recrutement à longue distance par un dépôt de piste chimique a été la plus fréquente. Elle a été observée dans 60,0 %, 53,33 % et 70,0 % des cas respectivement pour les proies de 4 à 7 mm, 10 à 15 mm et ≥ 17 mm (Figure 28). Les fréquences de recrutement ont varié significativement en fonction de la taille de la proie ($F = 6,50$; $df = 2$; $p = 0,002$) ; la zone d'attaque n'a pas eu une influence significative sur la fréquence de recrutement ($F = 0,27$; $df = 3$; $p = 0,85$). Les comparaisons par paires montrent que les taux de recrutement ont été similaires entre les proies de 10 à 15 mm et celles ≥ 17 mm ($p = 0,17$) alors que les différences significatives sont observées entre les proies de 4 à 7 mm et celles de 10 à 15 mm ($P < 0,0001$) d'une part, 4 à 7 mm et celles de taille ≥ 17 mm ($p = 0,001$) d'autre part. Le découpage des proies a été observé pour toutes les gammes de tailles, elle dépend de la taille de la proie ($F = 11,65$; $df = 2$; $p < 0,0001$) et entre toutes les gammes de taille prises deux à deux ($p < 0,0001$). Le transport est principalement assuré par un collectif d'ouvrières dans 90,0 %, 80,0 % et 76,67 % pour les gammes de tailles de 4 à 7 mm, 10 à 15 mm et ≥ 17 mm. Les modalités de transport ont varié en fonction de la taille des proies ($F = 3,30$; $df = 2$; $p = 0,04$). Les proies de 10 à 15 mm et celles de taille ≥ 17 mm ont été principalement transportées par un collectif d'ouvrières alors que quelques cas sporadiques de transport solitaire seront observés face aux proies de 4 à 7 mm. Le succès dans la capture des sauterelles est déterminé la taille de la proie ($F = 5,69$; $df = 2$; $p = 0,005$) ; la zone d'attaque n'influence pas sur le succès de capture ($F = 0,88$; $df = 3$; $p = 0,46$).

Les ouvrières de *T. aculeatum* détectent les proies principalement au contact. Le taux de détection à distance peut augmenter avec la taille et de ce fait être influencée par le type ($F = 5,85$; $df = 1$; $p = 0,02$) et la taille de la proie ($F = 4,75$; $df = 5$; $p < 0,0001$). La fréquence d'utilisation du venin par les ouvrières de *T. aculeatum* est également influencée par le type et la taille de la proie ($F = 19,76$; $df = 5$; $p < 0,0001$). Les taux de recrutement ($F = 18,34$; $df = 5$; $p < 0,0001$), de découpage ($F = 21,15$; $df = 5$; $p < 0,0001$) et les modalités de transport ($F = 55,85$; $df = 5$; $P < 0,0001$) ont été déterminés par le type et la

taille de la proie. Le succès de capture des proies par les ouvrières de *T. aculeatum* dépend du type et de la taille de la proie ($F = 6,81$; $df = 5$; $p < 0,0001$). La zone d'attaque n'a aucune influence sur le succès de capture ($F = 2,06$; $df = 4$; $p = 0,09$).

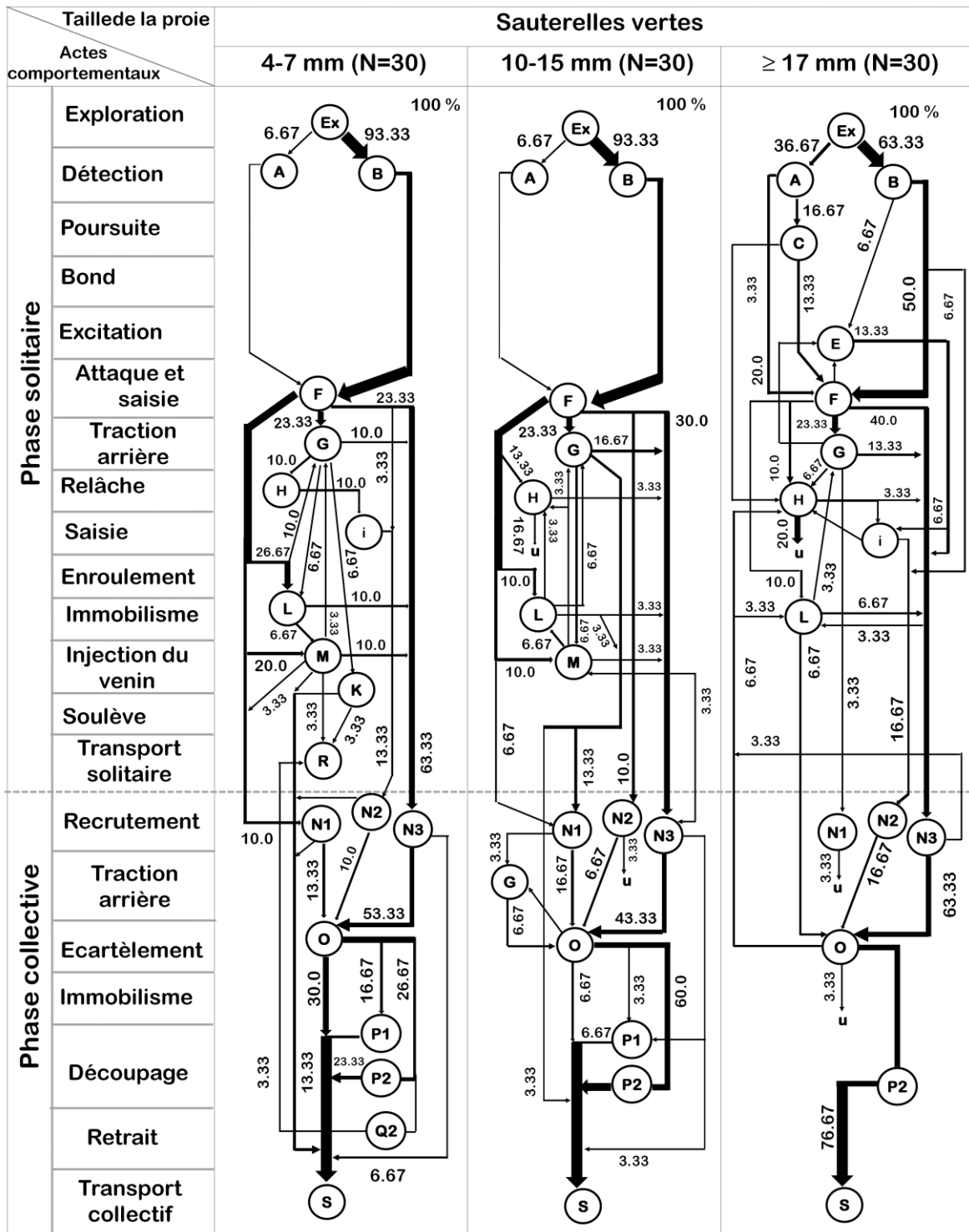


Figure 33: diagrammes de flux détaillant les stratégies de capture des sauterelles vertes par les ouvrières de *Tetramorium aculeatum* (Mayr) U : fuite de la proie et T : rejet de la proie/abandon

III.1.6.6. Etude du comportement prédateur d'*Oecophylla longinoda* (Latreille)

III.1.6.6.1. Stratégie prédatrice

Les ouvrières d'*Oecophylla longinoda* détectent principalement leurs proies à distance. Chaque ouvrière a la capacité de capturer les proies de façon autonome dans une succession d'état proche d'un comportement automate qui rappelle celui des fourmis terricoles et arboricoles primitives. Les proies sont saisies à l'aide des mandibules, puis écartelées ou non en fonction de leurs tailles avant d'être transporter. Les proies de grandes tailles sont enlacées entre les tiges des branches et étirées de part et d'autre. Le découpage des proies semble accidentel, en raison du fait qu'il survient en général dans les zones de forte tension pendant l'écartèlement. En rapprochement avec les similitudes observées chez les espèces *M. opaciventris* et *Pl conradti*, cet état a été qualifié de découpage partiel. Les morsures infligées à la proie à l'aide des mandibules restent la principale arme utilisée pour en venir à bout.

▪ Cas des termites

Les ouvrières d'*O. Longinoda* détectent les proies à distance et au contact. La détection à distance a été la modalité fréquemment observée avec des taux respectifs de 73,33 %, 80,0 % et 83,33 % pour les proies de 2 à 3 mm, 5 à 7 mm et 5 à 8 mm (Figure 34). Le mode de détection n'a pas varié en fonction de la taille ($F = 1,26$; $df = 2$; $p = 0,29$) et de la caste de la proie ($F = 1,63$; $df = 1$; $p = 0,21$). Après détection, les proies ont été attaquées et saisies principalement au niveau du thorax (60,0 %) pour les proies de 2 à 3 mm ; les proies de 5 à 7 mm ont été saisies au niveau du thorax (36,67 %) et de l'abdomen (43,33 %) alors que celles de 5 à 8 mm ont été saisies préférentiellement au niveau des appendices (56,67 %). La zone d'attaque a varié en fonction de la taille ($\chi^2 = 47,24$; $df = 6$; $p < 0,0001$) et de la caste ($\chi^2 = 38,14$; $df = 3$; $p < 0,0001$). L'utilisation du venin n'a pas été mis en évidence dans le cadre de notre étude. Bien que cette fourmi affiche fréquemment un comportement solitaire, le recrutement sur place par attraction des congénères occupe une place importante dans le déploiement de sa stratégie prédatrice. Il représente 26,67 % pour les proies de 2 à 3 mm, 56,67 % pour celles de 5 à 7 mm et 53,33 % pour les proies de taille comprise entre 5 et 8 mm. Ce résultat montre que la fréquence de recrutement des congénères peut augmenter avec la taille de la proie mais les différences ne sont pas significatives ($F = 2,36$; $df = 2$; $p = 0,10$), il en est de même pour la caste ($F = 2,23$; $df = 1$; $p = 0,14$). Le découpage des proies est très rare, un seul cas a été observé en présence des soldats de 5 à 8 mm, soit une fréquence 3,33 %. Le transport de la proie peut se faire soit en solitaire, soit par un collectif d'ouvrières (Figure 34). La transport solitaire a été la plus fréquente avec 86,67 %, 60,0 % et 36,67 % pour les proies de 2 à 3 mm, 5 à 7 mm et 5 à 8 mm. Les modalités de transport ont été influencées par la taille de la proie ($F = 11,11$; $df = 2$; $p < 0,0001$) ; les comparaisons par paires montrent des différences non significatives entre les proies de taille comprise entre 5 et 7 mm et celles de 5 à 8 mm ($p = 0,15$), par contre les différences significatives ont été observées entre les paires 2 à 3 mm et 5 à 7 mm ($p = 0,03$) d'une part et entre les paires 2 à 3 mm et 5 à 8 mm ($p < 0,0001$) d'autre part. La caste influence significativement sur les modalités des cas de transport ($F = 16,44$; $df = 1$; $p < 0,0001$). Le succès de capture des termites est déterminé par la taille ($F = 5,21$; $df = 2$; $p < 0,007$) et

caste ($F = 9,64$; $df = 1$; $p = 0,003$) de la proie ; la zone d'attaque n'a pas une influence sur le succès de capture ($F = 2,29$; $df = 4$; $p = 0,06$).

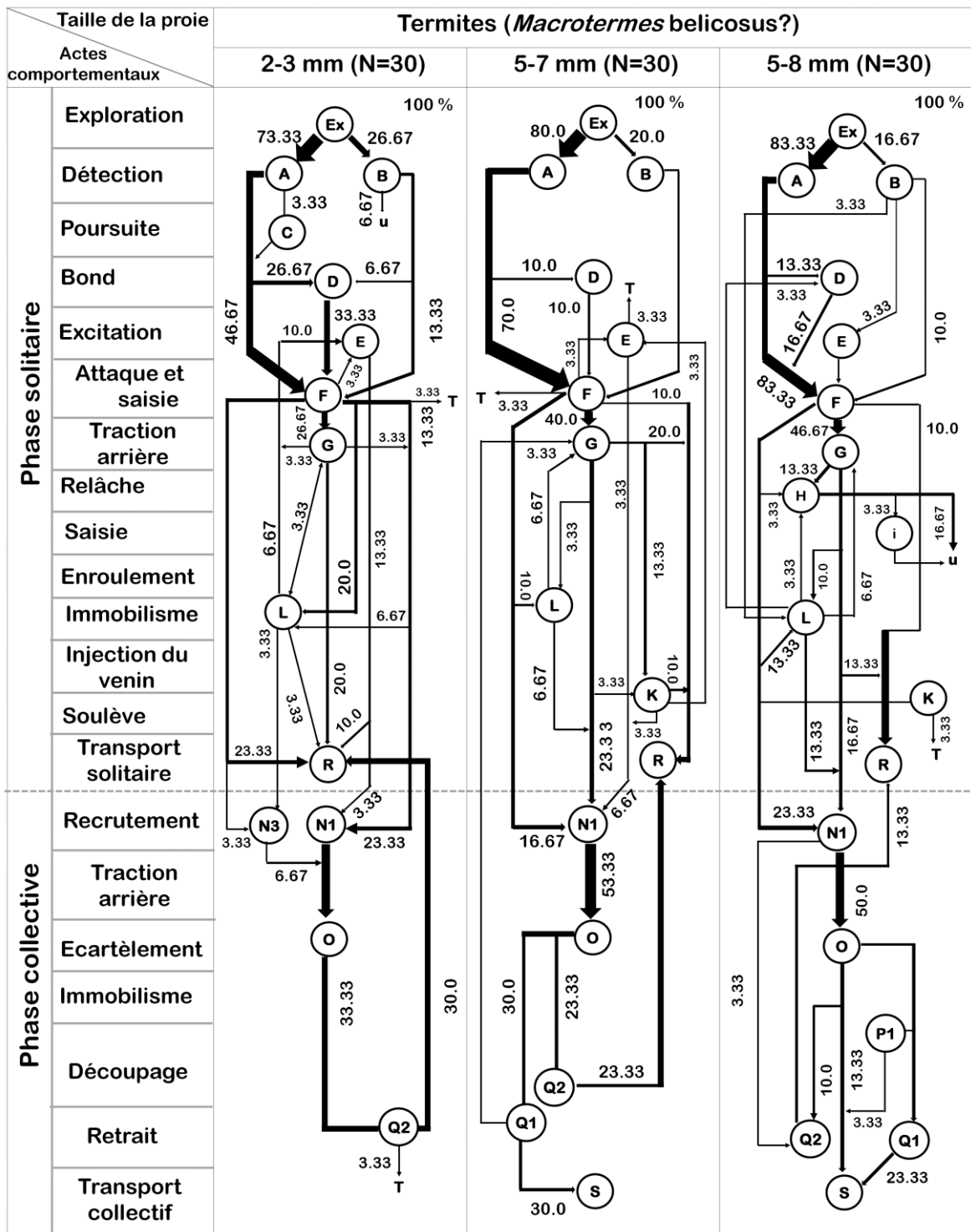


Figure 34: diagrammes comportementaux montrant les fréquences de transitions entre les différents actes comportementaux lors de la capture des termites par les ouvrières d'*Oecophylla longinoda* U : fuite de la proie et T : rejet de la proie/abandon

▪ Cas des sauterelles

Les sauterelles tout comme les termites ont été détectées majoritairement à distance dans 76,67 % des cas pour les proies de 4 à 7 mm et dans 73,33 % des cas pour celles de 10 à 15 mm

et celles de taille ≥ 17 mm (Figure 35). Les modalités de détection n'ont pas varié significativement en fonction de la taille de la proie ($F = 0,16$; $df = 2$; $p = 0,85$). Les proies sont attaquées et saisies, au niveau de l'abdomen (50,0 %) pour les proies de 4 à 7 mm et par les appendices avec des proportions de 70,0 % et de 96,67 % pour les proies de 10 à 15 mm et celles de taille ≥ 17 mm. Le test de Chi-deux montre que les pourcentages des zones d'attaques varient significativement en fonction de la taille de la proie ($\chi^2 = 44,59$; $df = 6$; $p < 0,0001$). Les ouvrières d'*O. longinoda* recrutent sur place par attraction des congénères, à longue distance et en combinant les deux premières approches. Le recrutement sur place par attraction des congénères a été la modalité la plus fréquente avec 46,67 % (4 à 7 mm), 70,0 % (10 à 15 mm) et 56,67 % (≥ 17 mm). La fréquence de recrutement a été significativement influencée par la taille de la proie ($F = 5,87$; $df = 2$; $p = 0,004$) ; les proies de 10 à 15 mm et celles ≥ 17 mm ont des fréquences de recrutement similaire ($p = 1,0$) alors qu'elles diffèrent significativement de celle des proies de 4 à 7 mm ($p < 0,05$). La zone d'attaque a également été un facteur de stimulation lors du recrutement des congénères ($F = 4,63$; $df = 4$; $p = 0,002$). Les comparaisons par paires ont permis de se rendre compte que les taux de recrutement varient selon que l'ouvrière saisisse soit le thorax soit les appendices de la proie ($p = 0,001$). Les proies de petites tailles sont directement transportées au nid, lorsqu'elles sont saisies au niveau du thorax, alors que la saisie des appendices entraîne une lutte acharnée pour immobiliser la proie ce qui génère des vibrations sur la feuille qui mettent en alerte toute la colonie. Le découpage des proies chez les ouvrières d'*O. longinoda* est purement accidentel et est occasionné par la rupture des appendices dans les zones de forte tension pendant l'écartèlement. La fréquence de découpage n'est pas influencée par la taille de la proie ($F = 2,83$; $df = 2$; $p = 0,06$). Quatre cas ont été observés pendant la capture des sauterelles de taille ≥ 17 mm, soit 13,33 %. Les modalités de transport des proies sont déterminées par la taille ($F = 19,30$; $df = 2$; $p < 0,0001$), le transport collectif prime sur le transport solitaire avec des fréquences 83,33 % (10 à 15mm) et 76,67 % (≥ 17 mm) ; par contre le transport solitaire est plus fréquent pour les proies de 4 à 7 mm (56,67 %). Ce qui a induit des différences significatives au niveau des modalités de transport entre les proies de 4 à 7 mm et les autres gammes de taille ($p < 0,0001$) alors que les proies de 10 à 15 mm et celles de taille ≥ 17 mm n'ont pas varié significativement ($p = 0,51$). Le succès dans la capture des sauterelles est déterminé par la taille de la proie ($F = 6,56$; $df = 2$; $p = 0,002$) et la zone d'attaque ($F = 2,50$; $df = 4$; $p = 0,05$). Lors de la capture des proies, le mode de détection ne dépend pas du type et de la taille de la proie ($F = 0,68$; $df = 5$; $p = 0,39$). Par contre, la zone d'attaque est influencée par le type et la taille de la proie ($\chi^2 = 44,59$; $df = 6$; $p < 0,001$). Le déclenchement des mécanismes à l'origine du recrutement ($F = 4,76$; $df = 5$; $p < 0,0001$), du découpage ($F = 2,58$; $df = 5$; $p = 0,03$) ainsi que les modalités de transport ($F = 25,93$; $df = 5$; $p < 0,001$) sont

déterminées par le type et taille de la proie. Le succès enregistré dans la capture d'une proie ne dépend pas du type de proie ($F = 2,62$; $df = 1$; $p = 0,11$) mais de sa taille ($F = 2,59$; $df = 4$; $p = 0,04$) et de la zone d'attaque ($F = 2,74$; $df = 4$; $p = 0,03$).

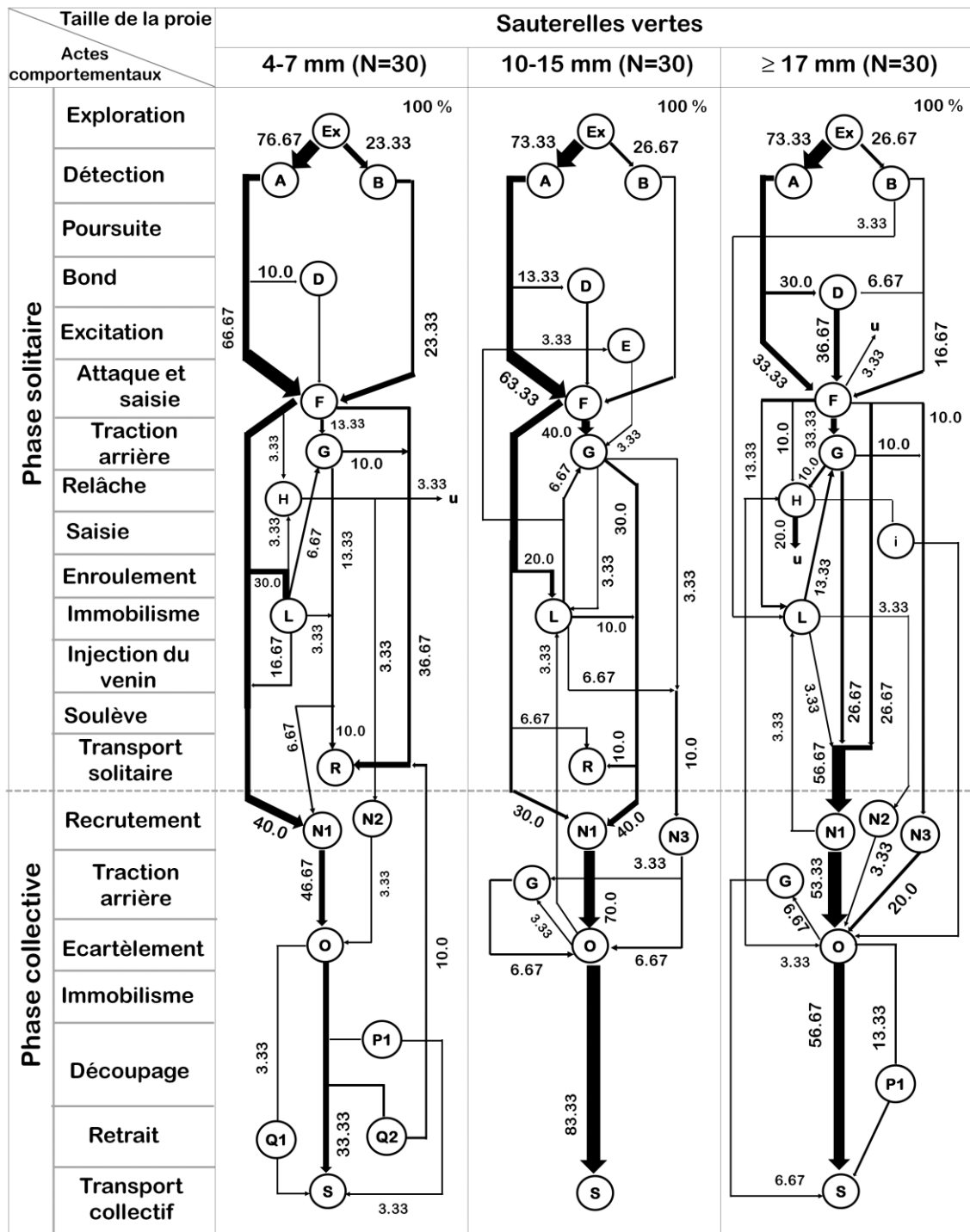


Figure 35: diagrammes comportementaux montrant les fréquences de transitions entre les différents actes comportementaux lors de la capture des sauterelles vertes par les ouvrières d'*Oecophylla longinoda*
 U : fuite de la proie et T : rejet de la proie/abandon

III.1.7. Etude de la cinétique de recrutement des ouvrières lors de la prédation

III.1.7.1. Cinétique de recrutement face aux termites

- Cas de *Myrmicaria opaciventris*

Les courbes de variation du nombre moyen d'ouvrières sur l'aire de chasse évoluent en dents de scie, relevant le caractère irrégulier voir aléatoire de la succession (Figure 36 A, B et C). En raison de cette distribution peu régulière, il est difficile de déterminer les intervalles de temps correspondant au recrutement maximal. Le nombre moyen d'ouvrières présent à chaque pas de temps a varié entre $0,96 \pm 0,26$ en présence des proies de taille comprise entre 2 et 3 mm et $1,77 \pm 0,49$ pour celles de taille comprise entre 5 et 7 mm sur l'aire de chasse principale alors que sur le témoin, il a été compris entre $0,40 \pm 0,17$ (2 à 3 mm) et $0,59 \pm 0,40$ (5 à 8 mm) (Annexe 10). Il se dégage des différences significatives dans la fluctuation du nombre d'ouvrières entre l'aire de chasse et l'aire témoin en présence des ouvrières de termites (2 à 3 mm ($D = 0,87$, $p < 0,0001$), 5 à 7 mm ($D = 1,0$; $p < 0,0001$) et des soldats de 5 à 8 mm ($D = 0,70$; $p < 0,0001$)). La variation du nombre moyen d'ouvrières dans l'aire de chasse à chaque pas de temps a été significativement influencée par la taille de la proie ($F = 26,37$; $df = 2$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires révèlent les différences significatives ($p < 0,05$) entre les gammes de taille de 2 à 3 mm et celles de 5 à 7 mm d'une part, 5 à 7 mm et 5 à 8 mm d'autre part. Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les gammes de taille de 2 à 3 mm et celles de 5 à 8 mm ($p > 0,05$). Le nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps n'a pas été influencé par la caste ($F = 0,63$; $df = 1$; $p = 0,43$).

- Cas de *Platythyrea conradti*

Face aux proies de 2 à 3 mm, 5 à 7 mm et 5 à 8 mm, la variation du nombre moyen d'ouvrières sur l'aire de chasse et le témoin suit des modèles linéaires (Figure 36 D, E et F). Tout comme chez *M. opaciventris*, il est difficile de déterminer le pic de recrutement et le temps correspondant ; ce qui traduit une forme de sédentarisation des ouvrières dans l'aire de chasse probablement influencée par les conditions expérimentales. Cet élément dénote de la faible capacité de recrutement, voir l'absence de recrutement chez *Pl. conradti*. En dépit de ces observations, l'on note néanmoins des différences significatives entre le nombre moyen d'ouvrières recrutées dans l'aire de chasse et l'aire témoin (termites (2 à 3 mm ($D = 1,0$; $p < 0,0001$), 5 à 7 mm ($D = 1,0$; $p < 0,0001$), 5 à 8 mm ($D = 1,0$; $p < 0,0001$)). Le nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps dans l'aire de chasse a été de $11,44 \pm 0,52$; $10,07 \pm 0,46$ et $11,65 \pm 0,62$ pour les proies de 2 à 3 mm, 5 à 7 mm et celles de 5 à 8 mm (Annexe 10). Le nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps a varié significativement en fonction de la taille de la proie ($F = 77,82$; $df = 2$; $p < 0,0001$) et de la caste ($F = 26,56$; $df = 1$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires montrent que le nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps a varié significativement entre les proies de 2 à 3 mm et celles de 5 à 7 mm ($p < 0,05$) d'une part et entre celles de 5 à 7 mm et 5 à 8 mm ($p < 0,05$) d'autre part. Par contre, le nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps n'a pas varié significativement entre les proies de 2 à 3 mm et celles de 5 à 8 mm ($p > 0,05$).

- **Cas de *Crematogaster* sp. "stapi"**

Le recrutement des ouvrières chez *Crematogaster* sp. est caractérisé par une phase ascendante marquée par l'apparition d'un pic situé autour des 4 et 5^{ème} minutes après la détection (Figure 36 G, H et I). Face aux proies de 2 à 3 mm, le nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps a été de $3,17 \pm 0,59$ alors qu'en présence des proies de 5 à 7 mm et celle de 5 à 8 mm $7,26 \pm 2,54$ et $9,48 \pm 2,63$ ouvrières ont été recrutées. Sur le témoin, le nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps a été de $1,40 \pm 0,80$, $1,12 \pm 0,65$ et $1,25 \pm 0,66$ pour les proies de 2 à 3 mm, 5 à 7 mm et celles de 5 à 8 mm (Annexe 10). Le nombre d'ouvrières entre les aires de chasses et les aires témoins est significativement différente (ouvrières de termites de 2 à 3 mm ($D = 0,97$; $p < 0,0001$) et de 5 à 7 mm ($D = 0,97$; $p < 0,0001$) et soldats de 5 à 8mm ($D = 1,0$; $p < 0,0001$). Le nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps est influencé par la taille de la proie ($F = 67,21$; $df = 2$; $p < 0,0001$) et par la caste ($F = 49,39$; $df = 1$; $p < 0,0001$). En rapport avec la taille, les comparaisons par paires montrent des différences significatives ($p < 0,0001$) entre les différentes gammes de tailles prises deux à deux. Ce résultat traduit le caractère prévisible du recrutement chez cette espèce.

- **Cas de *Crematogaster clariventris***

Les courbes de cinétique de recrutement des congénères sont plus régulières (Figure 36 J, K et L) ; le pic est atteint entre la 3 et la 8^{ème} minutes. Comparativement à *Crematogaster* sp., le recrutement des congénères est initié très tôt chez *Cr. clariventris* et persiste plus longtemps. Le nombre moyen d'ouvrières recrutées dans l'aire de chasse à chaque pas de temps a été compris entre $4,59 \pm 0,84$ (2 à 3 mm) et $11,99 \pm 3,46$ (5 à 7 mm) alors que sur l'aire témoin cette moyenne a été comprise entre $1,11 \pm 0,93$ (10 à 15 mm) et $1,17 \pm 0,67$ (≥ 17 mm) (Annexe 10). La fluctuation du nombre d'ouvrières entre les aires de chasses et les aires témoins est significativement différent (ouvrières de 2 à 3 mm ($D = 0,967$; $p < 0,0001$) et 5 à 7 mm ($D = 1,0$; $p < 0,0001$) et les soldats de 5 à 8 mm ($D = 0,967$; $p < 0,0001$)). Face aux termites, la variation du nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque intervalle de temps dans l'aire de chasse est influencé par la taille de la proie ($F = 74,50$; $df = 2$; $p < 0,0001$) et non par la caste ($F = 0,011$; $df = 1$; $p = 0,92$). Pour ce qui est de la variation du nombre moyen d'ouvrières en fonction de la taille de la proie, les comparaisons par paires montrent les différences significatives entre toutes les gammes de tailles ($p < 0,0001$).

- **Cas de *Tetramorium aculeatum***

Le recrutement résultant de l'attraction sur place et à longue distance des congénères est matérialisé par une phase ascendante sur les courbes de cinétiques. Les courbes de cinétiques en présence des proies rappellent des paraboles, relevant de ce fait le caractère prévisible et structuré du recrutement (Figure 36 M et N). Le recrutement face aux ouvrières de termites s'étale entre les 2 et 8^{èmes} minutes alors que la capture des soldats nécessite une contribution plus importante d'où la persistance de la phase ascendante au-delà des 15 minutes de comptage (Figure 36 O). Il se dégage des résultats une variation du nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps dans l'aire de chasse ($1,61 \pm 0,65$ pour les proies de 2 à 3 mm, $11,86 \pm 4,21$ pour les proies de 5 à 7 mm et $17,09 \pm 8,60$ pour celles

de 5 à 8 mm) comparé au témoin ($0,29 \pm 0,90$ pour les proies de 2 à 3 mm ; $0,78 \pm 0,47$ pour les proies de 5 à 7 mm et $0,92 \pm 0,48$ pour les proies de 5 à 8 mm). La fluctuation du nombre d'ouvrières entre l'aire de chasse et l'aire témoin a varié significativement (ouvrières termites 2 à 3 ($D = 0,90$; $p < 0,001$) et 5 à 7 mm ($D = 0,97$; $p < 0,001$), soldats 5 à 8 mm ($D = 0,97$; $p < 0,001$)) (Annexe 10). Le nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps a varié significativement en fonction de la taille ($F = 60,69$; $df = 2$; $p < 0,0001$) et de la caste de la proie ($F = 44,50$; $df = 1$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par montent des différences significatives entre toutes les gammes de taille des proies ($p < 0,0001$).

▪ **Cas d'*Oecophylla longinoda***

Le recrutement des congénères se déroule activement entre les 2 et 8^{ième} minutes (Figures 36 P, Q et R). Comparativement à l'espèce *T. aculeatum*, *O. longinoda* recrute moins ; ainsi sur l'aire de chasse le nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps a été de $0,96 \pm 0,41$, $3,96 \pm 1,0$ et $4,48 \pm 1,09$ pour les proies de 2 à 3 mm, 5 à 7 mm et celles de 5 à 8 mm alors que sur le témoin, il représente $0,007 \pm 0,15$, $0,75 \pm 1,32$ et $0,76 \pm 0,52$ respectivement pour les mêmes gammes de tailles. La colonisation progressive de l'aire de chasse est significativement différente de celle de l'aire témoin (ouvrières de termites 2 à 3 mm ($D = 0,90$; $p < 0,001$) et 5 à 7 mm ($D = 1,0$; $p < 0,001$) et les soldats 5 à 8 mm ($D = 1,0$; $p < 0,001$)). La variation du nombre moyen d'ouvrières autour des termites est influencée par leurs tailles ($F = 140$; $df = 2$; $p < 0,0001$) et leurs castes ($F = 35,49$; $df = 1$; $p < 0,0001$). Au regard de la taille des proies, les comparaisons par paires montrent des différences significatives entre les gammes de tailles 2 à 3 mm et 5 à 7 mm ($p < 0,0001$) d'une part et 2 à 3 mm et 5 à 8 mm ($p < 0,0001$) d'autre part ; aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les proies de 5 à 7 mm et celles de 5 à 8 mm ($p = 0,07$). Dans ce dernier cas, l'absence de différence significative pourrait s'expliquer par le faible écart observé au niveau de l'amplitude entre les deux gammes de tailles des proies considérées.

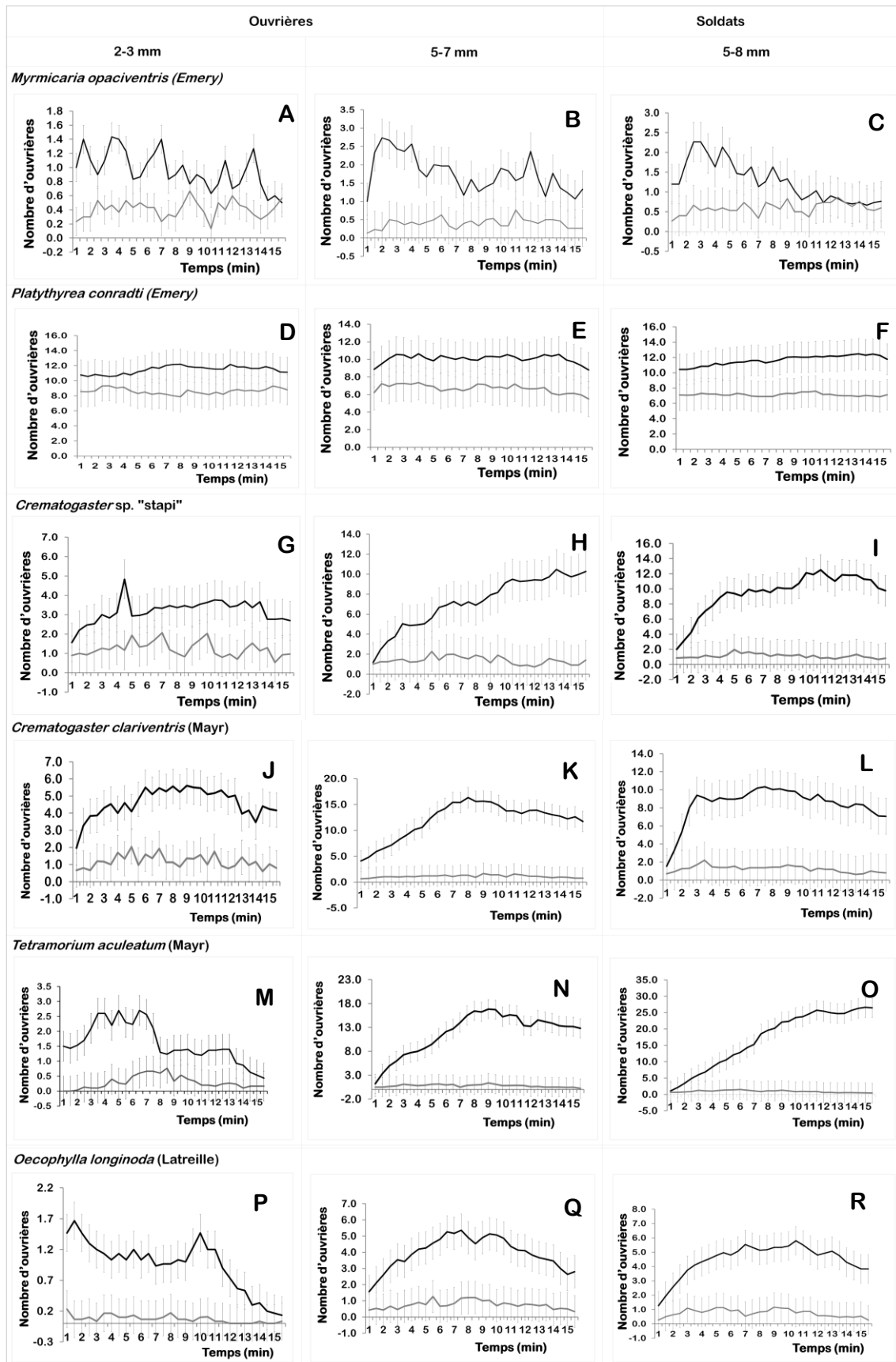


Figure 36 : modèles de recrutement des congénères face aux termites chez les espèces de fourmis étudiées. Les courbes noires représentent la fluctuation du nombre moyen d'ouvrières dans l'aire de chasse principale et les courbes grises le témoin. Les barres d'erreurs indiquent l'intervalle de confiance à 95 %

III.1.7.2. Cinétique de recrutement face aux sauterelles

▪ Cas de *Myrmicaria opaciventris*

A l'opposé de ce qui a été observé en présence des termites, la variation du nombre moyen d'ouvrières de *M. opaciventris* sur l'aire de chasse principale semble plus régulière lorsque celle-ci sont en présence des sauterelles vertes de taille comprise entre 10 et 15 mm et celles de taille ≥ 17 mm et tend à s'estomper au cours des 3^{ème}, 4^{ème} et 10^{ème} minutes qui suivent la détection pour les proies de 4 à 7 mm, 10 à 15 mm et celles de taille ≥ 17 mm (Figure 37 A, B et C). Le nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps a été de $0,86 \pm 0,31$ (4 à 7 mm), $2,29 \pm 1,27$ (10 à 15 mm) et $4,25 \pm 1,19$ (≥ 17 mm) sur l'aire de chasse alors que sur le témoin il représente respectivement $0,45 \pm 0,21$, $0,36 \pm 0,21$ et $0,55 \pm 0,38$ pour les gammes de taille (Annexe 10). La fluctuation du nombre d'ouvrières entre les aires de chasses diffère significativement des aires témoins (4 à 7 mm ($D = 0,67$, $p < 0,0001$), 10 à 15 mm ($D = 1,0$; $p < 0,0001$) et ≥ 17 mm ($D = 1,0$; $p < 0,0001$)). Il se dégage également, une influence significative de la taille de la proie ($F = 83,44$; $df = 2$; $p < 0,0001$) sur la variation du nombre moyen d'ouvrières recrutées dans l'aire de chasse à chaque pas de temps. Les comparaisons par paires montrent les différences significatives entre toutes les gammes de tailles ($p < 0,0001$).

▪ Cas de *Platythyrea conradti*

La variation du nombre moyen d'ouvrières sur l'aire de chasse en fonction du temps est proche de celle observée en présence des termites (distribution linéaire) (Figure 37 D, E et F). Au terme des observations menées en présence des termites, l'hypothèse suivant laquelle le modèle de recrutement observé était probablement la résultante de la sédentarisation des ouvrières dans l'aire de chasse a été émise. Pour vérifier notre hypothèse, nous avons inversé l'aire de chasse et le témoin. Cette inversion a montré que le nombre moyen d'ouvrières est resté numériquement dominants dans l'aire de chasse devenue le témoin (Figure 37 D et E). Or, en situation normale si le recrutement avait lieu, à partir du moment où l'aire de chasse a été déplacée le flux d'ouvrières devrait être orienté vers le nouvel aire de chasse. Ce qui n'a été nullement le cas. Après ces observations, une nouvelle inversion des aires a été également faite de manière à retourner dans la situation initiale, là encore le nombre d'ouvrières présent dans l'aire de chasse passé au témoin et redevenu aire de chasse a été numériquement dominant sur le témoin (Figure 37 F). Le nombre moyen d'ouvrières dans l'aire de chasse a été de $2,95 \pm 0,39$; $5,43 \pm 0,37$ et $13,02 \pm 0,97$ respectivement pour les proies de 4 à 7mm, 10 à 15 mm et celles de tailles ≥ 17 mm. Nous avons obtenu, une différence significative dans la fluctuation du nombre d'ouvrières entre les aires de chasse de chasses principales et les aires témoin face aux

sauterelles de taille ≥ 17 mm ($D = 1,0$; $p < 0,0001$). Par contre, en présence des sauterelles vertes de 4 à 7 mm ($D = 1,0$; $p < 0,0001$) et celles de 10 à 15 mm ($D = 0,87$; $p < 0,0001$), après inversion des aires, le nombre moyen d'ouvrières présent sur le témoin est significativement plus élevé que dans les aires de chasses principales. Les résultats mettent également en exergue une influence significative de la taille de la proie sur le nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps ($F = 2018,0$; $df = 2$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires ont permis de mettre en évidence des différences significatives entre les différentes gammes de tailles prises deux à deux ($p < 0,0001$).

▪ **Cas de *Crematogaster* sp. "stapi"**

Le recrutement des congénères chez *Crematogaster* sp. "stapi" s'étend au-delà de la 15^{ème} minute d'observation, et ce pour toutes nos gammes de tailles (Figure 37 G, H et I). Le nombre moyen d'ouvrières recruté est de $5,05 \pm 1,73$, $21,57 \pm 13,80$ et $35,96 \pm 23,45$ respectivement pour les proies de 4 à 7 mm, 10 à 15 mm et celles ≥ 17 mm. Sur le témoin, le nombre moyen d'ouvrières a été respectivement de $1,25 \pm 0,66$; $1,26 \pm 0,76$ et $1,54 \pm 0,70$ pour les proies de 4 à 7 mm, 10 à 15 mm et celles ≥ 17 mm (Annexe 10). La fluctuation du nombre d'ouvrières entre les aires de chasses principales et les aires témoins est significativement différente pour les proies de taille comprise entre 4 et 7 mm ($D = 0,90$; $p < 0,001$) ; 10 et 15 mm ($D = 0,97$; $p < 0,001$) et celles ≥ 17 mm ($D = 0,97$; $p < 0,001$). La taille de la proie a une influence significative sur la variation du nombre moyen d'ouvrières recrutées dans l'aire de chasse à chaque pas de temps ($F = 25,64$; $df = 2$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires montrent les différences significatives entre les proies de tailles comprises entre 4 et 7 mm et celles de 10 à 15 mm ($p < 0,0001$) d'une part et celles de tailles comprises entre 4 et 7 mm et celles ≥ 17 mm ($p < 0,0001$) d'autre part. Nous n'avons pas obtenu de différences significatives entre les gammes de tailles 10 à 15 mm et celles ≥ 17 mm ($p = 0,12$).

▪ **Cas de *Crematogaster clariventris***

Le pic de recrutement se situe autour de la 10^{ème} minutes pour les proies de 4 à 7 mm et tend vers un modèle exponentiel durant les 15 premières minutes d'observations pour les proies de 10 à 15 mm et celles ≥ 17 mm (Figure 37 J, K et L). La fluctuation du nombre d'ouvrières observées à chaque pas de temps dans l'aire de chasse principale est significativement plus importante que sur l'aire témoin pour toutes les gammes de tailles (4-7 mm ($D = 1,00$; $p < 0,001$), 10-15 mm ($D = 1,0$; $p < 0,001$) et ≥ 17 mm ($D = 1,00$; $p < 0,001$)). Le nombre moyen d'ouvrières recrutées dans l'aire de chasse principale à chaque pas de temps a été de $15,03 \pm 5,87$ pour les proies de 4 à 7 mm ; $22,60 \pm 10,60$ pour celles de 10 à 15 mm et $38,09 \pm 23,96$ pour celles ≥ 17 mm (Annexe 10) alors que sur le témoin ce nombre a été respectivement de 1,07

$\pm 0,67$; $0,95 \pm 0,58$ et $0,80 \pm 0,55$ pour les proies de 4 à 7 mm, 10 à 15 mm et celles ≥ 17 mm. Il se dégage une influence significative de la taille de la proie sur la variation du nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps ($F = 83,44$; $df = 2$; $p < 0,0001$). Les différences significatives ont été mises en évidence entre les différentes gammes de tailles prises deux à deux ($p < 0,05$) ceci montre que le nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque intervalle de temps augmente au fur et à mesure que la taille de la proie augmente.

▪ **Cas de *Tetramorium aculeatum***

Face aux sauterelles de 4 à 7 mm, le pic est atteint autour de la 7^{ème} minutes alors qu'en présence des proies de 10 à 15 mm et celles de taille ≥ 17 mm, le recrutement est massif et s'étend au-delà des 15 premières minutes (Figure 37 M, N et O). Le nombre moyen d'ouvrières recrutées a été de $17,54 \pm 7,63$; $34,50 \pm 19,02$ et $40,61 \pm 22,95$ respectivement pour les proies de 4 à 7 mm, 10 à 15 mm et celles de tailles ≥ 17 mm alors que sur le témoin ce nombre a varié entre $0,11 \pm 0,18$ (4 à 7 mm) et $0,17 \pm 0,09$ (≥ 17 mm) (Annexe 10). Le nombre moyen d'ouvrières à chaque pas de temps dans l'aire de chasse principale est significativement plus importante que sur le témoin pour toutes les gammes de tailles (4-7 mm ($D = 1$; $p < 0,0001$) ; 10-15 mm ($D = 1$; $p < 0,0001$) et ≥ 17 mm ($D = 1$; $p < 0,0001$)). De même, le nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps est significativement influencé par la taille de la proie ($F = 13,59$; $df = 2$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires montrent les différences significatives entre les proies de taille 4 à 7 mm et 10 à 15 mm ($p < 0,0001$) d'une part et entre les proies de 4 à 7 mm et celles ≥ 17 mm ($p = 0,002$) d'autre part ; la différence entre les proies de taille 10 à 15 mm et celles ≥ 17 mm ($p = 0,76$) n'a pas été significative.

▪ **Cas d'*Oecophylla longinoda***

Le modèle de recrutement des sauterelles adultes (≥ 17 mm) suit au bout de 15 minutes de comptage un modèle exponentiel, alors que celle des larves de 4 à 7 mm et des subadultes de 10 à 15 mm se rapprochent fortement d'un modèle Gaussien ; ceci traduit globalement une forte structuration du recrutement qui revêt un caractère temporel prévisible (Figure 37 O, P et Q). Le nombre moyen d'ouvrières recrutées a été de $1,38 \pm 0,73$; $4,75 \pm 2,75$ et de $21,64 \pm 11,89$ respectivement en présence des proies de 4 à 7 mm, 10 à 15 mm et celles de taille ≥ 17 mm alors que sur le témoin ce nombre a été compris entre $0,11 \pm 0,18$ (4-7 mm) et $0,23 \pm 0,26$ (≥ 17 mm) (Annexe 10). La fluctuation du nombre d'ouvrières présent dans l'aire de chasse varie significativement de celui de l'aire témoin pendant les 15 min d'observation (4-7 mm ($D = 1,0$; $p < 0,0001$), 10-15 mm ($D = 1,0$; $p < 0,0001$) et ≥ 17 mm ($D = 1,0$; $p < 0,0001$)). Le nombre moyen d'ouvrières recrutées a varié significativement en fonction de la taille de la proie ($F = 71,03$; $df = 2$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires montrent des différences significatives entre les différentes gammes de tailles prises deux à deux ($p < 0,0001$).

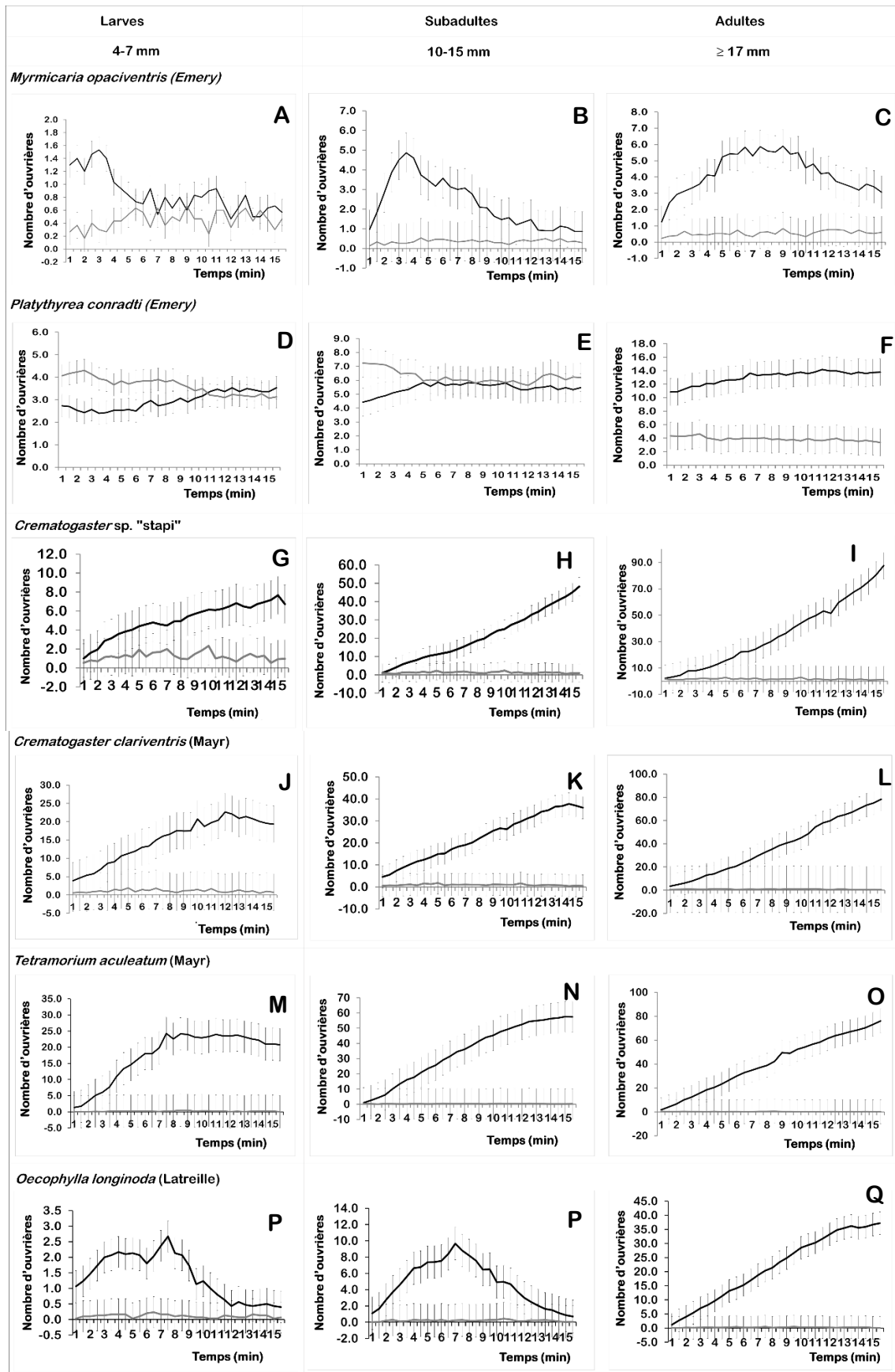


Figure 37 : variation des modèles de recrutement face aux sauterelles vertes chez les six espèces de fourmis étudiées. Les courbes noirs représentent la fluctuation du nombre moyen d'ouvrières dans l'aire de chasse principale et les courbes grises le témoin. Les barres d'erreur indiquent l'intervalle de confiance à 95 %



Figure 38 : stratégie de capture des proies par les six espèces de fourmis étudiées. De **A à D** cas de *Myrmecaria opaciventris* (Emery) : A (capture d'une ouvrière de termite) ; B (attraction et pseudoécartèlement) ; C (découpage partiel) et D (transport par traction collective). De **E à H** cas de *Platythyrea conradti* (Emery) : E (saisie et injection) ; F (transport) ; G (traction arrière et attraction des congénères) et H (pseudoécartèlement). De **I à L** cas de *Crematogaster* sp. "stapi", I et J (tentative de neutralisation et écartèlement d'une ouvrière de termites) ; K et L (écartèlement, découpage et transport). De **M à P** cas de *Crematogaster clariventris* (Mayr) : M (neutralisation de la proie) ; N (écartèlements) ; O et P (découpages). De **Q à T** cas de *Tetramorium aculeatum* (Mayr) : Q (écartèlement d'une ouvrière de termite) ; R (capture d'un soldat) ; S (traction arrière) et T (écartèlement). De **U à X** cas de *Oecophylla longinoda* (Latreille) : U et V (écartèlement des termites, ouvrières et soldats respectivement) ; W et X (neutralisation et écartèlement)

III.1.8. Etude comparative des stratégies prédatrices et d'optimisation de la capture des proies

III.1.8.1. Stratégies prédatrices

Les séquences de prédation des six espèces de fourmis étudiées présentent globalement les mêmes états : recherche, détection, attaque et saisie, attraction des congénères, pseudoécartèlement ou écartèlement, découpage et transport. Les stratégies prédatrices adoptées connaissent des niveaux d'organisations variables). Le niveau de coopération, faible et peu structuré chez les espèces *M. opaciventris* et *Pl. conradti* est fortement structuré chez les espèces *Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris*, *T. aculeatum* et *O. longinoda* dans une certaine mesure.

La chasse solitaire est la base du comportement de capture des proies chez les espèces étudiées. Elle est prononcée chez *M. opaciventris* et *Pl. conradti*. Chez les fourmis arboricoles spécialisées, la chasse solitaire persiste dans le comportement des ouvrières d'*O. longinoda* alors que chez les espèces *Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris* et *T. aculeatum*, elle constitue une phase transitoire indispensable (phase d'attente) à la mise en place de la machinerie collective propre aux insectes sociaux. Le succès dans la chasse solitaire réside dans l'utilisation du venin dont l'effet paralysant favoriserait le contrôle de la proie. Le recours à l'utilisation du venin est plus marqué chez *Pl. conradti* espèce fortement individualiste et chez *T. aculeatum*, très probablement en raison de l'absence de polymorphisme de caste au sein des colonies. Le recours au venin permet à cette dernière de contrôler la proie avant l'arrivée des congénères.

La chasse collective est fortement structurée chez les espèces *Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris*, *T. aculeatum* et *O. longinoda*. Dans sa forme primitive, elle est basée sur un recrutement sur place par simple attraction des congénères, suivi d'une saisie collective de la proie au cours de laquelle on observe un grégarisme des ouvrières autour de la proie, la mise à mort survient à la suite des morsures multiples infligées à cette dernière à l'aide des mandibules et de l'effet toxique du venin qui est éjecté (*M. opaciventris*) ou injecté (*Pl. conradti*). De la vie terriicole à la vie arboricole, le recrutement s'est affiné avec en plus de l'attraction gestuel "in situ" des congénères, l'émission sur place des phéromones d'alerte qui s'observe par la sécrétion d'une substance blanchâtre à l'extrémité du gaster chez *Crematogaster* sp. "stapi" et chez *Cr. clariventris* renforcée par des dépôts de pistes chimiques tracées par les ouvrières lors du recrutement à longue distance (cas de *Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris*, *T. aculeatum* et *O. longinoda*). L'intensité du marquage des pistes dépend de la taille de la proie et du temps mis dans la capture.

Contrairement aux espèces terricoles et arboricoles primitives, l'écartèlement des proies couplé à la forte capacité de recrutement et de coopération dans l'accomplissement d'une tâche entre les ouvrières chez les espèces de fourmis arboricoles spécialisées est une arme redoutable qui restreint l'utilisation du venin qui très coûteuse d'un point de vue énergétique.

En prenant en compte quelques paramètres tels que le mode de détection, la zone d'attaque, la fréquence d'utilisation du venin, le recrutement des congénères, le découpage des proies, les modalités de transport et le succès de capture, les comparaisons ont été effectuées afin de dégager l'influence de l'espèce de fourmi, du type de proie et de la taille de la proie sur la variabilité des paramètres suscités. Les résultats suivants ont été obtenus :

(1) les modes de détection des proies varient significativement d'une espèce à l'autre ($F= 41,15$; $df = 5$; $p < 0,0001$) et chez certaines espèces, ils dépendent de la taille de la proie en présence ($F= 2,37$; $df= 5$; $p= 0,004$). Le type de proie par contre, n'a pas d'influence significative sur le mode de détection ($F= 0,40$; $df = 1$; $p= 0,53$). Ainsi, le mode de détection par *T. aculeatum* diffère significativement de ceux de toutes les autres espèces ($p < 0,0001$). De même *M. opaciventris* et *Cr. clariventris* ont des approches différentes ($p= 0,012$) ;

(2) la zone d'attaque varie significativement en fonction du type de proie ($\chi^2 = 135,49$; $df = 1$; $p < 0,0001$), de l'espèce de fourmi ($\chi^2 = 246,62$; $df = 5$; $p < 0,0001$) et de la taille des proies ($\chi^2 = 294,48$; $df = 5$; $p < 0,0001$) ;

(3) la fréquence d'utilisation du venin varie en fonction du type de proie ($F = 13,88$; $df = 1$; $p < 0,0001$), de la taille de la proie ($F= 12,82$; $df= 5$; $p < 0,0001$) et de l'espèce de fourmi ($F = 287,43$; $df = 5$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires ont permis de mettre en évidence les différences significatives dans les fréquences d'utilisation du venin entre *T. aculeatum* et *Pl. conradti* ($P < 0,0001$). De même, la fréquence d'utilisation du venin varie significativement entre *T. aculeatum* et les espèces *Crematogaster* sp. "stapi" et *Cr. clariventris* ($p < 0,0001$) ;

(4) la mise en place du processus de recrutement est déterminé par le type de proie ($F= 66,56$; $df = 1$; $p < 0,0001$), la taille de la proie ($F= 39,93$; $df= 5$; $p < 0,0001$) ainsi que l'espèce de fourmi en présence ($F= 36,83$; $df= 5$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires effectuées ont permis de mettre en évidence des occurrences de recrutement quasiment identiques entre les espèces *Crematogaster* sp. "stapi" et *Cr. clariventris* ($p= 0,06$), *T. aculeatum* et *Cr. clariventris* ($p= 0,89$), *Pl. conradti* et *M. opaciventris* ($p= 0,34$) et *Pl. conradti* et *O. longinoda* ($p= 0,16$). Ce résultat révèle l'existence plausible d'une convergence évolutive entre les espèces étudiées ;

(5) Vis-à-vis du découpage des proies, la fréquence de découpage des proies est déterminée par le type de proie ($F= 119,25$; $df= 1$; $p < 0,001$), la taille de la proie ($F= 62,58$; $df= 5$; $p < 0,0001$) et l'espèce de fourmi en présence ($F= 177,24$; $df= 5$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires montrent que la fréquence de découpage est quasiment identique entre les espèces *Pl. conradti* et *O. longinoda* ($p = 0,95$), *O. longinoda* et *M. opaciventris* ($p= 0,21$) alors qu'entre les autres espèces étudiées et les précédentes les différences significatives ont été mises en évidence ($p < 0,05$) ;

(6) les modalités de transport varient également en fonction du type de proie ($F= 127,47$; $df = 1$; $p < 0,0001$), de la taille de la proie ($F= 150,20$; $df= 5$; $p < 0,0001$) et d'une espèce de fourmi à l'autre ($F= 139,17$; $df= 5$; $p < 0,0001$) ;

(7) le succès de la capture est également influencé par les paramètres taille de la proie ($F= 27,69$; $df= 5$; $P < 0,0001$) et l'espèce de fourmi ($F= 4,30$; $df= 5$; $p < 0,001$) ; à l'opposé, le type de proie n'est pas déterminant dans le succès de la capture ($F= 0,34$; $df = 1$; $p= 0,56$). En comparant le succès de capture entre les espèces de fourmis, il ressort que seule *Pl. conradti* présente des taux de succès les plus bas et significativement différents de ceux de toutes les autres espèces ($p < 0,05$), ce qui témoigne de sa faible aptitude prédatrice.

III.1.8.2. Stratégies d'optimisation lors de la capture des proies

III.1.8.2.1. Implication numérique des ouvrières

Face aux termites on constate que le nombre d'ouvrières impliquées dans la capture de la proie augmente graduellement d'une espèce à l'autre en fonction de la taille de la proie (Annexe 9 ; Figures 39 A et B). Ainsi, face aux proies de 2 à 3 mm, les valeurs minimales ont été obtenues chez *Pl. conradti* ($1,17 \pm 0,46$) et *M. opaciventris* ($1,23 \pm 0,90$) et la valeur maximale chez *Crematogaster* sp. "stapi" ($2,87 \pm 2,18$). En présence des proies de 5 à 7 mm, le nombre d'ouvrières impliquées dans la capture a été de $1,50 \pm 1,04$; $1,43 \pm 0,77$; $11,0 \pm 5,43$; $4,60 \pm 4,12$; $16,87 \pm 8,92$ et $2,77 \pm 1,74$ respectivement pour les espèces *M. opaciventris*, *Pl. conradti*, *Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris*, *T. aculeatum* et *O. longinoda*. Face aux soldats des termites (5-8 mm) la valeur minimale du nombre moyen d'ouvrières impliquées dans la capture a été de $2,40 \pm 2,30$ (*M. opaciventris*) et les valeurs maximales de $56,40 \pm 17,76$; $53,77 \pm 29,83$ respectivement chez *Crematogaster* sp. "stapi" et *T. aculeatum* (Figure 39 A).

En présence des sauterelles vertes, les individus de taille comprise entre 4 et 7 mm ont été capturés par un nombre d'ouvrières relativement faible chez les espèces

M. opaciventris ($1,30 \pm 1,64$) et *Pl. conradti* ($1,50 \pm 0,94$) et élevé chez *Cr. clariventris* ($19,13 \pm 4,39$) et *T. aculeatum* ($29,10 \pm 25,03$). Ce nombre sera d'avantage croissant avec les proies de 10-15 mm et celles ≥ 17 mm. Ainsi, en présence des proies de 10-15 mm, le nombre moyen d'ouvrières impliquées dans la capture a été de $2,43 \pm 1,79$ (*Pl. conradti*) ; $6,03 \pm 5,01$ (*M. opaciventris*) ; $56,40 \pm 17,76$ (*Crematogaster* sp. "stapi") ; $35,60 \pm 19,34$ (*Cr. clariventris*) ; $53,77 \pm 29,83$ (*T. aculeatum*) et $12,07 \pm 9,38$ (*O. longinoda*). Face aux individus de taille ≥ 17 mm, le nombre moyen minimale qui contribuent dans la capture a été enregistré pour l'espèce *Pl. conradti* ($7,0 \pm 3,49$) et le nombre maximal pour l'espèce *Cr. clariventris* ($100,47 \pm 38,44$) suivi immédiatement par *T. aculeatum* ($93,94 \pm 58,58$) (Figure 39 B). De manière générale, chez *M. opaciventris* et *Pl. conradti* le nombre d'ouvrières impliquées dans la capture des proies est faible. Toutefois, ce nombre augmente avec le niveau de spécialisation au milieu arboricole. Ainsi, les espèces *Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris*, *T. aculeatum* et dans une certaine mesure *O. longinoda* mobilisent un nombre d'ouvrières important lors de la capture des proies. Cette mobilisation des ouvrières sera déterminée par le type de proie ($F = 313,76$; $df = 1$; $p < 0,0001$), la taille de la proie ($F = 200,76$; $df = 5$; $p < 0,0001$) ainsi que l'espèce de fourmis en présence ($F = 110,20$; $df = 5$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires ont montré que le nombre moyen d'ouvrières impliqués dans la capture des proies a varié significativement entre toutes les espèces étudiées prises deux à deux ($p < 0,05$) à l'exception des espèces *Crematogaster* sp. "stapi" et *Cr. clariventris* ($p = 0,12$), *Pl. conradti* et *M. opaciventris* ($p = 0,99$) qui mobilisent sensiblement le même nombre d'ouvrières lors de la prédation. En rapport avec la taille des proies il ressort que la variation du nombre moyen d'ouvrières impliquées dans la capture des proies n'est pas significative entre les gammes 2-3mm et 5-7 mm, 5-8 mm et 4-7 mm, et 5-8 mm et 5-7 mm ($p > 0,05$).

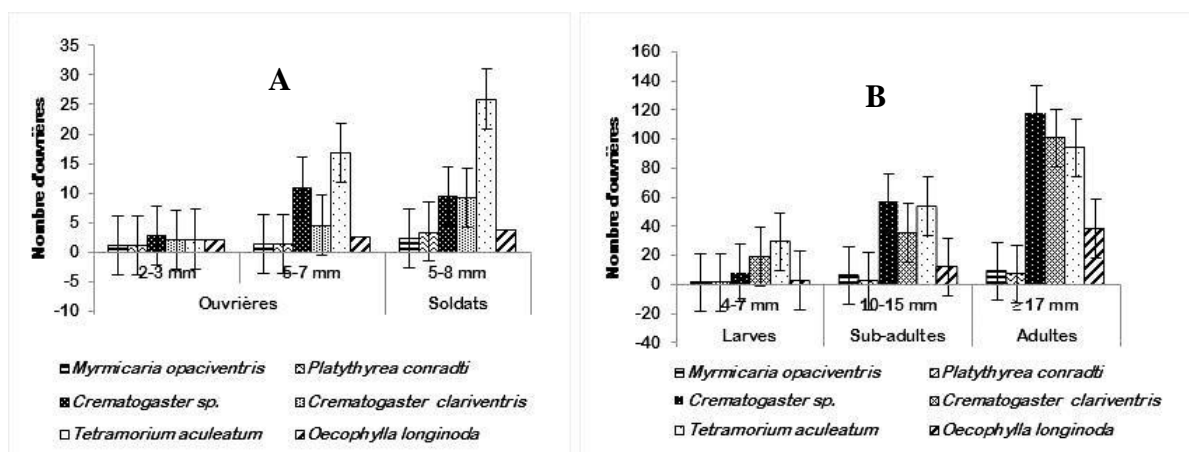


Figure 39: variation du nombre moyen d'ouvrières impliquées chez les six espèces de fourmis étudiées dans la capture des proies

III.1.8.2.2. Variation des modèles de recrutement

Des 6 espèces de fourmis étudiées, *T. aculeatum* a le potentiel de recrutement le plus élevé suivie de près par les espèces *Cr. clariventris* et *Crematogaster* sp."stapi" (Figure 40). La distribution linéaire mise en évidence chez *M. opaciventris* et *Pl. conradti* tend à démontrer que ces espèces recrutent peu (*M. opaciventris*) ou pas (*Pl. conradti*) (Figure 40). Toutefois, les modèles de cinétique de recrutement d'*O. longinoda* considérée comme l'une des espèces de fourmis arboricoles les plus évoluées sont à mi-chemin entre ceux mis en évidence chez les espèces terricoles à activité arboricole (*M. opaciventris*) et arboricole primitive (*Pl. conradti*) et ceux des espèces arboricoles spécialisées (*Cr. clariventris* et *Crematogaster* sp."stapi") (Figure 40). Aucun pic correspondant au recrutement maximal des congénères dans un intervalle de temps donné n'a été mis en évidence chez les espèces *M. opaciventris* et *Pl. conradti*. Par contre, chez *O. longinoda*, le premier pic véritable n'a été observé qu'entre les 7 et 8^{èmes} minutes face aux sauterelles vertes (10-15 mm) et s'étend au-delà de 15 minutes en présence des sauterelles de taille ≥ 17 mm. Chez les espèces *Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris* et *T. aculeatum*, le recrutement est vite marqué avec l'atteinte des pics correspondant aux recrutements maximal des ouvrières accessibles à des intervalles de temps variables suivant les espèces [***Crematogaster* sp.** (termites (2-3 mm (4-5 min), 5-7 mm (4-5 min), 5-8 mm (3-4 min), sauterelles vertes (4-7 mm, 10-15 mm et ≥ 17 mm (15 min)) ; ***Cr. clariventris*** (termites (2-3 mm (5-6 min), 5-7 mm (7-8 min), 5-8 mm (3-4 min), sauterelles vertes (4-7 mm (10-11 min), 10-15 mm et ≥ 17 mm (15 min)) ; ***T. aculeatum*** (termites (2-3 mm (3-4 min), 5-7 mm (8-9 min), 5-8 mm (15 min), sauterelles vertes (4-7 mm (10-12 min), 10-15 mm et ≥ 17 mm (15 min))]. La variation du nombre moyen des congénères recrutés à chaque pas de temps est déterminée par les paramètres que sont le type de proie ($F = 192,99$; $df = 1$; $p < 0,0001$), la taille de la proie ($F = 145,09$; $df = 5$; $P < 0,0001$) et l'espèce ($F = 11,88$; $df = 5$; $p < 0,0001$). Les comparaisons par paires ont montré que le nombre moyen d'ouvrières recrutés à chaque pas de temps dès la détection a varié significativement entre toutes les espèces étudiées prises deux à deux ($p < 0,05$). En rapport avec la taille des proies, il ressort que la variation du nombre moyen d'ouvrières recrutés à chaque pas de temps n'est pas significative entre les gammes 5-7 mm et 4-7 mm, 5-8 mm et 4-7 mm, 5-8 mm et 5-7 mm ($p > 0,05$).

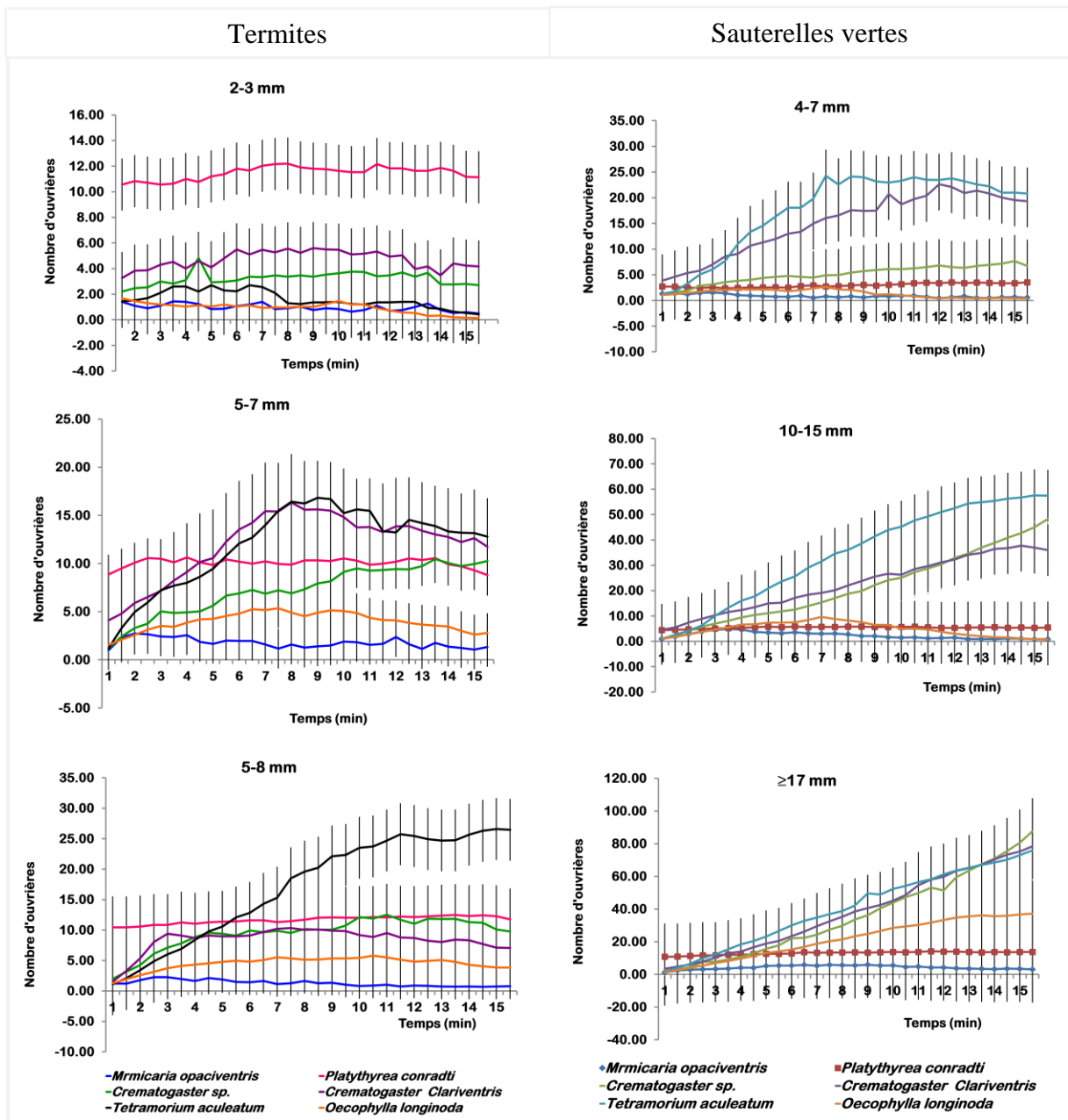


Figure 40: variation des modèles de cinétique de recrutement des congénères après 15 minutes d'observations lors de la capture des proies par les ouvrières des six espèces de fourmis étudiées. Les barres d'erreur indiquent l'intervalle de confiance à 95 %

III.1.8.2.3. Adaptations morphologiques

III.1.8.2.3.1. Structure des mandibules

Parmi les six espèces de fourmis étudiées, *O. longinoda* et *Pl. conradti* possèdent les mandibules les plus développées, avec cependant une différence fondamentale liée au fait que les mandibules de *Pl. conradti* sont lisses (Figure 41 E) alors que celles d'*O. longinoda* sont fortement dentées et s'entrecroisent à leurs extrémités pour former des crochets (Figure 41 A). A l'évidence, elles paraissent moins adaptées dans la saisie des proies comparées à celles d'*O. longinoda* ce qui justifierait les nombreux cas de saisie suivie du

relâchement et de la resaisie observés chez cette dernière pendant la capture des proies. Les espèces *T. aculeatum*, *Cr. clariventris*, *Crematogaster* sp. "stapi" et *M. opaciventris* possèdent des mandibules qui présentent un niveau de développement variable. Des quatre espèces précédentes, *Crematogaster* sp. "stapi" possède les mandibules les moins robustes avec une dentition moins marquée (Figure 41 D). Chez *T. aculeatum* elles sont prolongées vers l'avant avec une extrémité distale élargie et dentée (Figure 41 B) tout comme celles de *M. opaciventris* (Figure 41 F). Les mandibules de *Cr. clariventris* rappellent celles de *Crematogaster* sp. "stapi" à la différence que la dentition est plus marquée (Figure 41 C).

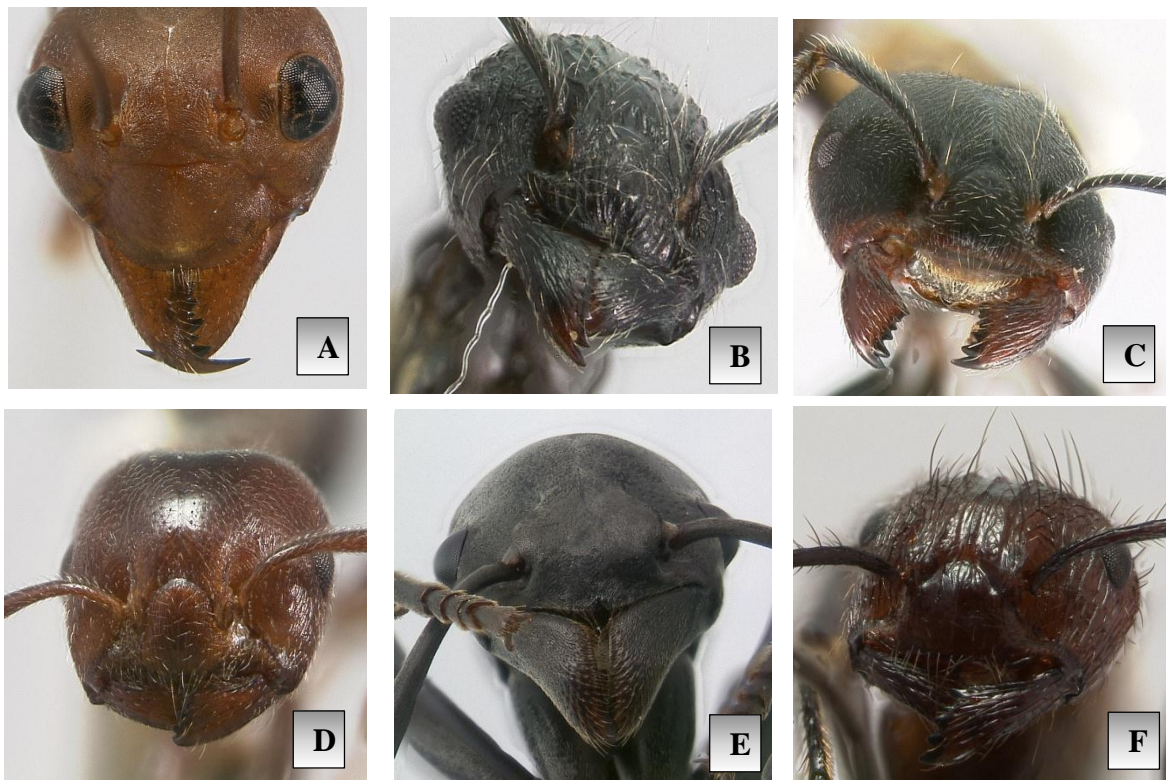


Figure 41: variation de la structure des mandibules chez les différentes espèces de fourmis étudiées. **Légende** : A : *Oecophylla longinoda* ; B : *Tetramorium aculeatum* ; C : *Crematogaster clariventris* ; D : *Crematogaster* sp. "stapi" ; E : *Platythyrea conradti* et F : *Myrmicaria opaciventris*

III.1.8.2.3.2. Structure des tarse

Les six espèces de fourmis étudiées possèdent des griffes et des aroliums avec un niveau de développement variable. Ces organes sont bien marqués chez les espèces *O. longinoda* (Figure 42 A), *T. aculeatum* (Figure 42 B), *Pl. conradti* (Figure 42 E), *Cr. clariventris* (Figure 42 C) et *Crematogaster* sp. "stapi" (Figure 42 D). Des six espèces, *Pl. conradti* et *O. longinoda* s'en détachent avec des structures particulières, chaque griffe présente à son extrémité une excroissance qui rappelle les pinces chez *Pl. conradti* (Figure 42 E) alors que chez *O. longinoda*, l'extrémité de chaque griffe est recourbée en forme de crochet

(Figure 42 A). Les espèces *T. aculeatum* (Figure 42 B), *Pl. conradti* (Figure 35 E), *Cr. clariventris* (Figure 42 C) et *Crematogaster* sp. "stapi" (Figure 42 D) possèdent des griffes similaires, la seule différence étant liée au niveau du développement de l'arolium qui est presque inexistant chez *M. opaciventris* (Figure 42 F).

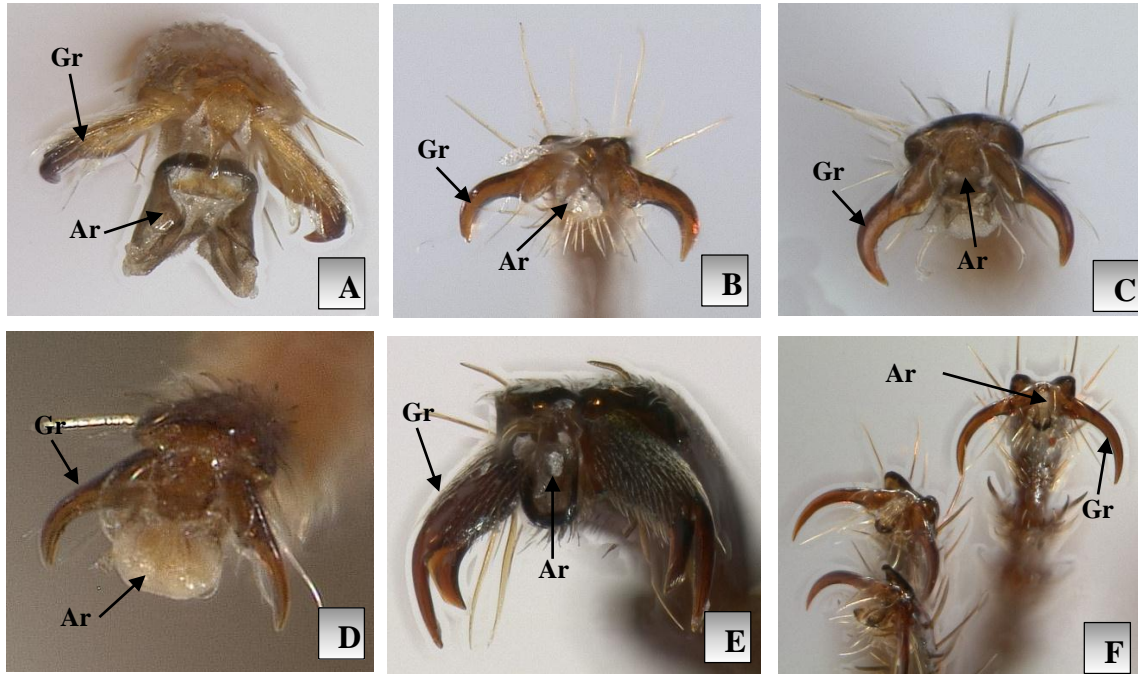


Figure 42: variation de la structure du tarse chez les différentes espèces de fourmis étudiées. Légende : A : *Oecophylla longinoda* ; B : *Tetramorium aculeatum* ; C : *Crematogaster clariventris* ; D : *Crematogaster* sp. "stapi" ; E : *Platythyrea conradti* et F : *Myrmicaria opaciventris* ; Ar : Arolium et Gr : Griffes

III.1.8.2.4. Stratégies de fragmentation et de transport des proies

Il ressort de la Figure 43 (I) qu'en présence des termites, le découpage des proies (D) a été peu fréquent, soit 20,0 % des cas observés sur un total de 540 proies. En tenant compte des stratégies propres à chaque espèce, trois noeuds significativement distincts ($\chi^2 = 184,41$; $df = 6$; $p < 0,0001$) se dégagent dans un premier temps :

(1) le noeud 1 formé par les espèces *O. longinoda* (A), *Pl. conradti* (E) et *M. opaciventris* (F) qui ne découpent presque pas les proies (98,9 %) ;

(2) le noeud 2 formé par *Crematogaster* sp. "stapi" (D) qui a découpé les appendices (DAP) dans 25,6 % des cas et la totalité de la proie (DT) dans 26,7 % des cas ;

(3) le noeud 3 formé par *T. aculeatum* (B) et *Cr. clariventris* (C) est caractérisé par l'absence de découpage de la proie (68,3 %). Elle est la conséquence directe d'une chasse solitaire, ou d'un échec de capture de la proie (noeud 4). Lorsque le découpage survient, ces variantes s'expriment en des proportions variables avec une dominance du découpage total (DT) soit 48,4 % et le transport se fera selon les approches variables suivant la modalité de découpage adoptée par les ouvrières (noeud 5).

Face aux sauterelles vertes (Figure 43 II) l'absence de découpage des proies a été observée dans 54,6 % des cas et le découpage total dans 31,1 % des cas. En fonction des approches intrinsèques à chaque espèce, quatre nœuds distincts se dégagent ($\chi^2 = 453,77$; $df = 12$; $p < 0,0001$) : le nœud 1 propre à l'espèce *M. opaciventris* ; le nœud 2 qui présente une affinité entre les espèces *O. longinoda* et *Pl. conradti* ; le nœud 3 qui regroupe *T. aculeatum* et *Crematogaster* sp. "stapi" et le nœud 4 propre à l'espèce *Cr. clariventris*. L'absence de découpage est marquée dans le nœud 1 (77,8 %) d'une part et le nœud 2 (95,6 %) d'autre part. Les nœuds 3 et 4 sont dominés par le découpage total (DT) des proies en de fins débris avant le transport avec respectivement 61,7 % et 63,3 % des observations. Le nœud 4 se distingue en plus par le découpage des proies en de gros gigots suivi par leur fragmentation en de fin débris avant le transport.

Au regard de la taille des proies, l'absence de découpage (PD) est plus marquée face aux proies de 4-7 mm (43,3 %) (nœud 7) que les proies de 10-15 mm et celles de taille ≥ 17 mm (14,2 %) (nœud 8). Face aux proies de 10-15 mm et celles ≥ 17 mm les espèces *T. aculeatum* et *Crematogaster* sp. "stapi" ont adopté des stratégies de découpages des proies différentes ($\chi^2 = 18,01$; $df = 2$; $P < 0,0001$). Ainsi, le découpage total a été plus marqué chez *Crematogaster* sp. (98,3%) (nœud 9) comparé à *T. aculeatum* (70,0 %) (nœud 10) chez laquelle le taux d'échec enregistré a contribué à réduire de manière substantielle le succès de capture (Figure 43 II).

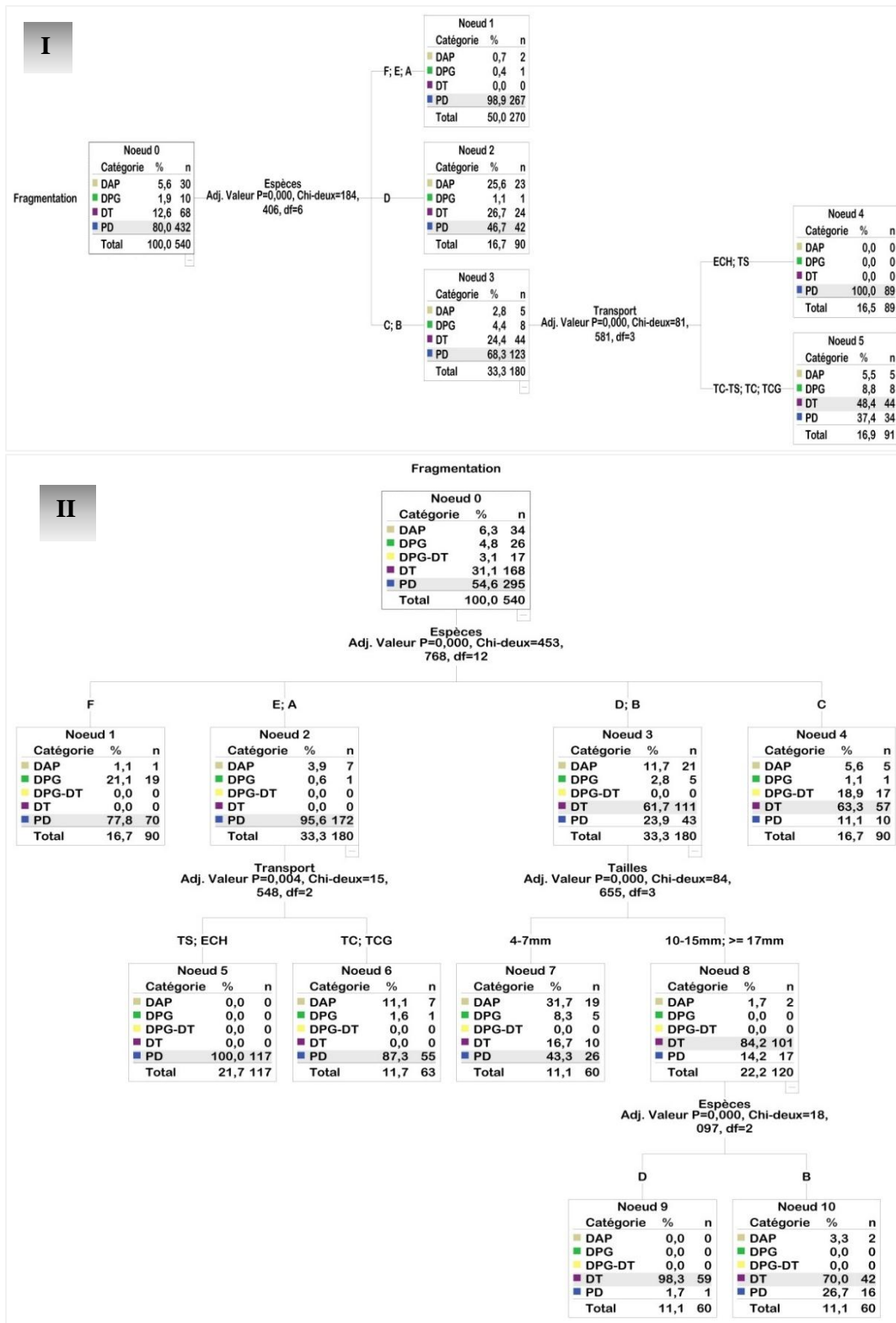


Figure 43 : variation des modalités de découpage et de transport des termites (A) et des sauterelles vertes (B) en fonction des espèces (regroupement par la méthode de CHAID (Chi Square Automatic Interaction Détection) (SPSS 197.0)). Légende : A : *Oecophylla longinoda* ; B : *Tetramorium aculeatum* ; C : *Crematogaster clariventris*, D : *Crematogaster* sp. "stapi", E : *Platythyrea conradti* et F : *Myrmicaria opaciventris* ; Ech : Echec dans la capture ; TS : Transport Solitaire ; TC-TS : Transport collectif via mode transport Solitaire des gigots ; TC : Transport Collectif ; PD : Pas de Découpage ; DPG : Découpage Partiel en Gigots ; DAP : Découpage des appendices ; DT : Découpage Total.

De manière générale, aussi bien en présence des termites que des sauterelles la stratégie [1] qui consiste à transporter la proie en une pièce unique, ou à la découper "in situ" en de fins débris avant le transport a été observée avec les fréquences de 98,1 % et 88,7 % respectivement, contrairement aux stratégies [2] et [3] qui consistent à découper la proie en deux ou trois gigots avant le transport (Figures 44 I et II). Face aux termites, bien que la différence ne soit pas significative ($\chi^2 = 9,85$; $df = 1$; $p = 0,055$), deux groupes distincts se dégagent au vu des stratégies de fragmentation des proies adoptées. Le premier noeud est constitué des espèces *O. longinoda* (A), *Crematogaster* sp. "stapi" (D), *Pl. conradti* (E) et *M. opaciventris* (F) chez lesquelles la stratégie [1] prédomine avec une fréquence de 99,4 % comparé au second noeud formé par les espèces *T. aculeatum* (B) et *Cr. clariventris* (C) (95,6 %) chez lesquelles on observe en plus une forte tendance à découper la proie en deux gigots (stratégie [2]) avant le transport soit 4,4 % des cas observés. La stratégie [2] est plus marquée lors de l'exploitation des proies de 5-7 mm, soit 10 % des cas observés (noeud 4) et diffère significativement ($\chi^2 = 6,54$; $df = 1$; $p = 0,042$) des cas d'exploitations des proies de 2-3 mm et 5-8 mm soit 1,7 % (noeud 3) (Figure 44 I).

En présence des sauterelles, les approches dans la fragmentation des proies ont permis de dégager trois noeuds distincts ($\chi^2 = 179,34$; $df = 4$; $p < 0,0001$) : (1) le noeud 1 formé par *M. opaciventris* (F), il est caractérisé par une prédominance de la stratégie [2] avec 40,0 % des cas observés ; (2) le noeud 2 formé par les espèces *O. longinoda* (A), *T. aculeatum* (B), *Crematogaster* sp. "stapi" (D) et *Pl. conradti* (E) est caractérisé par une prédominance de la stratégie [1] soit 98,3 % et (3) le noeud 3 formé de l'espèce *Cr. clariventris*, dans ce dernier cas on enregistre une expression fréquente de la stratégie [3], soit 12,2 %. Il a été mis en évidence une influence significative de la taille de la proie sur l'occurrence des stratégies adoptées par les espèces qui constituent le noeud 2 ($\chi^2 = 6,86$; $df = 1$; $p = 0,035$). Ainsi, face aux proies de 4-7 mm en raison de la chasse solitaire qui reste marquée la stratégie [1] sera la plus fréquente soit 95,6 % (noeud 4, Figure 44 II). De même, les proies de 10-15 mm et celles de taille ≥ 17 mm seront exploiter préférentiellement suivant la stratégie [1], soit une fréquence 99,6 % (noeud 5, Figure 44 II).

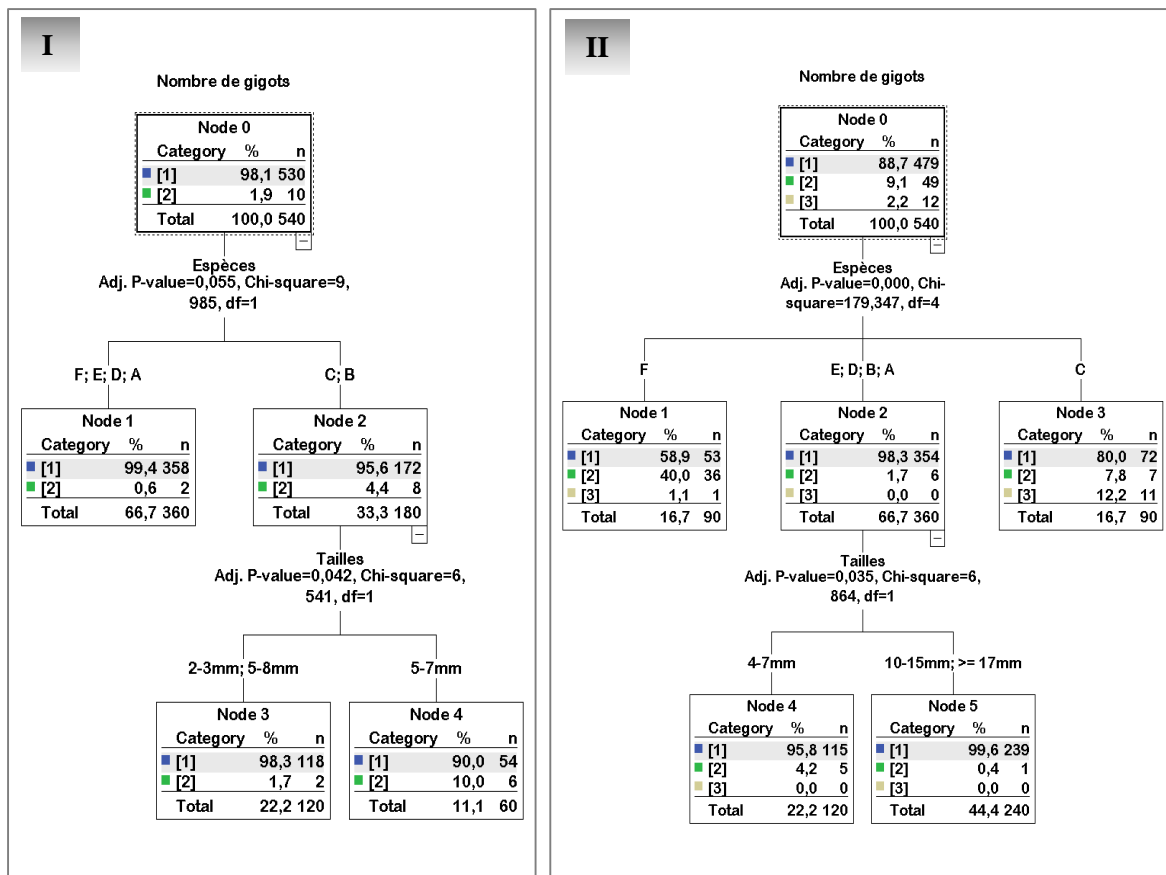


Figure 44: arbre de partie mettant en exergue les relations entre le nombre de gigots lors de la fragmentation des proies, la taille des proies et les espèces ; (A) cas des termites et (B) sauterelles (méthode regroupement de CHAID). Legend : A : *Oecophylla longinoda* ; B : *Tetramorium aculeatum* ; C : *Crematogaster clariventris*, D : *Crematogaster sp. "stapi"*, E : *Platythyrea conradti* et F : *Myrmecaria opaciventris* ; [1] : pièce unique découpée en de fins débris ou transportée en entier ; [2] : 2 gigots ; [3] : 3 gigots

III.1.8.2.5. Comportement de réserve

L'expression du comportement de réserve c'est-à-dire l'aptitude pour une espèce à retrouver une proie qui lui a échappé dans un premier temps n'est pas toujours gage de succès (Figure 45 I et II). Face aux termites, le comportement de réserve a été exprimé dans 9,6 % des cas (nœud 0, Figure 45 I). L'issue de la chasse a permis d'enregistrer, un taux de succès global de l'ordre de 88,8 % (nœud 1) significativement différent du taux d'échecs global, soit 11,2 % ($\chi^2 = 9,34$; $df = 1$; $p = 0,002$). L'expression du comportement de réserve a permis d'optimiser le succès de capture de 8,7 % (nœud 1) bien que la proportion d'échec est élevée, soit 17,4 % (nœud 2, Figure 45 I). En prenant en compte les espèces de fourmis en présence, l'expression du comportement de réserve couronnée par un succès a permis de scinder les espèces en trois groupes significativement différents ($\chi^2 = 89,84$; $df = 2$; $p < 0,0001$). Le groupe 1 (nœud 3, Figure 45 I) au sein duquel on range les espèces *M. opaciventris*, *Crematogaster sp. "stapi"*, *Cr. clariventris* et *O. longinoda* avec 6,4 % des cas d'expression du comportement de réserve ; le groupe 2 (nœud 4, Figure 45 I) formé par

l'espèce *Pl. conradti*, chez laquelle le taux le plus élevé a été mis en évidence avec 28,3 % des cas et le groupe 3 (nœud 5, Figure 45 I) formé par l'espèce *T. aculeatum* chez lequel aucun cas d'expression du comportement de réserve n'a été mis en évidence. Chez *Pl. conradti*, le comportement de réserve a été efficace face aux sauterelles vertes de toutes les tailles et les soldats de termites (5-8 mm) soit 44,9 % des cas observés. Ce résultat laisse penser que *Pl. conradti* serait spécialisée dans la capture des proies de petites tailles de 2-3 mm et 5-7 mm d'où le faible taux d'expression du comportement de réserve mis en évidence (1,8 %).

En prenant en compte le type de proie (Figure 45 II), il ressort que le comportement de réserve a été mis en évidence dans 9,6 % des cas (nœud 0, Figure 45 II). Le succès global dans la capture des proies est de 88,8 % (nœud 1) et le taux d'échec global de 11,2 % (nœud 2). La différence entre les nœuds 1 et 2 a été significative ($\chi^2 = 9,34$; $df = 1$; $p = 0,002$). Le taux d'échec suite à l'expression du comportement de réserve a été plus fréquent (35,2 %) en présence des sauterelles vertes qu'en présence des termites où il est de l'ordre de 3,0 % (nœud 6, Figure 45 II). La différence ainsi mise en évidence entre les taux d'échecs face aux sauterelles vertes et les termites a été significative ($\chi^2 = 21,62$; $df = 1$; $p < 0,0001$). Au regard des cas de succès enregistrés chez l'espèce *Pl. conradti* (nœud 4, Figure 39 II) le taux de succès est significativement différent entre les sauterelles et les termites ($\chi^2 = 30,31$; $df = 1$; $p < 0,0001$). Le taux de succès le plus élevé a été mis en évidence face aux sauterelles avec 49,3 % contre 8,1 % face aux termites. Ce résultat suggère que les ouvrières de *Pl. conradti* sont moins aptes à capturer les sauterelles vertes dont la taille et la robustesse sont relativement plus importantes que celles des termites. Dans ces conditions, le recours au comportement de réserve reste la meilleure alternative pouvant permettre de capturer avec succès une proie.

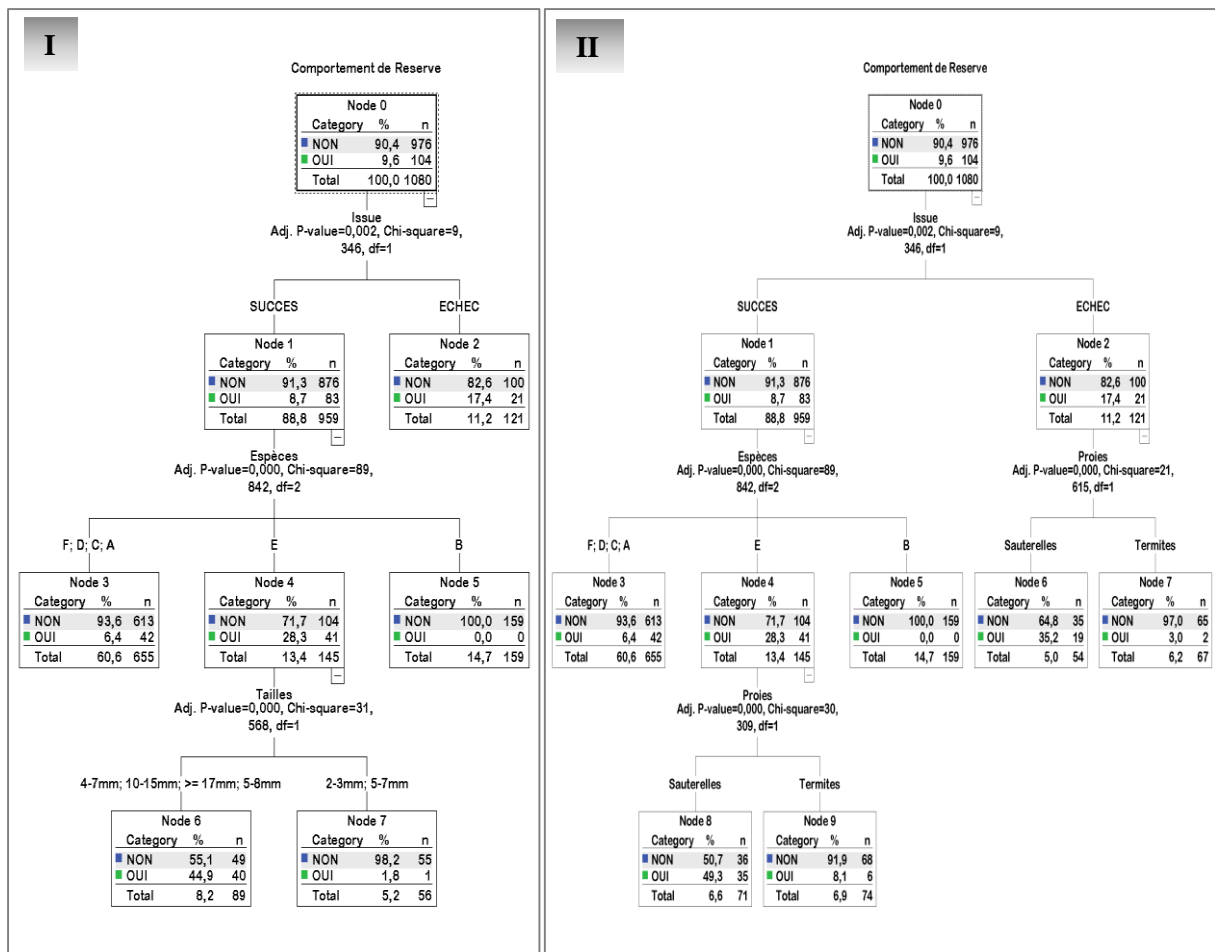


Figure 45: variation de l'expression du comportement de réserve en fonction de la taille, du type des proies (A : termites, B : sauterelles vertes) et des espèces (CHAID (Chi Square Automatic Interaction Détection) (SPSS 17.0)). Légende : A : *Oecophylla longinoda* ; B : *Tetramorium aculeatum* ; C : *Crematogaster clariventris*, D : *Crematogaster* sp. "stapi", E : *Platythyrea conradti* et F : *Myrmicaria opaciventris* ; OUI : expression du comportement de réserve ; NON : pas d'expression de comportement de réserve

III.1.9. Modélisation du comportement prédateur

III.1.9.1. Exploitation du modèle : propriétés des matrices de probabilités de transition

- **Caractère aléatoire des transitions**

Le principe de l'analyse consiste à comparer à l'aide du test de Chi deux ($\alpha=0,05$) les matrices des probabilités de transition expérimentales avec les matrices dont les transitions s'effectuent au hasard. L'hypothèse nulle est celle de l'absence de différence entre les matrices. Les résultats contenus dans le Tableau XVII montrent globalement que le comportement prédateur des six espèces étudiées prises isolément n'a rien d'aléatoire. En effet, les différences hautement significatives ont été mises évidence entre les matrices de probabilités de transition observées et celles de probabilités dans lesquelles les transitions s'effectuent au hasard ($p < 0,05$). Ce qui implique une forte dépendance entre les actes comportementaux successifs entre les instants T_0 et T_{0+1} .

Tableau XXI: résultats des tests de Chi deux effectués pour chaque espèce de fourmis entre les matrices de probabilités de transition observées et celles attendues dans le cas d'une succession aléatoire

Type de proies	Tailles	Espèces								
		<i>Myrmicaria opaciventris</i>			<i>Platythyrea conradti</i>			<i>Crematogaster sp. "stapi"</i>		
		χ^2	df	P	χ^2	df	P	χ^2	df	P
Termites	2-3 mm	701,40	341	< 0,0001	532,94	271	< 0,0001	941,12	551	< 0,0001
	5-7 mm	511,83	271	< 0,0001	591,88	239	< 0,0001	1132,06	419	< 0,0001
	5-8 mm	543,30	379	< 0,001	938,98	461	< 0,001	1009,12	419	< 0,0001
Sauterelles	4-7 mm	744,80	341	< 0,0001	953,60	350	< 0,0001	1103,73	551	< 0,0001
	10-15 mm	925,41	341	< 0,001	971,76	379	< 0,0001	851,24	209	< 0,0001
	≥17 mm	861,28	461	< 0,0001	1184,83	461	< 0,0001	905,36	239	< 0,0001
		<i>Crematogaster clariventris</i>			<i>Tetramorium aculeatum</i>			<i>Oecophylla longinoda</i>		
Termites	2-3 mm	661,20	419	< 0,0001	541,28	209	< 0,0001	513,70	239	< 0,0001
	5-7 mm	1048,92	505	< 0,0001	605,57	239	< 0,0001	799,25	305	< 0,0001
	5-8 mm	2145,20	505	< 0,0001	914,02	379	< 0,0001	963,56	419	< 0,0001
Sauterelles	4-7 mm	2687,40	505	< 0,0001	868,36	341	< 0,0001	442,60	305	< 0,0001
	10-15 mm	953,39	271	< 0,0001	731,84	209	< 0,0001	566,62	209	< 0,0001
	≥17 mm	850,82	239	< 0,0001	944,32	239	< 0,0001	662,79	209	< 0,0001

χ^2 : Test de Chi deux ; df = degré de liberté et P : valeur de la probabilité au seuil de confiance de 5 %

▪ Caractère markovien des transitions

En utilisant la matrice des différences normalisées, on peut déterminer la proportion de transitions qui contribue au caractère non aléatoire de la succession et donc qui relève d'un processus markovien. En présence des ouvrières de termites de 2-3 mm les espèces *Cr. clariventris* (47,26 %) et *Crematogaster sp. "stapi"* (48,85 %) présentent les fréquences de transitions non aléatoires les plus faibles. Ce qui suggère un faible niveau de coordination dans la succession des actes comportementaux. En présence des ouvrières de 5-7 mm la proportion de transitions non aléatoires la plus élevée a été observée chez *Crematogaster sp.* (61,84 %) et les plus faibles chez *M. opaciventris* et *Pl. conradti* avec 50,69 % chacune. Face aux soldats, la proportion de transitions non aléatoires la plus faible a été observée chez *M. opaciventris* (46,48 %) et la plus élevée chez *Cr. clariventris* (79,01 %). Face aux sauterelles vertes de 4-7 mm, *Cr. clariventris* avec 84,24 % de proportion de transitions non aléatoires a le comportement le mieux structuré alors que face aux sauterelles de 10-15 mm et ≥ 17 mm, l'espèce *Crematogaster sp.* avec respectivement 72,20 % et 71,93 % de proportions de transitions non aléatoires a le comportement le mieux structuré.

De manière générale, chez l'ensemble des espèces étudiées, les pourcentages des transitions non aléatoires ont été supérieurs à 50 % pour toutes les gammes de tailles des proies testées (Tableau XVIII). Le comportement prédateur des espèces de fourmis étudiées relève donc d'un processus markovien plus ou moins marqué dont les mécanismes varient en fonction des espèces, de la stratégie de chasse et de la taille de la proie. On peut donc penser que chez les espèces terricoles à activités arboricoles (*M. opaciventris*) et dans une

certaine mesure chez certaines espèces arboricoles spécialisées (*Crematogaster* sp. "stapi", et *Cr. clariventris*) lors de la capture des proies l'enchaînement des séquences est plus stochastique que prédictif.

Tableau XXII: fréquences des transitions qui contribuent au caractère non aléatoire dans la succession des états

Tailles proies	Types de proies					
	Termites			Sauterelles		
	2-3mm	5-7mm	5-8mm	4-7mm	10-15mm	≥ 17mm
<i>Myrmicaria opaciventris</i>	55,92 %	50,69 %	46,48 %	54,27 %	58,95 %	52,57 %
<i>Platythyrea conradti</i>	51,73 %	50,69 %	54,96 %	63,27 %	58,79 %	58,72 %
<i>Crematogaster</i> sp. "stapi"	48,85 %	61,84 %	58,38 %	54,15 %	72,20 %	71,93 %
<i>Crematogaster clariventris</i>	47,26 %	53,98 %	79,01 %	84,24 %	67,10 %	67,50 %
<i>Tetramorium aculeatum</i>	59,62 %	56,96 %	57,01 %	58,67 %	69,32 %	71,12 %
<i>Oecophylla longinoda</i>	56,47 %	61,45 %	58,62 %	52,13 %	61,02 %	65,97 %

En gras pourcentage de transition qui contribue au caractère non aléatoire de la succession < à 50 %

▪ **Codage des états**

A : détection à distance	K : soulèvement de la proie
B : détection au contact	\bar{K} : pas de soulèvement
C : poursuite	L : immobilisme
\bar{C} : pas de poursuite	\bar{L} : pas d'immobilisme
D : petit bond	M : utilisation du venin
\bar{D} : pas de petit bond	\bar{M} : pas d'utilisation du venin
E : excitation autour de la proie	N : recrutement
\bar{E} : pas d'excitation	N ₁ : recrutement par attraction
F : attaque et saisie	N ₂ : recrutement à longue distance
F ₁ : saisie tête	N ₃ : recrutement par attraction+longue distance
F ₂ : saisie thorax	\bar{N} : pas de recrutement
F ₃ : saisie abdomen	O : pseudoecartèlement/ecartèlement
F ₄ : saisie appendices	\bar{O} : pas d'écartèlement/pseudoécartèlement
F ₅ : saisie abdomen+appendice	P : découpage
F ₆ : saisie abdomen+thorax	P ₁ : découpage partiel
F ₇ : saisie appendice+abdomen	P ₂ : découpage total
F ₈ : saisie tête+thorax	\bar{P} : pas de découpage
F ₉ : saisie tête+abdomen	Q : retrait des ouvrières
\bar{F} : pas d'attaque et de saisie	Q ₁ : retrait partiel
G : traction arrière/traction collective	Q ₂ : retrait total
\bar{G} : pas de traction	\bar{Q} : pas de retrait
H : relâche la proie	R : transport solitaire
\bar{H} : pas de relâchement	S : transport collectif
I : saisie après relâchement/poursuite	T : rejet de la proie/abandon
\bar{I} : pas de saisie après relâchement/poursuite	U : fuite de la proie
J : s'enroule avec la proie	
\bar{J} : pas d'enroulement	

III.1.9.2. Concept d'entropie dans les séquences

Pour chacune des espèces, des figures qui illustrent les valeurs de pré et de postentropie pour chaque acte de la succession comportementale ont été représentées en fonction de la taille des proies. L'entropie en d'autres termes est la mesure du désordre présent dans une succession. Plus l'entropie d'un état ou d'un acte comportemental donné est faible, moins sa localisation dans la séquence est aléatoire. La préentropie indique la tendance d'un état à être précédé par un autre état donné alors que la postentropie indique cette même tendance mais à être suivi par un autre état donné. Dans l'ensemble de l'étude les valeurs de pré et de postentropies ont été comprises entre 0 et 1. La valeur 0 a été observée pour un niveau d'entropie nul et 1 pour un niveau d'entropie maximal.

III.1.9.2.1. Cas des termites

▪ Ouvrières 2-3 mm

Les valeurs de la préentropie sont faibles ($< 0,5$) à quelques exceptions près alors que les valeurs de postentropies sont en général élevées ($> 0,5$) et ce, en fonction de l'état dans lequel se trouve l'ouvrière de l'espèce considérée. Les états F, E, G, M, N₁, R sont des états en général critiques lors de la prédation car génèrent les valeurs de postentropie les plus élevées ($> 0,5$). Par exemple, lorsqu'une ouvrière de *Pl. conradti* entre dans l'état E, correspondant à l'excitation, sa postentropie va s'élever, alors que pour une ouvrière de *M. opaciventris* lorsqu'elle s'engage dans l'état G correspondant à la traction la prédation de l'existence de l'état suivant devient incertaine. La phase d'exploitation de la ressource est en revanche la plus stable en raison des faibles valeurs d'entropies observées (Figures 46 A, D et M).

▪ Ouvrières 5-7 mm

Platythyrea conradti et *M. opaciventris* ont développé les aptitudes prédatrices les plus markoviens des six. Chez *Pl. conradti* des valeurs de pré et de postentropies sont relativement faibles pour la majorité des états considérés. Par contre, chez *M. opaciventris* la saisie de la proie au niveau de l'extrémité terminale de l'abdomen (F3) est préjudiciable pour l'ouvrière. Ceci, en raison des contraintes liées au contrôle de la ressource qui poussent cette dernière à passer par les états G, H, J ou N₁ avant le transport (R). Chez *Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris*, *T. aculeatum* et *O. longinoda* le mode de détection (A, B), la zone d'attaque de la proie (F), la traction arrière (G) l'expression du comportement de réserve (I) et le recours à l'utilisation du venin (M) présentent des tendances plus ou moins

marquées à relever d'un processus markovien, ceci en raison des valeurs d'entropie élevées qui sont générées en amont ou en aval de leur expression (Figures 46 H, K, N et Q).

▪ **Soldats 5-8 mm**

Les entropies sont globalement élevées pour toutes les espèces étudiées. Cependant, les espèces capables de recruter massivement les congénères et de coopérer activement à l'instar de *Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris* et *T. aculeatum* ont développé des stratégies relativement stables. Les états A et B sont suivis de fortes entropies en relation avec la réaction des soldats qui contraint l'ouvrière à passer de façon systématique par les états C, D et E. Dès lors que la phase de recrutement (N) est amorcée suivie par les états inférieurs O, P et Q, le système se stabilise chez toutes les espèces et le niveau d'entropie baisse (Figures 46 C, F, I, L, O et R).

En comparant les occurrences des entropies positives c'est à dire celles dont les valeurs sont $\leq 0,5$ et les entropies négatives (celles dont les valeurs sont $> 0,5$) on peut avoir une idée du pourcentage d'énergie dissipée par une espèce de fourmi donnée. Ainsi, face aux termites de 2-3 mm on peut dire que les espèces *Pl. conradti* et *M. opaciventris* avec respectivement 100,0 % et 96,88 % des valeurs d'entropies $\leq 0,5$ chacune dissipent le moins d'énergie suivie de près par les espèces *T. aculeatum* (92,86 %) et *Cr. clariventris* (92,11 %). Toutefois, aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les six espèces de fourmis étudiées ($\chi^2 = 6,85$; $df = 5$; $p = 0,23$). La même tendance s'observe pour les espèces *Pl. conradti* (100,0 %) et *M. opaciventris* (96,88 %) face aux proies de 5-7 mm, bien que la différence ne soit pas significative ($\chi^2 = 7,40$; $df = 5$; $p = 0,19$). A l'opposé en présence des soldats les espèces *Cr. clariventris* avec 95,0 % et *Crematogaster* sp. "stapi" avec 92,11 % des valeurs d'entropies $\leq 0,5$ dissipent le moins d'énergie et seraient par conséquent plus efficace dans la capture des soldats de termites (Tableau XXIII).

Tableau XXIII: fréquences des entropies correspondant au coût énergétique investi dans la capture des termites

Espèces	Taille proie					
	2-3 mm		5-7 mm		5-8 mm	
	E \leq 0,5	E $>$ 0,5	E \leq 0,5	E $>$ 0,5	E \leq 0,5	E $>$ 0,5
<i>M. opaciventris</i>	32(96,88)	1(3,13)	31(96,88)	1(3,13)	31(91,18)	3(8,82)
<i>Pl. conradti</i>	32(100,0)	0(0,0)	32(100,0)	0(0,0)	35(87,50)	5(12,50)
<i>Crematogaster</i> sp."stapi"	38(86,36)	6(13,64)	32(84,21)	6(15,79)	35(92,11)	3(7,89)
<i>Cr. clariventris</i>	35(92,11)	3(7,89)	39(88,64)	5(11,36)	38(95,0)	2(5,0)
<i>T. aculeatum</i>	26(92,86)	2(7,14)	29(90,63)	3(9,38)	33(86,84)	5(13,16)
<i>O. longinoda</i>	25(89,29)	3(10,71)	28(87,50)	4(12,50)	29(80,56)	7(19,44)
Test de χ^2	$\chi^2 = 6,85$; $df = 5$; $P = 0,23$; ns		$\chi^2 = 7,40$; $df = 5$; $P = 0,19$; ns		$\chi^2 = 4,88$; $df = 5$; $P = 0,43$; ns	

χ^2 : Chi deux ; df : degré de liberté ; ns : non significatif et E : Entropie ; les valeurs mises entre les parenthèses représentent les fréquences relatives des valeurs des entropies

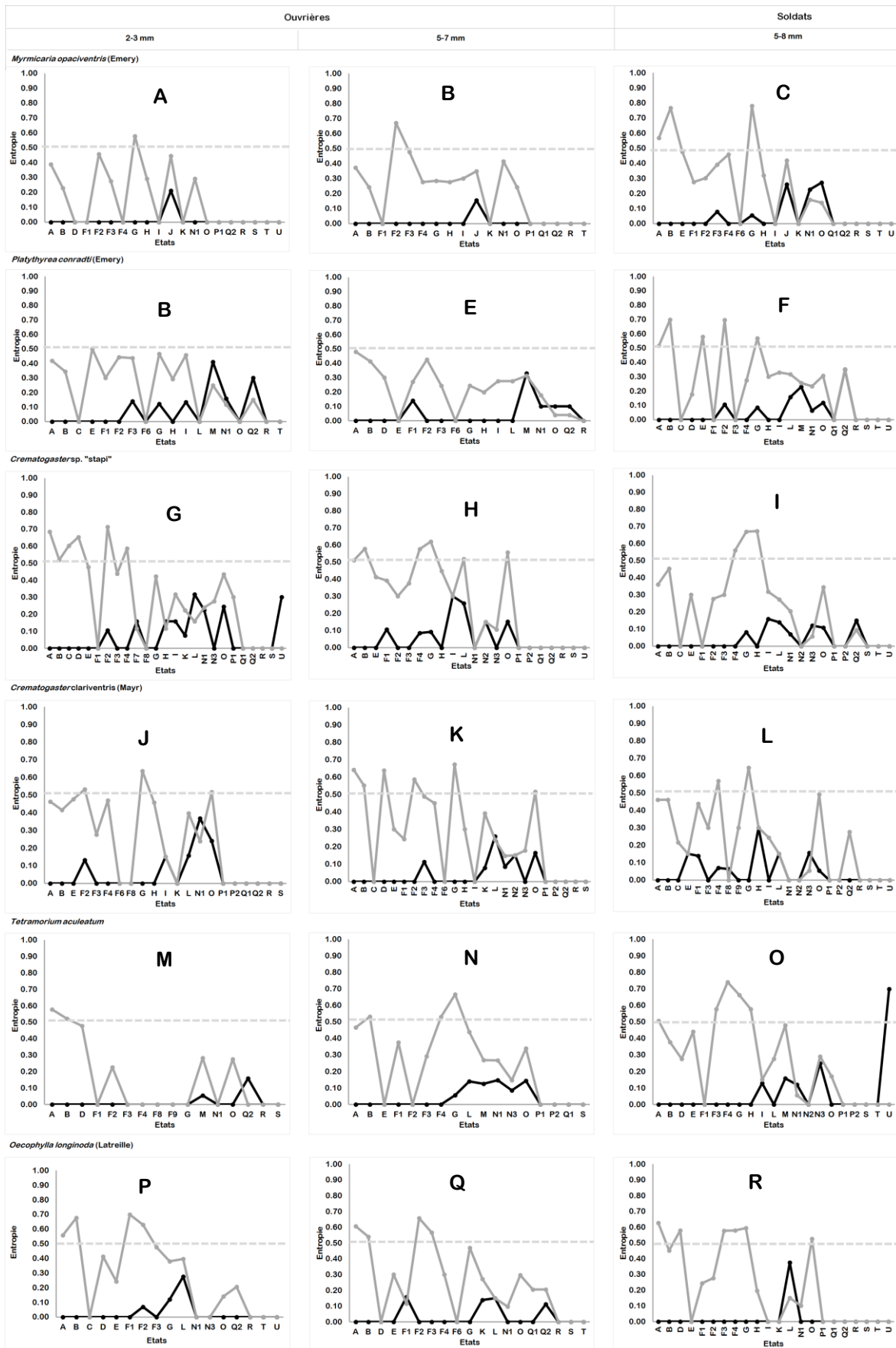


Figure 46: représentations des valeurs de pré et de post entropies des états de la succession pendant la capture des termites par les six espèces de fourmis étudiées. Les courbes noire et grise représentent respectivement les valeurs de préentropie et de postentropie

III.1.9.2.2. Cas des sauterelles

▪ Larves de 4-7 mm

La découverte de la ressource (A, B) chez les espèces *Crematogaster* sp. "stapi" et *Cr. clariventris* rentre parmi les états critiques pour lesquels les valeurs de la préentropie sont faibles et celles de la postentropie élevées. En plus, les états correspondant à certaines portions saisies (F), l'immobilisme de l'ouvrière (L), l'injection du venin (M), la traction arrière (G), le recrutement par attraction et à longue distance des congénères (N3) et l'écartèlement (O) ont une tendance plus ou moins bien marquée à relever d'un processus markovien en fonction des espèces. Chez l'espèce *Pl. conradti* les valeurs de préentropies dès la détection varie en dents de scie pour atteindre sa valeur maximale à l'état M correspondant à l'injection du venin. Immédiatement après l'injection du venin l'on observe une stabilité relative dans la dynamique du système caractérisé par des faibles valeurs de postentropies. La même tendance semble se dégager avec l'espèce *T. aculeatum* (Figures 47 D et M). *Platythyrea conradti* est l'espèce qui présente le caractère le moins markovien des six contrairement à *M. opaciventris* dont le comportement est resté assez stable (Figures 47 A, D et M).

▪ Subadulte 10-15 mm

La valeur de l'entropie lors d'une succession des séquences varie entre 0 et 1. Pour les six espèces de fourmis étudiées, les états correspondant à la détection (A, B) présentent des tendances moins marquées à relever d'un processus markovien pour les espèces *M. opaciventris* et *Pl. conradti* en raison des valeurs de postentropies $> 0,5$ (Figure 47 B et E). Les états correspondant à la saisie (F), l'injection du venin (M), le recrutement (N3) et la traction arrière (G) constituent des étapes critiques lors de prédation. Les entropies générées sont plus importantes chez les espèces *M. opaciventris* et *Pl. conradti*, qui sont fondamentalement des chasseresses solitaires comparées aux espèces *Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris*, *T. aculeatum* et *O. longinoda* qui chassent collectivement (Figures 47 H, K, N et Q). Les espèces *O. longinoda* et *Cr. clariventris* ont développé le comportement le plus markovien des six. En effet, pour ces dernières l'on observe les valeurs de pré et de post entropies les plus faibles. Pour l'ensemble des espèces, la phase d'exploitation de la ressource est la plus stable. Cette stabilité survient juste après l'injection du venin (M) chez *Pl. conradti* et après les sous états de recrutement (N) et d'écartèlement (O) chez les espèces à stratégie de chasse collective dépendante.

▪ Adultes ≥ 17 mm

La capture des proies de grandes tailles impose un coût énergétique important aux chasseresses solitaires. La capacité à passer rapidement de la phase solitaire à la phase collective confère aux espèces à stratégie fondamentalement collective une plus grande efficacité dans la capture des proies de grande taille. Seule les états tels que la détection au contact (B) chez *O. longinoda*, la zone d'attaque (F) et la traction (G) présentent des tendances plus ou moins marquées à relever d'un processus markovien suivant les espèces. Il ressort des différents modèles que les espèces *O. longinoda* (10-15 mm) et *T. aculeatum* (≥ 17 mm) ont développé les comportements les plus markovien des six. En effet, les valeurs des entropies qui précèdent ou qui suivent un état donné lorsque le système passe du temps T_0 au temps T_{0+1} sont $\leq 0,5$ dans la majorité des cas (Figures 47 O et R).

En se basant sur l'hypothèse suivant laquelle l'occurrence des entropies $> 0,5$ permettrait de quantifier l'énergie dissipée dans le système, il ressort qu'en présence des proies de tailles comprises entre 4 et 7 mm, les espèces *M. opaciventris* (97,22 %) suivi de près par les espèces *Pl. conradti* (94,44 %) et *O. longinoda* (93,75 %) dissipent le moins d'énergie. Toutefois, aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les six espèces ($\chi^2 = 3,05$; $df = 5$; $P = 0,69$). On constate également que la quantité d'énergie dissipée augmente graduellement avec l'augmentation de la taille de la proie chez les espèces *M. opaciventris*, *Pl. conradti* et aura tendance à diminuer considérablement chez les espèces qui chasse de manière collective (*Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris* et *T. aculeatum*) (Tableau XXVI). Ainsi, en présence des proies de 10-15 mm *Crematogaster* sp. "stapi" (93,33 %) et *O. longinoda* (92,86 %) ont été les plus performante alors qu'en présence des proies de taille ≥ 17 mm, *T. aculeatum* (100,0 %) dissipent le moins d'énergie avec des différences significatives ($\chi^2 = 26,28$; $df = 5$; $P = 0,0001$) (Tableau XXIV).

Tableau XXIV: fréquences des entropies correspondant au coût énergétique investi dans la capture des sauterelles

Espèces	Taille proie					
	4-7 mm		10-15 mm		≥ 17 mm	
	$E \leq 0,5$	$E > 0,5$	$E \leq 0,5$	$E > 0,5$	$E \leq 0,5$	$E > 0,5$
<i>M. opaciventris</i>	35(97,22)	1(2,78)	32(88,89)	4(11,11)	38(95,0)	2(5,0)
<i>Pl. conradti</i>	34(94,44)	2(5,56)	34(89,47)	4(10,53)	34(80,95)	8(19,05)
<i>Crematogaster</i> sp. "stapi"	38(90,48)	4(9,52)	28(93,33)	2(6,67)	29(96,67)	1(3,33)
<i>Cr. Clariventris</i>	39(88,64)	5(11,36)	31(91,18)	3(8,82)	31(96,88)	1(3,13)
<i>T. aculeatum</i>	32(88,89)	4(11,11)	25(89,29)	3(10,71)	32(100,00)	0(0,0)
<i>O. longinoda</i>	30(93,75)	2(6,25)	26(92,86)	2(7,14)	25(89,29)	3(10,71)
Test de χ^2	$\chi^2 = 3,05$; $df = 5$; $P = 0,69$; ns		$\chi^2 = 0,69$; $df = 5$; $P = 0,98$; ns		$\chi^2 = 26,28$; $df = 5$; $P = 0,0001$	

χ^2 : Chi deux ; df : degré de liberté ; ns : non significatif et E : Entropie ; les valeurs mises entre les parenthèses représentent les fréquences relatives des valeurs d'entropies.

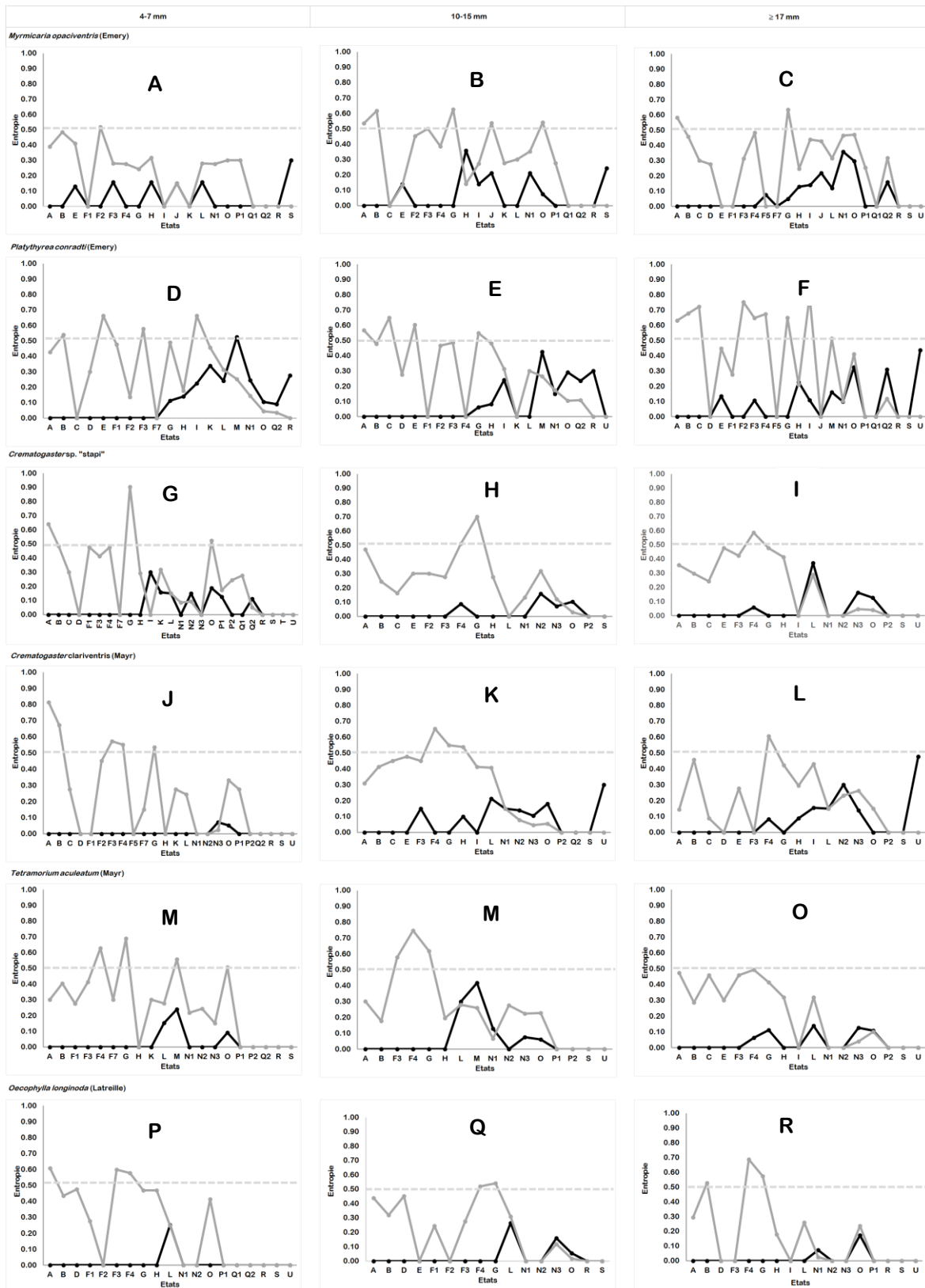


Figure 47: représentations graphiques des valeurs de pré et de post entropie des états de la succession lors de la capture des sauterelles vertes par les six espèces de fourmis étudiées. Les courbes noire et grise représentent respectivement les valeurs de préentropie et de postentropie

III.2. Discussion

III.2.1. Diversité et distribution de la myrmécofaune dans les cacaoyères de la Région du Centre

III.2.1.1. Succès de l'échantillonnage

Le succès d'échantillonnage évalué pour chacun des sites en termes de proportion d'espèces observées par rapport à la richesse spécifique théorique évaluée varie entre 75,71 % et 93,85 %. La performance des estimateurs non paramétriques de la richesse spécifique se situe dans la fourchette 63,10 % et 96,83 %. Ce qui traduit une représentativité acceptable de la richesse spécifique observée dans chaque site (Bickel & Watanasit, 2005).

Les courbes d'accumulation des espèces en fonction du nombre d'arbres échantillonnés obtenues après randomisation des matrices tendent vers la saturation dans les zones d'Obala et de Bokito. A Ngomedzap, en raison du nombre d'arbres échantillonnés relativement faible, la courbe reste dans sa phase ascendante ; le plateau asymptotique n'est pas atteint sur ce dernier site. En observant ces courbes d'accumulation, l'on peut prédire une plus grande richesse spécifique dans le site de Ngomedzap suivi d'Obala enfin de Bokito dans les conditions d'échantillonnage optimale.

L'effort d'échantillonnage minimal conventionnellement admis est de 20 unités d'échantillonnages pour une collecte acceptable pour une comparaison objective des communautés entre les habitats (Agosti & Alonso, 2000 ; Longino, 2000 ; Bickel & Watanasit, 2005). A l'échelle de la région du Centre, la courbe d'accumulation des espèces en fonction du nombre d'arbres prospectés est totalement confondue à celle d'Obala pour un total de 2100 arbres échantillonnés. L'atteinte du plateau correspond dès lors à une faible variation de la richesse spécifique par ajout de nouvelles espèces avec l'augmentation de l'effort de collecte. Dans l'ensemble des sites de notre étude, plus de 50,0 % des espèces de fourmis présentes ont été collectées et identifiées. Dès lors, on peut estimer que les richesses spécifiques obtenues au terme des échantillonnages sont représentatives de la myrmécofaune locale associée à la culture du cacaoyer dans la Région du Centre.

III.2.1.2. Richesse et diversité spécifiques : variation en fonction des habitats

Sur un total de 21 échantillonnages conduits sur 2100 arbres, 66 espèces de fourmis arboricoles appartenant à 24 genres et 7 sous-familles ont été identifiées après examen de 114843 ouvrières. Les richesses spécifiques de 52, 61 et 53 ont été observées respectivement à Bokito, Obala et Ngomedzap. Sous des latitudes plus ou moins proches, les études menées dans des écosystèmes aux caractéristiques écologiques presque similaires ont conduit à

l'obtention des richesses spécifiques comparables. Ainsi, 56 espèces de fourmis ont été collectées dans les cacaoyères et autres cultures pérennes à l'Ouest du Nigeria (Taylor, 1977). Dans la même aire, 60 espèces de fourmis ont été collectées dans 76 parcelles de cacaoyers de 50 arbres chacune (Taylor & Adedoyin, 1978).

Par contre, les richesses spécifiques contrastées ont été mises en évidence dans les milieux aux caractéristiques plus ou moins similaires. Dejean *et al.* (1999) ont dénombré 43 espèces de fourmis dans la canopée des forêts en Guyane française mais sur un échantillon de 92 espèces d'arbres appartenant à 36 familles. Par contre, dans la strate arborescente supérieure de la canopée de la forêt tropicale camerounaise, seules 28 espèces de fourmis ont été collectées sur 63 espèces d'arbres appartenant à 29 familles (Dejean *et al.*, 2000). Dans les cacaoyères du Ghana, 44 espèces de fourmis ont été identifiées (Majer, 1972). Majer & Camer-Pesci (1991) ont identifié 30 espèces de fourmis dans les plantations de cultures pérennes par la méthode de "chemical knock down" en Australie alors que Cammell *et al.* (1996) ont collecté 43 espèces dans les pins, oak et eucalyptus au Portugal.

Les richesses spécifiques encore plus élevées ont été obtenues par Room (1971 ; 1975) respectivement dans les cacaoyères du Ghana (128 espèces de fourmis appartenant à 48 genres) par la méthode de capture à vue et dans celles de Papua en Nouvelle-Guinée (82 espèces de fourmis collectées). Majer & Delabie (1994) ont identifié 156 espèces de fourmis dans la canopée de la forêt amazonienne par la méthode de "chemical knock down", alors que 91 espèces de fourmis ont été identifiées sur 1100 cacaoyers dans un verger au Brésil par la méthode de "chemical knock down" (Majer *et al.*, 1994). Dans la forêt tropicale de Chocó en Colombie, Armbrecht *et al.* (2001) ont collecté 117 espèces de fourmis par la méthode de "chemical knock down". En combinant plusieurs méthodes d'échantillonnage de fourmis en plus de la méthode de fogging, 97 espèces de fourmis ont été collectées dans la canopée de la réserve forestière de Mbalmayo au Cameroun (Watt *et al.*, 2002).

La richesse et la diversité spécifiques varient suivant le gradient agroécologique forêt-savane, ceci en relation avec l'hétérogénéité naturelle des habitats et les pressions anthropiques inhérentes à l'entretien des plantations. Les zones de forêt (Ngomedzap) et de transition forêt-savane (Obala) hébergent les richesses et les diversités spécifiques les plus importantes ; ceci peut s'expliquer par le faible impact des activités agricoles sur l'environnement. De plus, de Ngomedzap à Bokito en passant par Obala le niveau de perturbation augmente graduellement (Bisseleua & Vidal, 2007). En effet, Bickel & Watanasit (2005) puis Schonberg *et al.* (2004) ont montré que la richesse et la diversité spécifiques peuvent varier le long d'un gradient de perturbation lorsqu'on passe des zones

les plus dégradées vers les moins dégradées. Les pratiques agricoles ont également été évoquées comme facteurs pouvant influencer la diversité. Ainsi, Dahms *et al.* (2005) pensent qu'une faible intensité des activités agricoles peut contribuer au maintien de la biodiversité. Dans la localité d'Oumé en Côte d'Ivoire, Yeo *et al.* (2011) ont démontré que la richesse spécifique, l'abondance et la diversité spécifique des fourmis sont influencées par les systèmes de gestion des terres incluant les pratiques agricoles d'une part et la structure des milieux forestiers d'autre part.

Pour certains auteurs, le gradient de répartition de la richesse spécifique est plus influencé par les facteurs environnementaux que par le turn-over de la communauté qui résulte de l'effet combiné des facteurs climatiques et géographiques (Baselga, 2008). D'autres facteurs tels que le taux de couverture de la canopée et l'âge des parcelles (Peña-Claros, 2003), la composition et la structure du couvert végétal (Greenslade & Greenslade, 1977; Lubertazzi & Tschinkel, 2003; Schonberg *et al.*, 2004), la densité des espèces de fourmis (Schonberg *et al.*, 2004), les interactions compétitives (Hölldobler & Wilson, 1990) et les variations latitudinales en rapport avec le gradient thermique (Attrill *et al.*, 2001; Baselga, 2008) sont susceptibles d'influencer significativement sur la richesse et la diversité spécifiques des communautés de fourmis. Par contre, dans les limites acceptables, le gradient altitudinal semble ne pas affecter la richesse spécifique ; c'est le cas mis en évidence au Gabon sur le mont Doudou entre les tranches altitudinales de 110 m, 375 m et 640 m (Fisher, 2004).

De faibles diversités spécifiques ont parfois été attribuées à la forte dominance d'une ou de quelques espèce (s) de fourmi (s) particulière (s) hyper compétitive (s) qui colonise (nt) toutes les niches ; c'est le cas dans les forêts australiennes, avec la présence de la fourmi dominante *Oecophylla smaragdina* (Majer, 1990). Il semble donc raisonnable d'établir une relation de cause à effet entre l'abondance et la forte territorialité des espèces *T. aculeatum*, *O. longinoda*, *Crematogaster* sp., *Cr. clariventris*, *Cr. striatula* et *Cr. gabonensis* qui tout comme *O. smaragdina* sont des dominantes écologiques et les faibles diversités observées dans certains sites.

III.2.1.3. dissimilarité entre les sites

L'indice de dissimilarité de Bray Curtis met en évidence une relative homogénéité dans la composition spécifique globale des communautés de fourmis entre les parcelles d'un même site d'une part et les sites relativement proches d'autre part en rapport avec les caractéristiques de l'habitat, et ce en dépit des pressions qui résultent de l'effet synergique

entre les facteurs biotiques et abiotiques. On observe ainsi, une faible dissimilarité aussi bien entre les différentes parcelles d'Obala et de Ngomedzap qu'entre ces deux sites. Les communautés de ces sites présentent un contraste très marqué avec celle de la zone de Bokito. L'explication découle non seulement dans le facteur humain lié à la fréquence des activités d'entretien dans les parcelles (traitements phytosanitaires et activités d'élagages) mais aussi à l'influence du milieu physique à l'échelle régionale (Cardoso *et al.*, 2010). En Côte d'Ivoire, Yeo *et al.* (2011) ont également observé une forte similarité dans la composition spécifique de la myrmécofaune en fonction du mode de gestion des terres. Ils ont montré que la myrmécofaune en forêt primaire était très proche de celle de la forêt secondaire, alors que celle des plantations et des cultures vivrières était proche de celle des plantations sylvicoles âgées de 4 ans. En rapport avec le milieu physique, les poches de forêts semi-décidues d'Obala quoique fortement dégradées, constituent un refuge propice aux espèces typiquement forestières ; ceci contribue à réduire le contraste entre Ngomedzap et Obala. L'accentuation du contraste entre le bloc formé par Obala et Ngomedzap avec Bokito serait étroitement liée à la présence de vastes étendues de savanes péri-forestières dominant le paysage de Bokito. Par ailleurs, la cacaoculture à Bokito est pratiquée dans des poches de forêts d'origine anthropique mises en place lors de la création des plantations (Letouzey, 1985). Le système d'ombrage est renforcé par l'introduction des arbres d'importances économiques, fruitiers et ou médicinales. A l'évidence, les espèces de fourmis qui colonisent les agrosystèmes dans ce milieu proviendraient des étendues de savanes environnantes ce qui contribuerait à accentuer le contraste avec le bloc forestier.

III.2.1.4. Diversité en fonction des sous-familles : variation en fonction des habitats

III.2.1.4.1. Variation de la diversité en fonction des sous-familles

La myrmécofaune est dominée par les sous-familles des Formicinae, des Myrmicinae et celle des Ponerinae. Les Dolichoderinae et les Pseudomyrmecinae sont également présentes mais en faibles proportions. Sous les latitudes proches, les résultats similaires ont été obtenus dans les agrosystèmes à base de cacaoyers au Nigeria par Taylor (1977) et au Ghana par Majer (1972), au Cameroun, dans les forêts secondaires âgées et dans les palmeraies de la Région du Sud-Ouest (Dejean *et al.*, 1993; Dejean *et al.*, 1994 a; Dejean *et al.*, 1997 a; Dejean *et al.*, 2000) et en Côte d'Ivoire par Yeo *et al.* (2011). Au-delà du continent africain, la tendance est la même telle celle évidence à l'Est de l'Australie par Majer *et al.* (2001) et au Sud de la Thaïlande par Bickel & Watanasit (2005). Ce succès écologique relèverait de la forte similitude des stratégies de fourragements et d'approvisionnement en

ressources alimentaires aussi bien d'un point de vue qualitatif que quantitatif (Savitha *et al.*, 2008). Par ailleurs, la forte territorialité liée à la forte abondance des ouvrières dans les colonies sont autant d'atouts à l'origine du succès observé.

La richesse spécifique des sous-familles semble ne pas être influencée par le milieu physique. Le long du gradient agroécologique prospecté, le nombre d'espèces de fourmis collectées par sous-famille est relativement identique. D'un point de vue structural, les conditions environnementales dans les différentes plantations sont relativement identiques ; ce qui favorise la colonisation des milieux par les espèces relativement proches. En effet, dans l'ensemble des zones prospectées, le cacao est cultivé dans des systèmes de type champêtres (Rice & Greenberg, 2000) qui consistent à mettre sur pied les cacaoyères dans les poches de forêts à niveau de perturbation divers (Ngomedzap et Obala) ou dans des poches de forêts entièrement constituées par l'homme (Bokito) (Letouzey, 1985) avec un renforcement du système d'ombrage par introduction des arbres fruitiers.

III.2.1.4.2. Variation de l'abondance des ouvrières en fonction des sous-familles

L'augmentation de l'abondance relative des ouvrières des espèces de la sous-famille des Formicinae s'accompagne systématiquement d'une réduction dans celle des Myrmicinae et inversement ; ceci démontre clairement qu'au sein d'une mosaïque de fourmis, Formicinae et Myrmicinae entretiennent en permanence des relations antagonistes. Cette compétition interspécifique aboutit non seulement à la réduction de l'abondance de l'un des protagonistes mais également à une séparation spatio-temporelle de leurs sites d'activités ; cette dernière est à l'origine de la structure en mosaïque des fourmis arboricoles et de son caractère dynamique. Les Formicinae tendent à coloniser les zones ouvertes ou très dégradées (Obala et Bokito) ; à l'opposé, les Myrmicinae, les Ponerinae et les Pseudomyrmecinae sont dominantes dans la localité d'Obala. Les Dorylinae et les Cerapachyinae prolifèrent mieux à Ngomedzap. Les variations dans la composition des communautés en fonction des conditions agroécologiques s'expliqueraient par l'hétérogénéité naturelle de chaque faciès en rapport avec le ratio offre / demande spatial et trophique. Toujours en rapport avec les conditions du milieu, il a été établi que les espèces de fourmis adaptées aux régions forestières tolèrent peu les températures élevées ; par conséquent, dès lors que le couvert végétal est altéré, les espèces adaptées aux milieux ouverts prolifèrent et s'érigent en dominantes (Schonberg *et al.*, 2004).

III.2.1.5. Genres et espèces communs

Le nombre de genres et celui des espèces communs aux trois faciès ont été élevés dans les différentes communautés ; ce qui traduit le caractère ubiquiste des principaux genres et espèces de fourmis collectés. D'un point de vue trophique, l'omnivorie accompagne le caractère ubiquiste des fourmis (Cardoso *et al.*, 2010). Suivant le gradient savane-forêt, l'hypothèse du caractère phytophysiognomique hybride d'Obala est fortement renforcée. En effet c'est le seul site qui partage les espèces communes aussi bien avec la localité de Ngomedzap en zone forestière qu'avec celle de Bokito en zone de savane. Obala serait ainsi, une zone de transition refuge avec des biotopes à écologie fragile aussi bien pour les espèces de forêt que pour celles de savane. Son caractère écologique sensible est ainsi mis en exergue en raison du grand nombre d'espèces qu'elle partage avec la forêt et la savane.

Ngomedzap et Bokito ne partagent pas d'espèces propres. En effet, ces deux sites occupent les positions extrêmes le long de notre gradient d'étude. De ce fait, leur éloignement du point de vue de la végétation et macroclimat déterminerait la présence ou l'absence d'un genre, ou d'une espèce particulière dans un biotope donné. La distance est donc l'un des éléments de favorisation qui accentuerait la dissimilarité entre les habitats (Cardoso *et al.*, 2010).

III.2.2. Structure des communautés de fourmis dans la Région du Centre

III.2.2.1. Coexistence interspécifique

Le nombre moyen d'espèces de fourmis qui coexploitent le même arbre varie d'un site à l'autre. Il est de $3,21 \pm 2,79$, $3,94 \pm 2,18$ et $3,56 \pm 1,89$ respectivement à Ngomedzap, Obala et Bokito. Ces valeurs sont faibles comparées aux 19,7 et 8,8 espèces de fourmis par arbre collectées respectivement dans la forêt de Chocó en Colombie (Armbrecht *et al.*, 2001) et dans les plantations cacaoyères du Brésil (Majer *et al.*, 1994). Ce constat suggère l'existence d'une pression de compétition différentielle à travers les écosystèmes ; cette compétition serait régie par la limitation de la disponibilité des ressources aussi bien spatiale que trophique. Les pressions d'ordre biotique et abiotique qui s'exercent sur le milieu peuvent contribuer pour une part importante à la structuration spatiale de la communauté. En effet, les facteurs tels que la présence des nectaires extra floraux et la disponibilité des hémiptères trophobiontes peuvent accroître l'abondance et la stabilité des espèces dominantes et par là favoriser la coexistence de ces derniers et des espèces associées (Dejean *et al.*, 2000 ; Armbrecht *et al.*, 2001; Ribas *et al.*, 2003).

III.2.2.2. Facteurs de structuration des mosaïques

L'utilisation des matrices présence/absence randomisées dans les analyses du modèle nul est une source majeure de controverse en écologie des communautés (Gotelli, 2000 ; Werner, 2004). La difficulté réelle réside dans le choix du modèle nul approprié en raison de la diversité des indices proposés. Plusieurs autres indices tels que le CHECKER, V ratio et le COMBO ont été proposés. Cependant, le C-score utiliser dans le cadre de ce travail et attribué à Stone et Roberts (Gotelli 2000) est plus robuste pour détecter la co-occurrence entre les paires d'espèces qui ne se s'associent pas fréquemment. L'intérêt de l'étude de la co-occurrence sur la base du modèle nul entre les espèces issues d'une communauté observée et celle provenant d'une communauté théorique peut apporter des informations sur la structure de ladite communauté (Wilson, 1987).

En fait, l'existence des associations significatives négatives ou positives entre une ou plusieurs espèces de fourmis dans une communauté n'implique pas nécessairement un effet structurant d'ordre biologique, en raison du fait que les assemblages de base peuvent résulter du hasard (Ribas & Schoereder, 2002 ; Sanders *et al.*, 2007). A cet effet à Bokito, l'hypothèse d'un facteur biologique structurant n'a pas été validée entre les dominantes numériques. En effet, aucune différence significative n'a été mise en évidence entre le C-score observé et le C-score théorique ; ce qui traduit de ce fait un assemblage hasardeux. Les espèces faiblement représentées et qui ont des distributions erratiques peuvent effectivement masquer une compétition, qui existe entre les dominantes numériques (Ribas & Schoereder, 2002). En présence des dominantes numériques, une compétition par exclusion détermine la répartition des espèces minoritaires car les dominantes vont repousser systématiquement de leur territoire toutes les espèces de fourmis potentiellement compétitrices (Leston, 1972 ; 1973 ; Room, 1975 ; Majer, 1972, 1976 b ; Majer *et al.*, 1994).

Les travaux menés au Cameroun dans les agro et écosystèmes naturelles par Jackson (1984) et Dejean *et al.* (1994 a) par une analyse de la co-occurrence des espèces sur la base du modèle nul par Ribas & Schoereder (2002) ont quasiment été mis en berne. En effet, il n'était pas évident de justifier les modèles d'assemblages observés par un facteur déterministe tel que la compétition ; ceci bien que les interactions décrites soient fondamentalement l'essence même de la mosaïque (Leston, 1972 ; 1973 ; Majer, 1972 ; Room, 1975 ; Jackson, 1984 ; Dejean *et al.*, 1994 a ; Armbrrecht *et al.*, 2001 ; Dejean *et al.*, 2007). Dans le cadre de cette étude de la mosaïque des fourmis arboricoles au Cameroun qui a pris en compte le modèle nul, le modèle d'organisation de base régi par le hasard a été rejetée grâce à l'analyse du C-score.

III.2.2.3. Statut écologique des espèces

Les communautés de fourmis étudiées sont organisées suivant une structure à trois dimensions. Ces résultats sont identiques à ceux mis en évidence dans les agro et écosystèmes tropicaux et sub-tropicaux (Leston, 1972 ; 1973 ; Majer, 1972 ; Taylor, 1977 ; Jackson, 1984; Hölldobler & Wilson, 1990; Dejean *et al.*, 1993; Dejean *et al.*, 1994 a ; Majer & Delabie, 1994 ; Majer *et al.*, 1994 ; Dejean *et al.*, 1997 a ; Dejean *et al.*, 2000 ; Armbrrecht *et al.*, 2001; Davidson *et al.*, 2007), ce qui soutend l'universalité du concept. Trois statuts de dominances écologiques ont été ainsi mis en évidence : «les dominantes», les sous-dominantes et les non-dominantes (Leston, 1972 ; 1973 ; Majer, 1972 ; Taylor, 1977 ; Jackson, 1984; Hölldobler & Wilson, 1990; Dejean *et al.*, 1993; Dejean *et al.*, 1994 a ; Majer & Delabie, 1994 ; Majer *et al.*, 1994 ; Dejean *et al.*, 1997 a ; Dejean *et al.*, 2000 ; Armbrrecht *et al.*, 2001; Davidson *et al.*, 2007). Dans l'ensemble des sites prospectés, 8 espèces de fourmis numériquement dominantes ont été répertoriées parmi lesquelles : *Dorylus nigricans*, *Polyrachis decemdentata*, *Camponotus vividus*, *Crematogaster clariventris*, *Crematogaster striatula*, *Crematogaster gabonensis*, *Oecophylla longinoda* et *Tetramorium aculeatum*. *Dorylus nigricans*, en raison de son caractère nomade, n'établit pas de territoire permanent. Par conséquent, elle peut envahir périodiquement les cacaoyères sans toutefois affecter les dominantes (Majer, 1972).

Taylor (1977) et Taylor et Adedoyin (1978) ont dénombré respectivement 8 et 6 espèces de fourmis dominantes dans les cacaoyères et autres cultures pérennes au Nigeria ; 10 espèces de fourmis dominantes ont été recensées dans les cacaoyères du Ghana (Majer, 1972) et 7 dans celles de Bahia au Brésil (Majer 1994 b). Au Cameroun, Jackson (1984) a dénombré 5 espèces dans la cacaoyère de la station expérimentale de Nkoemvone alors que Dejean *et al.* (1993) ont identifié deux espèces de fourmis dominantes dans les palmeraies de la Région du sud-ouest. Cependant, une étude comparative de la mosaïque des fourmis arboricoles entre les continents africain, américain, asiatique et australien montre que le nombre d'espèces de fourmis dominantes en Afrique et en Amérique est plus élevé qu'en Asie et en Australie (Majer, 1993).

Une grande affinité taxonomique se dégage entre les espèces dominantes identifiées dans les sites prospectés au Cameroun et celles identifiées dans d'autres aires géographiques. Au Ghana, la similitude est établie avec les espèces *Cr. clariventris*, *Cr. striatula*, *T. aculeatum*, *O. longinoda* et *C. acvapimensis* (Leston, 1971 ; Majer, 1972). Aux espèces de fourmis dominantes listées en amont dans les cacaoyères du Ghana, s'ajoute l'espèce *Ph. megacephala* au Nigeria (Taylor, 1977). Au Cameroun, *O. longinoda*, *T. aculeatum*, *Cr.*

gabonensis, *Pheidole* sp.2., et *Ph. megacephala* ont été reconnues comme dominantes dans les cacaoyères de Nkoevome (Jackson, 1984), dans les forêts secondaires (Dejean *et al.*, 1994) et dans les palmeraies du sud-ouest du Cameroun (Dejean *et al.*, 1997). A travers les aires géographiques distantes, la grande similarité observée dans la répartition des espèces de fourmis dominantes met en évidence l'existence possible d'un phénomène de convergence évolutive.

L'espèce *C. vividus* aurait acquis son statut de dominante en faveur des caractéristiques physiques propres aux agrosystèmes d'Obala et de Ngomedzap. En relation avec l'influence de l'environnement et l'acquisition du statut de dominance deux tendances se dégagent : (1) les dominantes éthologiques, qui ont un caractère ubiquiste, sont représentées par les espèces *Crematogaster* spp., *T. aculeatum* et *O. longinoda* ; et (2) les dominantes opportunistes représentées par les espèces *C. vividus*, *C. acvapimensis* et *P. decemdentata* acquièrent le statut grâce aux conditions environnementales favorables, notamment l'absence des dominantes éthologiques. Dans l'ensemble l'acquisition du statut de dominance par une espèce de fourmis donnée ne réside pas toujours dans sa capacité à repousser les autres dominantes écologiques du territoire qu'elle contrôle mais également dans son aptitude à contrôler efficacement les groupes minoritaires.

III.2.2.4. Interactions interspécifiques : variation en fonction des habitats

Les interactions négatives sont majoritaires entre les espèces de fourmis dominantes et les espèces qui leur sont associées ; ce résultat renforce l'hypothèse selon laquelle le mécanisme de structuration d'une mosaïque de fourmis repose sur l'intolérance mutuelle entre les dominantes numériques dans un territoire donné (Leston, 1972 ; Majer, 1994 b ; Dejean *et al.*, 2007). C'est un élément fondamental qui contribue à réduire la richesse spécifique des espèces de fourmis associées aux fourmis dominantes (Room, 1974 ; Majer, 1994 b ; Armbrecht *et al.*, 2001). Les interactions négatives dominent entre les espèces du genre *Crematogaster*. Par ailleurs, les espèces *O. longinoda* et *T. aculeatum* entretiennent des interactions de nature répulsive avec celles du genre *Crematogaster*. Des interactions de nature similaires ont été mises en évidence dans les mosaïques de fourmis du Cameroun (Jackson, 1984 ; Dejean *et al.*, 1994 a ; Dejean *et al.*, 1993 ; Dejean *et al.*, 1999), du Ghana (Leston, 1973 ; Majer, 1972, 1976 b, 1993 ; Room, 1975) et du Nigeria (Taylor, 1977). Dans les agrosystèmes et les écosystèmes naturelles du Brésil, de Papua en Nouvelle-Guinée et d'Australie, les interactions de nature répulsive ont été mises en évidence entre les espèces des genres *Azetca*, *Crematogaster*, et les espèces *Ectatoma tuberculatum* et *Oecophylla*

smaragdina (Majer, 1993; Majer *et al.*, 1994). Très souvent, les cas d'associations positives sont observés entre les espèces dominantes : c'est le cas mis en évidence dans le cadre de ce travail entre les dominantes écologiques sensus Davidson (1998) *Cr. gabonensis* / *O. longinoda* d'une part et entre les dominantes écologiques sensus Davidson (1998) et les espèces submersives sensu Wilson (1971) cité par Davidson (1998) : *T. aculeatum* / *C. vividus*, *Cr. striatula* / *C. vividus*, *Cr. clariventris* / *C. vividus* et *Cr. gabonensis* / *C. vividus*.

L'existence d'associations positives entre les espèces dominantes n'est pas un fait nouveau dans les agrosystèmes. Elles ont été rapportés entre les espèces *T. aculeatum* / *Cr. clariventris* (Majer, 1976 b) et *O. longinoda* / *Cr. castanea* (Majer, 1976 b). Ces cohabitations sont rendues possibles en faveur soit du décalage observé dans les rythmes d'activités des espèces (Majer, 1976 b ; Majer, 1982) soit par imitation de l'odeur coloniale, ce qui favorise le partage des aires de fourragement et des ressources alimentaires (Majer, 1976 b). Il ressort de notre étude qu'en situation de faible abondance numérique, les interactions positives peuvent s'établir entre les espèces *T. aculeatum* et *Cr. clariventris*, *O. longinoda* et *Cr. clariventris*, et *O. longinoda* et *T. aculeatum*. Ces associations seraient favorisées dans une certaine mesure par leur séparation spatiale liée à l'architecture des arbres en rapport avec la disponibilité des sites de nidification d'une part et le potentiel numérique des colonies d'autre part.

III.2.2.5. Relation de dépendance entre l'abondance et la fréquence et le statut écologique des espèces de fourmis

Les principales espèces de fourmis collectées sont *O. longinoda*, *T. aculeatum*, *Cr. gabonensis*, *Cr. clariventris*, *D. nigricans*, et *P. decemdentata* ; elles sont les plus fréquentes et les plus abondantes sur les arbres échantillonnés, ce qui est conforme aux travaux de Leston (1972) au Ghana, Taylor (1977) et Taylor et Adedoyin (1978) au Nigeria qui ont relevé des fortes abondances et de fortes occurrences des espèces *O. longinoda*, *Ph. megacephala* et *Cr. clariventris* sur les cacaoyers. Jackson (1984) a noté une forte abondance et une forte occurrence des espèces *O. longinoda*, *T. aculeatum*, *Cr. gabonensis* et *Ph. megacephala* dans les cacaoyères de la station expérimentale de Nkoevone au Cameroun. La prolifération de ces espèces est amplement justifiée par l'ampleur du taux de couverture végétale au niveau de la canopée qui est un facteur clé pouvant influencer l'abondance et la distribution d'une espèce de fourmi particulière dans un écosystème (Leston, 1972). On comprend donc que l'espèce *C. acvapimensis* qui est une espèce terricole des régions de savane (Levieux, 1972) prolifère mieux dans les zones de Bokito et d'Obala

où l'on trouve des cacoyères possédant des systèmes d'ombrage relativement plus ouverts que ceux des cacaoyères de Ngomedzap. Dans les exploitations cacaoyères, leur forte abondance est étroitement tributaire aux trouées dans la canopée (Leston, 1972) et à la jeunesse des plantations (Majer, 1976 a). L'espèce nomade *D. nigricans* est caractérisé par des colonies très peuplées de l'ordre du million d'ouvrières. Elle forme des colonnes de chasse qui peuvent périodiquement envahir les cacaoyères sans toutefois affecter les espèces dominantes (Majer, 1972) ou modifier durablement la structure des communautés. Les dominantes numériques sont capables de monopoliser les ressources trophiques et spatiales (Hölldobler & Wilson, 1990) ; elles affectent ainsi l'abondance et la distribution des espèces de fourmis associées (Jackson, 1984 ; Majer, 1993 ; Armbrrecht *et al.*, 2001; Lubertazzi & Tschinkel, 2003).

Au sein de la mosaïque des fourmis arboricoles, les effectifs importants entraînent nécessairement la monopolisation d'un espace considérable (Dejean *et al.*, 1994 a). Sur la base du modèle de covariance, la relation qui lie l'abondance et la fréquence des espèces a été clairement établie. Deux tendances sont alors observables : (1) dans les milieux relativement stables comme Ngomedzap, le nombre d'arbres occupés est positivement corrélé à l'abondance des espèces ; (2) indépendamment du statut écologique, le nombre d'ouvrières est négativement corrélé au nombre d'arbres occupés dans les sites à forte pression anthropique (Bokito, Obala). La tendance (1) reflète les fondements de dominance écologique tels connus dans le concept de la mosaïque (Majer, 1972 ; Hölldobler & Wilson, 1990 ; Majer *et al.*, 1994) ; à l'opposé, la tendance (2) pas encore mise en évidence sous la base de la littérature existante correspondrait à une réponse adaptative liée à l'instabilité permanente des colonies en champs due aux pressions anthropiques sur l'environnement. Ce résultat suggère l'existence des pseudos mosaïques dans les zones de Bokito et d'Obala. Les espèces fortement et faiblement représentées concentrent leurs effectifs sur un nombre d'arbres restreint. L'une des conséquences serait une distribution semi-agrégée voire aléatoire des colonies en champs.

III.2.2.6. Facteurs anthropique affectant la mosaïque

On observe une intense activité d'élitage dans les plantations à Bokito et Obala, de même les insecticides et les fongicides sont couramment utilisés dans la zone d'Obala. L'entretien des plantations par les planteurs est un facteur déterminant dans l'évolution des communautés auxquels s'ajoute la complexité naturelle de chacun des milieux en relation avec le mésoclimat et le mésohabitat. Les caractéristiques physiques du milieu ainsi que la

densité du couvert végétal créer par les arbres d'ombrage sont des éléments d'importance majeure ; elles peuvent favoriser l'installation et la pullulation des espèces plus aptes au micro environnement qui en résulte (Cardoso *et al.*, 2010). C'est ce qui expliquerait l'acquisition du statut de dominante par les espèces telles *C. vividus* et *P. decemdentata*. En situation de faible couverture par les arbres d'ombrage, il a été démontré dans les cacaoyères du Ghana que *C. acvapimensis* une espèce terricole inféodée aux régions de savane (Levieux, 1972) peut s'ériger en dominante numérique (Levieux, 1972 ; Majer, 1972). L'action de l'élagage aurait contribué pour une part significative à la déstabilisation des colonies d'*O. longinoda* et de *T. aculeatum* dans les cacaoyères de Ngomedzap ; tout comme les fortes averses détruisent les colonies de *Crematogaster* spp. en affectant la mosaïque de fourmis en région équatoriale (Leston, 1972).

III.2.3. Influence des traitements phytosanitaires sur les communautés de fourmis arboricoles

III.2.3.1. Influence des traitements phytosanitaires sur la richesse et la diversité spécifiques

La myrmécofaune de la zone de forêt humide et celle de la zone de transition ont été plus riches et plus diversifiées que la myrmécofaune en zone de savane avant et après les traitements phytosanitaires. Sous l'effet des traitements, on a observé une augmentation de la richesse spécifique dans l'ensemble des sites. Celle-ci découlerait de la création des niches spatiales vacantes suite à la destruction des colonies de fourmis dominantes, favorables à l'établissement de nouvelles espèces. En effet, la mosaïque des fourmis arboricoles a une organisation très compacte avec peu ou pas d'espace libre (Majer *et al.*, 1994). Les espèces de fourmis dominantes en raison de leur fort niveau d'agressivité inter et intra spécifique excluent de leur territoire les autres espèces de fourmis (Majer, 1972 ; Hölldobler & Wilson, 1990) ; cela entraîne une diminution de la richesse spécifique ainsi que de la diversité des associations interspécifiques (Majer, 1976 b ; 1990). En Amazonie Central, il a été démontré que la richesse ainsi que la composition spécifique des communautés changent significativement en fonction des dommages subis par l'environnement alors que les actions de restauration telles la régénération des forêts contribue à préserver des richesses spécifiques importantes (Vasconcelos, 1999).

La diversité spécifique a diminué après les traitements dans les sites de Bokito et de Ngomedzap. Dans la zone d'Obala, la forte diversité spécifique obtenue après les traitements laisse penser que dans cette zone particulièrement très dégradé en raison de la taille de la population humaine et des fortes pressions anthropiques (Bisseleua & Vidal, 2008), les

populations de fourmis ont acquis un turn-over rapide. En relation avec ses particularités phytophysionomiques, Obala est un environnement hybride constitué en partie de forêt et de savane ; la communauté de fourmis est sujette aux effets synergiques des pressions biotique et abiotique qui sévissent aussi bien en zone de forêt que de savane. En réponse à cette instabilité permanente, les populations de fourmis qui s'y trouvent auraient au fil du temps développé des mécanismes de résistance au stress et de restauration rapide des populations. Le turn-over des communautés de fourmis tend à augmenter avec l'accentuation du contraste entre les milieux physiques (Lubertazzi & Tschinkel, 2003 ; Baselga, 2008). Dans le même ordre d'idées, Savitha *et al.* (2008) ont démontré à Bangalore en Inde que le turn-over des communautés de fourmis était plus rapide dans les zones fortement perturbées que dans les zones à faibles activités anthropiques. Ces auteurs ont obtenu les richesses spécifiques ainsi que les abondances les plus élevées dans les zones fortement anthropisées. Globalement, ces tendances se rapprochent fortement des caractéristiques de la communauté de fourmis arboricoles d'Obala. En effet, les travaux antérieurs effectués le long du même gradient ont montré que l'environnement d'Obala était plus dégradé que ceux de Ngomedzap et de Bokito en raison de sa forte densité de population (Bisseleua & Vidal, 2007).

Comparé aux autres arthropodes, les fourmis résistent mieux aux polluants, spécialement ceux issus des composés radio actifs et les polluants industriels (Folgarait, 1998). Cette résistance peut contribuer à masquer l'effet des traitements sur la diversité d'une communauté à court terme et pourrait ainsi être l'une des explications à l'augmentation de la diversité dans les cacaoyères d'Obala. Par ailleurs, la vitesse de recolonisation des écosystèmes après les traitements phytosanitaires est aussi importante ; elle peut faire écran sur l'impact des traitements sur la diversité (Colignon *et al.*, 2001). Les travaux de Wang *et al.* (2000) ont démontré sous réserve d'une faible puissance des tests statistiques utilisés que la richesse, la diversité, la composition spécifique et l'abondance des fourmis ne varient pas sous l'influence des traitements par des pesticides microbiens.

III.2.3.2. Effet des traitements sur l'abondance des ouvrières au sein des sous-familles

Six sous-familles étaient représentées dans les cacaoyères prospectées avant les traitements mais sept les ont recolonisées. Les Formicinae et les Myrmicinae demeurent les sous-familles numériquement dominantes ; ce qui traduit une forte capacité d'adaptation aux variations des conditions du milieu et d'une aptitude remarquable à recoloniser les milieux après perturbation. Par ailleurs, la présence des Pseudomyrmecinae, des Ponerinae, des Dolichoderinae, des Dorylinae et des Cerapachyinae laisse penser que les espèces

appartenant à ces sous-familles seraient non seulement capables de résister aux traitements phytosanitaires, mais au même titre que les Formicinae et les Myrmicinae capables de recoloniser les milieux avec la même aptitude. Les Formicinae semblent prospérer avec la dégradation de l'habitat (Bokito) alors que les Myrmicinae sont fortement affectées par la dégradation du milieu (Bokito-Ngomedzap). En accord avec Colignon *et al.* (2001), les traitements phytosanitaires peuvent favoriser l'émergence et la dominance de certains taxons dans les écosystèmes, bien que, les caractéristiques du milieu demeurent le facteur primordial. Ainsi, la zone de savane en rapport avec son faible taux de couverture serait propice au foisonnement des Formicinae alors qu'en raison de la couverture relativement fermée de la canopée, les Myrmicinae seraient mieux adaptées à la zone de forêt.

III.2.3.3. Effet des traitements sur l'abondance et l'occurrence des fourmis

Nos résultats mettent en évidence, l'absence des variations importantes des abondances et des occurrences des fourmis au sein des communautés sous l'influence des traitements ce qui laisse penser à l'existence d'un pouvoir régénérateur intrinsèque à chaque communauté. Ce pouvoir résulterait d'une adaptation différente des populations aux caractéristiques physiques du milieu.

L'abondance des espèces de fourmis pré-établies varie significativement sous l'action des traitements phytosanitaires. Un résultat similaire a été obtenu par Colignon *et al.* (2001) qui ont démontré que la densité des insectes était influencée par les traitements phytosanitaires. Bien que les conditions climatiques (Majer, 1990 ; Wang *et al.*, 2000) et la productivité du milieu (Majer, 1990) soient parfois à l'origine de la variation de l'abondance des espèces de fourmis, les activités humaines demeurent un facteur déterminant (Wang *et al.*, 2000). Sous l'influence des activités anthropiques, les espèces de fourmis connaissent un succès variable, certaines seront favorisées au détriment des autres (Gibb & Hochuli, 2003). Ainsi, les espèces spécialistes des milieux perturbés ont des abondances plus élevées qu'elles n'en possèdent en milieux peu perturbés (Shik *et al.*, 2005).

L'abondance des fourmis décroît avec la diminution de l'intensité de la perturbation. Les zones faiblement perturbées par les activités humaines regorgent de fortes abondances numériques comparées aux zones fortement dégradées (Vasconcelos, 1999). En réponse aux perturbations du milieu, les fourmis peuvent modifier leur rythme d'activité de manière à fourrager aux heures où le polluant est moins dangereux (Folgarait, 1998) et de ce fait avoir de faibles abondances. Les espèces nouvellement installées ont des abondances et des occurrences faibles dans les arbres. Pour pallier la compétition interspécifique et faciliter la

coexistence avec les conspécifiques hautement compétitives, elles vont adopter soit la stratégie de dispersion soit la stratégie d'agrégation.

Les espèces arboricoles potentiellement bénéfiques que sont *O. longinoda* et *T. aculeatum* sont affectées par les traitements phytosanitaires. Ces résultats sont conformes à ceux de Leston (1973) et de Majer (1978) au Ghana qui ont démontré que les colonies d'*O. longinoda* et *T. aculeatum* étaient considérablement affectées par les traitements phytosanitaires. Par ailleurs, leurs abondances diminuaient en faveur de l'abondance des espèces appartenant au genre *Crematogaster* (Majer, 1978) et autres espèces de fourmis terricoles à activité arboricole et terricole.

III.2.3.4. Processus de recolonisation

Chez les fourmis la tendance est de recoloniser les mêmes milieux après les perturbations (Folgarait, 1998). Parmi les espèces de fourmis qui s'installent nouvellement, *Polyrhachis* sp.1, *Pheidole* sp.1, et *Polyrhachis* sp.3, sont communes aux trois sites et montre donc une grande souplesse adaptative aux variations des conditions du milieu (Vasconcelos, 1999). La présence de ces espèces peut s'expliquer par la présence des habitats à caractéristiques similaires et par le niveau de ressemblance entre les sites sur la base des critères phytophysionomiques alors que la présence exclusive dans un site serait en relation avec les spécificités propres aux microhabitats. Obala partage certaines espèces avec Ngomedzap tout comme Obala et Bokito ; par contre Bokito et Ngomedzap ne possèdent aucune espèce commune. L'éloignement entre ces deux derniers sites accentue le contraste entre ces milieux et affecte la richesse et la composition spécifique des communautés de fourmis qui sont de plus en plus dissemblables (Cardoso *et al.*, 2010).

Trois catégories de fourmis ont tendance à recoloniser les agrosystèmes tropicaux à base de cacaoyers après les traitements insecticides et ce en fonction de leur mode de nidification et de leur degré de spécialisation au milieu arboricole. Il s'agit des espèces de fourmis : (1) dominantes arboricoles spécialisées, (2) dominantes terricoles à activité arboricole et enfin (3) terricoles qui opportunément peuvent fourrager dans les arbres si les espaces vides sont créés après la destruction des colonies de fourmis dominantes. Très peu d'études ont été menées sur ce sujet au Cameroun. Sur la base de la littérature disponible, seuls les travaux conduits par Kenne *et al.* (2003) dans le verger de Minkoa Meyos ont démontré que sous l'effet des traitements insecticides, la recolonisation se traduit par l'occupation de la canopée des arbres par les espèces de fourmis dominantes terricoles à activité arboricole. Les perturbations anthropiques peuvent dans certains écosystèmes

favoriser, la colonisation par des espèces de fourmis dominantes. C'est le cas d'*Iridomyrmex purpureus* qui rapidement exploite les espaces soumis aux feux de brousse là où la canopée laisse passer la lumière (Gibb & Hochuli, 2003).

L'aptitude à recoloniser un milieu varie suivant les espèces. Il a été établi que les espèces dominantes, notamment *O. longinoda* ont une faible vitesse de recolonisation (Kenne *et al.*, 2003). Nos résultats ont montré que cette espèce est capable d'étendre ses colonies à travers un grand nombre d'arbres dès lors que celles des dominantes préexistantes ont été détruites.

Le processus de recolonisation aurait une implication dans l'épidémiologie des maladies fongiques, parasitaires et autres dues aux insectes ravageurs. En effet, il a été établi que les dominantes terricoles à activité arboricole et celles qui sont terricoles pionnières sont positivement s'associent aux hemiptères et aux insectes nuisibles qui causent des ravages dans le milieu agricole (Blüthgen & Fiedler, 2002 ; Kenne *et al.*, 2003). Par ailleurs, ces fourmis terricoles exercent une faible pression de prédation sur les insectes ravageurs. La recolonisation peut se faire aux dépens des espèces natives qui sont éliminées systématiquement et remplacées par les espèces vagabondes. Cela a été le cas dans le sud de la Thaïlande lorsque les forêts primaires naturelles ont été détruites et remplacées par des plantations d'hévéa (Bickel & Watanasit, 2005).

III.2.3.5. Facteurs influençant le processus de recolonisation

Au cours de notre étude, il n'y a eu aucune extinction des colonies préétablies, car chacune est dotée d'un service interne et un service externe. Folgarait (1998) a établi que seuls 10 % des ouvrières d'une colonie sont actives et donc exposées aux effets dévastateurs des traitements. Nous l'avons noté avec les populations d'*O. longinoda*, *T. aculeatum* et *Crematogaster* spp. En effet, leur abondance ainsi que leur fréquence sur les arbres peuvent augmenter ou diminuer en fonction du site ; ce qui traduit l'existence d'un turn-over différentiel au sein des communautés. De ce fait, la recolonisation des parcelles prospectées peut être fortement influencée par : (1) l'effet de bordure qui entraîne l'extension et la migration des colonies adjacentes d'une cacaoyère à l'autre ou d'un patch à l'autre au sein de la même cacaoyère ; (2) la structure du nid et le choix du site de nidification qui joueraient un rôle de premier ordre dans la protection des colonies.

En rapport avec la structure des nids, *O. longinoda* élabore son nid à l'aide des feuilles reliées les unes aux autres avec de la soie sécrétée par les larves (Leston, 1973 ; Dejean *et al.*, 1997 ; Djieto-Lordon & Dejean, 1999). Puisque cette couche de feuilles

procure une étanchéité au nid, seules les ouvrières qui assurent le service externe sont affectées. Pour des raisons similaires, les ouvrières de *T. aculeatum* seraient protégées par la structure en carton de leurs nids faits de débris végétaux et autres matériaux divers (Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c ; Majer, 1982). *Crematogaster* spp. nidifient principalement de façon opportuniste dans les cavités ou les tiges creuses des troncs ou des branches d'arbres cas de *Cr. striatula* et sur les arbres d'ombrage en élaborant des nids en carton (ex : *Cr. clariventris*). Ces formes de nidification mettent hors de portée le grand nombre d'individus des colonies des effets néfastes des pulvérisations. Il en découle que la recolonisation des parcelles est faite à partir des arbres d'ombrage considérés comme des réservoirs. Leston (1973) et Majer (1978) ont également mis en évidence une faible influence des traitements phytosanitaires sur *Crematogaster* spp. dans les cacaoyères du Ghana pour des raisons similaires. Cependant, il serait très osé de qualifier les espèces de fourmis nouvellement installées de pionnières en raison de l'influence non négligeable des plantations environnantes et de l'existence de nombreuses zones refuges qui peuvent influencer de façon remarquable le processus de recolonisation des parcelles étudiées.

III.2.4. Structure spatiale et modélisation de la distribution des fourmis au sein d'une mosaïque : influence des traitements phytosanitaires

III.2.4.1. Effet des traitements phytosanitaires sur la structuration des communautés

Dans les zones fortement dégradées, la structure de la communauté de fourmis est peu complexe avec un large degré de prédictibilité dans l'arrangement spatial des espèces alors que dans les zones stables cette complexité s'accroît et le degré de prédictibilité décroît (Floren & Linsenmair, 2001). Les traitements phytosanitaires favorisaient soit l'acquisition, soit le maintien du statut de dominante écologique chez les espèces terricoles à activités arboricoles à l'instar de *C. acvapimensis*. L'acquisition de ce statut serait favorisée par la faible abondance et la faible occurrence des dominantes éthologiques telles *O. longinoda*, *T. aculeatum* et *Crematogaster* spp. avec lesquelles, elles entretiennent des interactions aussi bien positives que négatives ; ce qui laisse penser que dans un écosystème, la position d'une espèce de fourmis donnée dans la pyramide de dominance écologique varie dans l'espace et dans le temps et ce en fonction des pressions sélectives qui agissent sur les différentes espèces (Floren *et al.*, 2001 ; Dejean *et al.*, 2007). Seule la composante éthologique définirait donc le critère réel de dominance d'une espèce. Dans certains écosystèmes, il a été démontré que les espèces de fourmis invasives peuvent contribuer à l'exclusion des dominantes arboricoles natives si ces dernières sont en infériorité numérique. Cette exclusion intervient

à la suite d'une compétition interspécifique par exploitation ou par interférence passive via le jeu des phéromones qui contribuent au marquage des territoires entre les antagonistes (Dejean *et al.*, 2007 ; Dejean *et al.*, 2010).

III.2.4.2. Exploitation des modèles spatiaux dans l'étude de la distribution des fourmis au sein d'une mosaïque

▪ Système d'ombrage

Le système d'ombrage dans les agrosystèmes traditionnelles à base de cacaoyers du Cameroun est très diversifié et plus ou moins complexe en fonction des faciès agroécologiques et des intérêts économiques des planteurs ; Sonwa *et al.* (2007) et Bisseleua & Vidal (2008) ont montré lors des travaux d'inventaires floristiques menés dans les cacaoyères. Dans l'ensemble 18 espèces d'arbres d'ombrage ont été inventoriés, parmi lesquelles 5 espèces d'arbres fruitiers et 13 espèces d'arbres forestiers pour une surface totale couverte de 8 100 m². La diversité des arbres d'ombrage à laquelle s'ajoute les activités d'entretien des parcelles par les planteurs (densité des arbres par ha, activité d'élagage) entraîne des contrastes remarquables dans la luminosité au sein des plantations. Dans les parcelles, la quantité de lumière qui arrive sur les cacaoyers varie entre 10 et 90 %. Les grands arbres qui sont habituellement les essences forestières ont tendance à homogénéiser les conditions de luminosité. Cette tendance a été très marquée dans les parcelles de Bokito et de Ngomedzap. A l'opposé, la parcelle d'Obala a présenté les conditions de luminosité très contrastées du fait que ce sont les arbres fruitiers qui dominent dans la composition spécifique des plantes d'ombrage, leur densité étant par ailleurs très hétérogène.

▪ Distribution des fourmis et relation avec l'ombrage

L'ajustement de la distribution des espèces de fourmis numériquement dominantes avec le modèle binomial négatif a permis de conclure que leurs populations sont agrégées dans les plantations. Bien que pour certaines espèces à l'instar de *C. acvapimensis* l'ajustement ne suit pas un modèle binomial négatif, ce qui suggère une distribution au hasard. Toutefois, les cartes de distribution révèlent que cette espèce est fortement agrégée sur un petit groupe de cacaoyers abritant une forte densité d'individus. La même tendance a été observée pour les espèces *O. longinoda*, *Cr. gabonensis* et *C. vividus*.

Les analyses spatiales ont permis de mettre en évidence différents niveaux de structuration spatiale des populations de fourmis en fonction des espèces d'une part et des échantillons d'autre part. Les populations d'*O. longinoda* ont présenté une forte dépendance spatiale entre les arbres qu'elles colonisent. Le semivariogramme montre que la distance de

fourragement s'étend au-delà des limites de l'aire d'échantillonnage ; ceci est conforme aux travaux de Van Mele *et al.* (2007) qui ont établi une forte polydomie chez cette espèce qui habituellement possède plusieurs nids sur les arbres voisins avec des extensions au-delà de la limite de l'aire de fourragement, ce qui entraîne une large distribution des populations en champs avec un petit groupe d'arbres hébergeant de fortes densités d'individus. A l'opposé, les espèces du genre *Crematogaster* ont une faible structuration spatiale dans les parcelles. Seul le semivariogramme obtenu pour *Cr. striatula* a montré une forte dépendance spatiale entre les colonies, lesquelles sont restreintes sur une douzaine de cacaoyers voisins environs. Cependant, les cartes de distribution montrent que *Cr. gabonensis* et *Cr. clariventris* occupent un nombre important de cacaoyers d'un bout à l'autre de la parcelle avec des zones de forte concentration abritant des densités d'ouvrières très élevées. La tendance est la même pour l'espèce *C. vividus* pour laquelle l'on observe une forte structuration spatiale des populations. Pour l'espèce *T. aculeatum*, les analyses spatiales révèlent que les populations sont confinées à un petit groupe de cacaoyers ; ce qui confirme les observations antérieures faites sur cette espèce qui ont établi qu'elle possède de nombreux nids sur les arbres adjacents. Cependant, l'aire de fourragement des ouvrières est très limitée (Cammaerts *et al.*, 1994 ; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001).

L'étude de la structure des communautés de fourmis à l'aide des modèles spatiaux indique que méthodologie permet de comprendre la dynamique de ce système dont la complexité est avérée. De l'exploitation des modèles, il se dégage que dans une mosaïque de fourmis arboricoles :

1- le taux de couverture de la canopée dans les plantations peut influencer significativement la distribution de certaines espèces de fourmis dominantes. Ce résultat concorde avec les observations de Leston (1973) dans les cacaoyères au Ghana. En effet, ce dernier a sur la base des observations ponctuelles montré que les colonies d'*O. longinoda* nidifient de préférence dans les zones fortement éclairées tout comme *C. acvapimensis* qui en plus affectionne les plantations jeunes alors que *T. aculeatum* sélectionne plus les zones fortement ombragées. Dans la présente étude, aucun effet de l'ombrage sur la distribution spatiale de *T. aculeatum* n'a été mis en évidence. En effet, cette espèce semble prospérer dans les conditions de luminosités très contrastées au sein des parcelles ; ceci suggère que, l'influence de l'ombrage peut être indirecte. Au vu de ce qui précède, on peut décarer que les contraintes majeures dans la distribution de *T. aculeatum* sont la compétition interspécifique pour les ressources spatiale et trophique et le choix du site de nidification

(Leston, 1973 ; Room, 1975 ; Hölldobler & Wilson, 1990) auquel on peut associer la séquence chronologique de colonisation du milieu ;

2- les territoires de certaines espèces de fourmis dominantes ou qui le sont potentiellement peuvent se chevaucher. Dans la plupart des cas, les colonies se maintiennent à des distances respectables les unes des autres, ce qui est conforme à l'hypothèse d'une ségrégation spatiale nette entre les colonies de fourmis dominantes au sein d'une mosaïque (Majer, 1972, 1976 a ; Room, 1975 ; Taylor, 1977) ;

3- pour franchir une barrière érigée par les dominantes, telles que *O. longinoda*, *T. aculeatum* et *Crematogaster* spp., et se fondre dans la mosaïque, certaines espèces de fourmis adoptent la dispersion telle clairement établie chez *C. acvapimensis* comme stratégie adaptative ; ce qui leur permet de fourrager en territoire étranger et d'exploiter les ressources sans passer pour un compétiteur ;

4- les colonies de fourmis sont très affectées par les activités anthropiques en l'occurrence les traitements phytosanitaires. Bien que certaines populations demeurent bien structurées, l'effet de ses traitements se fait ressentir au niveau de la diminution de la distance de fourrage des ouvrières ;

5- l'exploitation des cartes d'interpolation spatiale renforce l'hypothèse que la protection des colonies d'*O. longinoda* et *T. aculeatum* grâce à la structure de leurs nids peut être associé dans certain cas à l'effet de bordure pour expliquer la persistance des colonies après les traitements. De même, elle permet dans une certaine mesure de valider l'hypothèse de la protection éventuelle que procure l'utilisation des arbres d'ombrage à des fins de nidification par les *Crematogaster* (Majer, 1976 a ; 1978). On peut donc valider l'hypothèse de la recolonisation à partir des réservoirs que constituent les arbres d'ombrage. De plus la forte agrégation des colonies de *Crematogaster* dans les zones fortement ombragées de la parcelle serait fortement influencée par leur mode de nidification qui dépend comme précédemment dit des arbres d'ombrage. Ainsi les cacaoyers situés juste en dessous des arbres d'ombrage servant de site de nidification constituent les aires de fourrage préférentiel. En raison du fait qu'au sein d'une mosaïque les territoires sont en permanence remaniés (Leston, 1972 ; Majer, 1976 a ; Taylor & Adedoyin, 1978 ; Armbrrecht *et al.*, 2001), l'absence d'une colonie donnée dans un espace préalablement occupé n'implique pas obligatoirement une extirpation. Cette situation est envisageable avec les colonies d'*O. longinoda* et de *T. aculeatum* dont les fragments de colonies auraient migré à la suite des traitements ;

6- les cartes de distribution spatiale permettent de valider l'hypothèse de la désorganisation de la structure compacte des mosaïques (Majer, 1972) liée à une création des espaces vides suite à une destruction des colonies des fourmis dominantes et de celles des espèces associées.

III.2.5. Régime alimentaire

L'alimentation des espèces de fourmis étudiées ici est tributaire de l'exploitation des substances sucrées d'origines diverses et des apports protéiques issus de la consommation des proies. Les sucres proviennent principalement des trophobioses qu'elles entretiennent avec les hémiptères (Lachaud *et al.*, 1984 ; Blüthgen & Fiedler, 2002 ; Kenne, 2006 ; Kenne *et al.*, 2009), des fruits mûrs et autres résines produits par les arbres. Les isoptères, les hyménoptères, les hémiptères et dans une certaine mesure les diptères et les orthoptères entrent dans la gamme des proies capturées. Des items alimentaires très proches ont également été rapportés chez diverses espèces de Formicidae (Levieux, 1976 a, b ; 1978 ; Lachaud *et al.*, 1984 ; Kenne, 2006). Cette capacité des ouvrières à capturer une large gamme d'arthropodes dont certaines sont nuisibles aux plantes hôtes contribuerait à protéger ces dernières. En effet, la contribution des fourmis dans la protection des végétaux a également été mise en évidence chez plusieurs espèces de fourmis dominantes en zones tropicale et sub-tropicale (Dejean, 1990, 2000 ; Majer, 1994 ; Moog *et al.*, 1998 ; Rousson, 2002 ; Philpott & Armbrrecht, 2006). Les Gastéropodes (Limacae) entrent également dans le menu alimentaire d'*O. longinoda*. Par opportunisme alimentaire, les cadavres des vertébrés (Agamidae) et autres arthropodes sont également exploités. La tendance à la nécrophagie observée s'oppose d'un point de vue étho-écologique à la prédation dans l'exploitation des ressources alimentaires du milieu ; ce qui suggère un rôle épurateur des fourmis dans les écosystèmes naturels. La diversité des ressources animales et végétales exploitées dans le verger de Minkoas-Meyos témoigne d'un point de vue trophique de la plasticité comportementale des espèces étudiées. Toutefois, cette plasticité met en évidence l'existence des stratégies de recherche, de capture et d'approvisionnement élaborées à l'origine du succès observé.

III.2.6. Comportement prédateur, évolution et mise en évidence des stratégies d'optimisation dans la capture des proies

III.2.6.1. Comportement de prédation

L'organisation de la prédation chez les fourmis s'articule autour des principaux états que sont la recherche, la localisation, l'approche, l'attaque et saisie (phase solitaire) suivis

du recrutement des congénères, l'écartèlement, la mise à mort et le transport (phase collective) (Kenne, 2006). Le découpage de la proie et l'utilisation du venin sont des étapes d'importances variables selon les espèces de fourmis. Des parsèmes comportementaux similaires ont été mis en évidence chez la plupart de Formicidae tropicale et néotropicale. Il s'agit des Myrmicinae (*Myrmicaria opaciventris* (Kenne *et al.*, 2001), *T. aculeatum* (Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 b), *Crematogaster* sp. "stapi" (Richard *et al.*, 2001 a, b), *Pheidole minutula* (Dejean *et al.*, 2001), des Formicidae (*Oecophylla longinoda* (Dejean, 1990), *Camponotus maculatus* (Dejean, 1988), *Polyrachis laboriosa* (Dejean *et al.*, 1994 b) des Dolichoderinae (*Azteca* spp. (Rousson, 2002)), et des Ponerinae (*Platythyrea modesta* (Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c), *Pl. conradti* (Dejean, 2011), *Brachyponera senaarensis* (Lachaud & Dejean, 1994), *Pachycondyla goeldii* (Orivel, 2000).

III.2.6.1.1. Stratégie de détection de la proie

Les stratégies prédatrices impliquent à la base deux modes de détection de la proie d'importances inégales suivant les espèces de fourmis étudiées. Les proies sont détectées soit à distance, soit au contact (Dejean, 1990 ; Orivel, 2000 ; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 a, b ; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c ; Rousson, 2002 ; Kenne *et al.*, 2003 ; Kenne, 2006). Les modes de détection ainsi mis en évidence sont similaires à ceux signalés chez *M. opaciventris* (Kenne *et al.*, 2001 ; Kenne, 2006) et chez *Platythyrea conradti* qui est une fourmi arboricole primitive qui détecte principalement ses proies à distance (Levieux, 1976 b ; Dejean, 2011). D'un point de vue adaptatif, ce mode de détection peut avoir une relation étroite avec son rythme d'activité diurne. En effet, il a été démontré que les ouvrières de cette espèce fourragent en solitaires en journée, dans la tranche horaire 6 H-18 H (Levieux, 1976 b) avec un pic d'activité situé autour de 6 H et 7 H (Dejean, 2011). L'influence du rythme d'activité dans le mode de détection des proies a déjà été mis en évidence chez d'autres espèces de fourmis (Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c). En ce qui concerne *T. aculeatum* la détection qui se fait principalement au contact (Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c) n'est pas étonnante en raison de son rythme d'activité principalement crépusculaire (Majer, 1982 ; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c).

Chez la fourmi *O. longinoda*, les proies sont détectées à distance. Au sein des colonies, les majors assurent le service externe qui se résume à la défense du territoire et l'approvisionnement en nourriture et les minors le service interne (Hölldobler & Wilson, 1976 ; 1990). Les majors dont les tailles sont comprises entre 9 et 13 mm se distinguent des autres castes par le fait qu'ils sont dotés de larges yeux composés qui permettent la détection

à distance des proies (Dejean, 1990). Par contre chez l'espèce *Crematogaster* sp. "tsapi" (Richard *et al.*, 2001 a, b), outre la détection par contact signalée comme le principal mode chez cette fourmi (Richard *et al.*, 2001 a, b), des cas de détection à distance ont été mis en évidence en cas d'augmentation de la taille des proies. Notre observation a montré que, *Crematogaster* sp. "tsapi" poursuit parfois activement ses proies avant de les capturer ; cet acte nécessite la mise en œuvre de certaines capacités visuelles qui impliquent une détection des objets en mouvement.

III.2.6.1.2. Stratégies de capture de la proie

La capture des proies est faite de manière individuelle chez les espèces *Pl. conradti* et *M. opaciventris* ou collective chez les espèces *Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris* et *T. aculeatum*. *Oecophylla longinoda* semble avoir développé une stratégie intermédiaire qui inclut la chasse solitaire pour les petites proies et la chasse collective pour les proies de grandes tailles. La chasse solitaire est à la base du comportement prédateur des six espèces étudiées. Bien qu'elle constitue une phase préliminaire dans la mise en place de la machinerie collective chez les espèces arboricoles spécialisées, elle reste fondamentalement ancrée dans le comportement des espèces *M. opaciventris* et *Pl. conradti*. Ce comportement individualiste a également été relevé chez d'autres espèces de Ponerines tel *Gnamptogenys moelleri* (Cogni & Oliveira, 2004), *Pl. modesta* (Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 a, b), *Pa. geoldii* (Orivel, 2000) et *Brachyponera senaarensis* (Lachaud *et al.*, 1984). Certaines espèces de Ponerinae à l'instar de *G. moelleri* ont développé un comportement improbable en raison de leur caractère primitif. En effet, leurs ouvrières peuvent non seulement transmettre des signaux permettant aux autres congénères de repérer la localisation des ressources sur le substrat mais aussi peuvent recruter des congénères par "tandem running" et coopérer dans la capture et le transport des proies de grande taille (Cogni & Oliveira, 2004). Ces traits comportementaux n'ont pas été mis en évidence chez *Pl. conradti*. L'absence de coopération entre les ouvrières dans la capture des proies rappelle les traits de biologie de l'espèce tels rapportés par Levieux, (1976 b). L'ensemble des traits comportementaux ainsi mis en évidence renforce les rangent chez les Ponerinae parmi les espèces de fourmis arboricoles primitives (Grimaldi & Engel, 2005 ; Passera & Aron, 2005 ; Dejean *et al.*, 2007).

La chasse collective dont le succès dépend du niveau de coordination dans la coopération entre les ouvrières d'une colonie a été observée chez les espèces *Crematogaster* sp., *Cr. clariventris*, *T. aculeatum* et *O. longinoda*. Ce qui est conforme aux résultats trouvés chez les espèces *T. aculeatum* (Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c), *O. longinoda* (Dejean, 1990),

Crematogaster sp. "stapi" (Richard *et al.*, 2001 a, b) et chez les fourmis néotropicales du genre *Azteca* (Rousson, 2002).

III.2.7. Stratégies d'optimisation de chances de capture des proies

III.2.7.1. Apport du venin

L'utilisation du venin est étroitement liée à la stratégie de capture des proies chez les ouvrières de *Pl. conradti* ; elle se justifie par son comportement individualiste. Le recours au venin permet à une ouvrière chasseuse de paralyser rapidement la proie afin d'optimiser ses chances de capture. L'utilité d'une telle adaptation a également été mise en évidence chez la Ponerinae *Pa. goeldii* dont le venin en plus de ses propriétés paralysantes possède des propriétés antibactériennes (Orivel, 2000 ; Orivel *et al.*, 2001) et chez les espèces *T. aculeatum* et *Pl. modesta* (Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 b, c). Chez *T. aculeatum*, la fréquence d'utilisation du venin diminue sensiblement avec l'augmentation de la taille de la proie ; on peut penser qu'avec le durcissement de la cuticule de cette dernière le coût énergétique pour perforer la cuticule devient élevé et par conséquent préjudiciable pour l'espèce prédatrice.

III.2.7.2. Atouts morphologiques des espèces de fourmis étudiées

L'acquisition d'un venin puissant a permis d'optimiser le succès de capture chez certaines espèces, d'autres espèces en l'absence de venin ont développé des caractères morphologiques adaptatifs. C'est le cas des fourmis *M. opaciventris* et *O. longinoda*. Ainsi, le succès de capture chez *M. opaciventris* reposerait sur la robustesse des ouvrières tel qu'observé sur le terrain et au recours à l'utilisation du venin qui est pulvérisé sur la cuticule de la proie à l'aide de son aiguillon en forme de spatule (Kenne *et al.*, 2001 ; Kenne, 2006). A l'observation, les ouvrières coopèrent faiblement dans la capture des proies qu'elles étourdissent et neutralisent par une série de roulades qui précèdent l'éjection du venin. L'espèce *O. longinoda*, est dépourvue d'une aiguillon permettant d'injecter le venin (Hölldobler & Wilson, 1976). L'absence d'aiguillon venimeux chez cette fourmi (Gotwald, 1973 ; Hölldobler & Wilson, 1976) est très souvent attribuée à sa forte territorialité (Dejean, 1990). Lors de la capture des proies, majoritairement celles de grandes tailles, des observations ponctuelles ont permis de mettre en évidence la libération de salive, très probablement toxique dont les propriétés restent un axe de recherche intéressant pour mieux appréhender les mécanismes évolutifs. En effet, il est connu que dans la cavité buccale des ouvrières d'*O. longinoda* débouchent des glandes mandibulaires localisées en dessous des yeux composés (Gotwald, 1973). Cependant, d'après Wilson & Reigner (1971) cité par

Gotwald (1973) la substance libérée par cette glande jouerait le rôle d'alarme défensif. En l'absence d'une glande à venin classique ainsi que d'un aiguillon pour injecter le venin, les ouvrières d'*O. longinoda* auraient acquis une robustesse physique d'un point de vue morphologique corrélé à la puissance de leurs mandibules aigües et pourvues de rainures. La structure des mandibules d'*O. longinoda* serait à l'origine de son succès dans la capture des proies en raison de sa singularité comme l'a également relevé Gotwald (1973) en la comparant à celle de 107 espèces de Formicinae appartenant à 60 genres. La valeur adaptative observée sur le plan morphologique s'exprime très bien dans certains traits comportementaux de cette fourmi à savoir : (1) faible capacité de recrutement ; (2) faible contribution numérique des ouvrières dans la capture des proies et (3) transport par traction collective sans nécessité de découpage. La capacité d'adhésion au support conférée par le développement de l'arolium reste un atout indispensable à la neutralisation et au contrôle des proies avant l'arrivée des congénères. Chez *O. longinoda*, la puissance de cet arolium est telle qu'une ouvrière solitaire est capable de saisir et de maintenir un oiseau en suspension (Dejean *et al.*, 2007). L'étude de la structure des tarse chez plusieurs espèces de Formicidae a permis de mettre en évidence la valeur adaptative de ces modifications dans le milieu arboricole (Hölldobler & Wilson, 1976 ; Orivel, 2000 ; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c ; Richard *et al.*, 2001 b ; Dejean *et al.*, 2007). Ces caractères constituent autant d'atouts évolutifs qui confèrent aux *Oecophylles* leur grande aptitude prédatrice.

Pendant les phases d'écartèlement, de découpage et de transport des proies, les ouvrières se relaient continuellement. Cette stratégie fortement développée chez les espèces *T. aculeatum*, *Crematogaster* sp. et *Cr. clariventris* semble être compensatoire à leur petite taille. Chez l'espèce *O. longinoda*, en raison de la robustesse des ouvrières, seuls les appendices peuvent être arrachés dans les zones de fortes tensions pendant l'écartèlement et le reste de la proie est transporté en entier par un collectif d'ouvrières qui se relaient systématiquement le long du trajet qui mène au nid.

III.2.7.3. Neutralisation et contrôle des proies

L'écartèlement et le découpage des proies varient selon les espèces de fourmis, le type et la taille des proies. Bien que l'écartèlement a été longtemps relayé comme commun à plusieurs espèces de fourmis arboricoles connues (Dejean, 1988, 1990; Lachaud & Dejean, 1994; Dejean *et al.*, 1994 b; Dejean *et al.*, 2001; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 b; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c; Kenne *et al.*, 2001; Orivel, 2000; Richard *et al.*, 2001 a, b; Kenne, 2006), nos résultats mettent en évidence l'existence des variations dans son exécution suivant les

espèces, et ce, en fonction de leur niveau d'adaptation au milieu arboricole. Ainsi, chez *M. opaciventris* et *Pl. conradti* le déroulement de l'écartèlement n'est pas conforme au sens attribué au mot "qui se définit comme étant un supplice qui consiste à faire tirer les membres d'un condamné par les chevaux jusqu'à leur arrachement". En transposant cette définition aux fourmis, le condamné est représenté par la proie et les ouvrières des fourmis, les chevaux. Cette définition est conforme avec les observations faites chez les espèces de fourmis les plus évoluées telles exprimées dans de nombreux travaux sur le sujet (Dejean, 1990 ; Hölldobler & Wilson, 1990 ; Dejean *et al.*, 2001 ; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c ; Richard *et al.*, 2001 a ; Kenne *et al.*, 2001 ; Kenne *et al.*, 2009) et s'éloigne de celui observé chez les espèces *M. opaciventris* et *Pl. conradti*. Chez ces dernières, les ouvrières s'agrègent autour de la proie. Il s'en suit des morsures multiples accompagnées par des éjections (*M. opaciventris*) et des injections (*Pl. conradti*) du venin jusqu'à ce que mort s'en suive. Les proies ne sont pas distinctement étirées ni par les appendices ni par les ailes comme le font les espèces *T. aculeatum*, *Crematogaster* sp., *Cr. clariventris* et *O. longinoda*. Il nous semble donc judicieux suivant une certaine échelle de perception de parler de pseudo-écartèlement. Qui est une étape primitive franchie par les espèces plus évoluées qui s'adonnent à l'écartèlement sensus stricto.

III.2.7.4. Succès de capture des proies

Au cours de nos observations, de lourdes pertes ont été infligées aux ouvrières des différentes espèces de fourmis étudiées lorsqu'elles ont été confrontées aux soldats de termites et aux sauterelles adultes. L'efficacité des stratégies prédatrices d'une fourmi peut donc être modulé par la capacité de la proie à réagir face à une ouvrière ou à un collectif d'ouvrières. Ainsi, la taille de la proie et ou les armes dont elles disposent seront utilisées par pour se défendre. Parmi ces armes, figurent les mandibules très développées chez les soldats de termites et chez les sauterelles adultes. Leur développement influencerait non seulement la nécessité d'utiliser ou non le venin pour les espèces qui s'en servent, mais également elle serait déterminante dans le succès de la capture. Des conclusions similaires ont été tirées chez l'espèce *Ca. maculatus* (Dejean, 1988). Chez l'espèce *O. longinoda*, il a été démontré qu'en présence des proies non mutilées, le taux d'échec est très élevé (Dejean, 1990). De ce fait, les mutilations préalables des proies (sauterelles), contribue à réduire le taux d'échecs dans les conditions expérimentales. En situation naturelle, le comportement de réserve tel mis en évidence chez les espèces de fourmis étudiées prévalent et favorise l'optimisation de la capture des proies (Dejean, 1990 ; Orivel, 2000).

Chacune des six espèces de fourmis étudiées est capable de retrouver une proie qui s'est échappée après la première attaque. La séquence peut se poursuivre de façon remarquable avec des chances de succès variables suivant les espèces. Ce comportement, communément appelé comportement de réserve a déjà été décrit chez de nombreuses espèces de fourmis au rang desquelles *Pa. goeldii* (Orivel, 2000) et *O. longinoda* (Dejean, 1990) qui ont des niveaux d'adaptation au milieu arboricole différents. Il est prédominant chez les espèces primitives comparées aux espèces les plus évoluées au regard du niveau d'adaptation au milieu arboricole ; ce qui témoigne de la faible aptitude pour ces espèces à capturer avec une efficacité certaine leurs proies potentielles. Plus encore, de leur faible capacité à protéger efficacement les plantes hôtes contre les ravageurs.

III.2.7.5. Stratégies de recrutement des congénères : modèle de cinétique

L'étude du comportement prédateur des fourmis arboricoles a permis de mettre en évidence l'existence du phénomène de recrutement des congénères. Les modalités de recrutement sont variées et dépendent des niveaux d'adaptation au milieu arboricole (Lepage, 1981 ; Dejean, 1994 ; Lachaud & Orivel, 2000 ; Dejean *et al.*, 2001; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 a, c ; Kenne *et al.*, 2001; Rousson, 2002 ; Kenne, 2006). Au regard des modèles de cinétique, le recrutement chez les insectes sociaux s'avère être une des stratégies adaptatives les mieux élaborées à l'origine de leur succès écologique. L'absence de donnée sur la cinétique de recrutement a longtemps masqué l'existence d'une variation dans les modèles de recrutement suivant les espèces de fourmis, et ce, en fonction de leur niveau d'adaptation au milieu arboricole d'une part, du type et de la taille des proies d'autre part. Seuls les travaux de Rousson (2002) sur les fourmis arboricoles néotropicales du genre *Azteca* (Dolichoderinae) prennent en compte cet aspect. Cette étude sur cinq espèces de fourmis du genre *Azteca* a permis de mettre en évidence des modèles de cinétique très proches qui décrivent l'aspect collectif de la prédation. L'étude de la cinétique de recrutement chez six espèces (*O. longinoda*, *T. aculeatum*, *Crematogaster sp.* *C. clariventris* et *P. conradti*) de fourmi appartenant à trois sous-familles (Formicinae, Myrmicinae et Ponerinae) et quatre genres (*Oecophylla*, *Tetramorium*, *Crematogaster* et *Platythyrea*) a permis de dégager une approche plus cognitive et évolutive du recrutement. Si on admet malgré les irrégularités perceptibles chez certaines espèces que le recrutement est la règle lors de la collecte des aliments chez les fourmis, deux tendances sont alors observables en fonction du niveau d'adaptation au milieu arboricole. Ces tendances évoluent (1) des

stratégies stochastiques individuelles et collectives (ou de masse) aux (2) stratégies de groupe.

Les ouvrières de *M. opaciventris* et *Pl. conradti* auraient adopté la stratégie de recrutement stochastique individuelle. C'est une stratégie rudimentaire qui accorde peu d'importance à la coordination inter individuelle entre les fourrageuses ; leur comportement de chasse est alors fortement individualiste. Elle se caractérise par une attraction in situ suivie d'un gréganisme sans coordination structurée des ouvrières autour de la proie. Cette tendance se matérialise bien sur les courbes de cinétique par une distribution linéaire du nombre d'ouvrières dans les aires de chasse en fonction du temps. En l'absence d'une étude sur la cinétique de recrutement, cet aspect aléatoire et non organisé du recrutement est passé inaperçu chez les espèces *M. opaciventris* (Kenne *et al.*, 2001 ; Kenne, 2006) et *Pl. conradti* (Levieux, 1976 b) lors de la capture des proies. Chez plusieurs espèces de Ponerinae telles *Neoponera villosa*, *N. apicalis* et *Ectatoma ruidum* le recrutement stochastique ainsi que le recrutement par "tandem-running" lors de la migration des colonies ont été mises en évidence (Lachaud *et al.*, 1984). Cependant, ce comportement n'a pas été mis en évidence dans la chasse chez ces espèces (Lachaud *et al.*, 1984). Ce qui renforce les observations faites chez *Pl. conradti* principalement et dans une certaine mesure chez *M. opaciventris*.

Les espèces *O. longinoda*, *T. aculeatum*, *Crematogaster* sp. et *Cr. clariventris* auraient plutôt adopté une stratégie de recrutement en groupe qui se caractérise par la capacité d'une ouvrière à recruter des congénères par émission des signaux tactiles et chimiques (Hölldobler & Wilson, 1976, 1990 ; Lachaud & Dejean, 1994 ; Viana, 1996). Le groupe sort du nid et s'oriente avec précision en direction de la proie sous l'orientation d'un leader. Les espèces *Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris*. et *T. aculeatum* auraient mieux affiné leur mécanisme de recrutement comparés à celui observé chez *O. longinoda* qui est plus proche de ceux de *M. opaciventris* et *Pl. conradti*. En effet, chez *O. longinoda*, le modèle de recrutement face aux proies de petite taille est presque linéaire et tend vers un modèle exponentiel avec l'augmentation graduelle de la taille de la proie. Le recrutement est mieux élaboré et mieux structuré chez *T. aculeatum* comparé aux cinq autres espèces étudiées. En effet sa courbe de cinétique de recrutement proche d'un modèle gaussien normal (cas des proies de petites tailles) et d'un modèle exponentiel (cas des proies de grandes tailles) domine littéralement les autres courbes observées. L'ampleur du recrutement s'intensifie avec la taille de la proie et suggère l'existence chez ces espèces des mécanismes d'alerte et de marquage des pistes. Chez *O. longinoda* par exemple, on note un dépôt de

pistes odoriférantes sécrétées par des glandes sternale et rectale. Les produits ainsi sécrétés jouent un rôle déterminant dans le mécanisme de recrutement des ouvrières (Hölldobler & Wilson, 1976).

III.2.7.6. Influence des conditions expérimentales sur le recrutement

Dans les conditions expérimentales en milieu arboricole, les vibrations qui émanent des feuilles lors de la saisie d'une proie par une ouvrière solitaire de *T. aculeatum* ou de *O. longinoda* génèrent un signal d'alarme que les congénères remontent jusqu'à la proie. L'excitation qui s'en suit est d'autant importante que la taille de la proie est grande ; dans sa genèse, l'on observe des imprécisions dans la localisation de l'aire de chasse point de départ du signal. Dès la découverte de la ressource et l'entrée en jeu des phéromones, la piste est de plus en plus marquée et le déplacement des ouvrières en direction de la proie plus affiné et plus précis. Certaines ouvrières se détachent du groupe qui s'active autour de la proie, retournent au nid et stimulent la montée d'un flux important d'ouvrières en direction de l'aire de chasse. Ce mécanisme, décrit sous le label de "recrutement à longue distance" a également été mis en évidence chez *O. longinoda* et *T. aculeatum* et chez bien d'autres espèces telles que *Crematogaster* spp. (Hölldobler & Wilson, 1976, 1990 ; Dejean, 1990 ; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c ; Richard *et al.*, 2001 a, b). Sur une feuille de contre-plaqué, il est moins évident de déceler l'influence du support sur le recrutement des congénères. Toutefois, chez *Crematogaster* sp. et *Cr. clariventris*, l'ouvrière qui découvre la proie réagit in situ en levant le gastre qu'elle agite tout en libérant une substance blanchâtre ; d'autres congénères après avoir saisi la proie retournent en direction du nid en décrivant une trajectoire sinusoïdale. Au cours du déplacement, on observe un frétillement du gastre au contact du support, ce comportement est repris par plusieurs ouvrières. Parfois, on observe la combinaison de ces deux mécanismes lorsque les ouvrières sont confrontées aux soldats de termites et sauterelles de grandes tailles.

III.2.7.7. Implication numérique des ouvrières dans la capture

Le comportement individualiste ou collectif des ouvrières varie suivant les espèces de fourmis. Des espèces arboricoles primitives (*Pl. conradti*) aux espèces arboricoles les plus évoluées (*Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris*, *T. aculeatum* et *O. longinoda*) en passant par les espèces à mode de vie transitoire (*M. opaciventris*), deux stratégies fondamentales peuvent être relevées :

La stratégie numérique indépendante qui n'implique pas un grand nombre d'ouvrières est fréquente dans le comportement de chasse de *Pl. conradti* et *M. opaciventris*

avec cependant des prémices de stratégie collective. Dans une approche comparative, les espèces *Pl. conradti* et *M. opaciventris* investissent très peu d'ouvrières dans la capture des proies ; ce qui est conforme avec leurs modèles de cinétiques de recrutement, probablement justifié par la robustesse physique des ouvrières et au recours à l'utilisation du venin.

La stratégie numérique dépendante est rencontrée chez les espèces arboricoles spécialisées. Celle-ci ont développé des modèles de recrutement mieux élaborés avec une incidence positive, remarquable sur le nombre d'ouvrières qui contribuent à la capture des proies. *Oecophylla longinoda* ne mobilise de grands effectifs d'ouvrières que face à des proies de grandes tailles alors que *T. aculeatum* le fait aussi bien en présence des proies de petites tailles que celles de grandes tailles. La forte capacité de mobilisation des ouvrières est un trait majeur relevé dans le comportement territorial des fourmis arboricoles dominantes au sein des mosaïques (Leston, 1972 ; Majer, 1972, 1976 b ; Majer *et al.*, 1994). Elle permet le contrôle de l'espace et la monopolisation des ressources (Dejean *et al.*, 2000 ; Hölldobler & Wilson, 1990). Chez les espèces du genre *Crematogaster*, le nombre d'ouvrières impliquées dans la capture des proies est également important et se rapproche beaucoup plus de celui observé chez *T. aculeatum*. Toutefois, *Crematogaster* spp. et chez *Cr. clariventris* plus spécifiquement, le polymorphisme serait un paramètre qui limiterait d'une certaine manière le nombre d'ouvrières impliquées dans la capture. En effet, on note une contribution active de la caste des majors dans le processus de fragmentation des proies. Ces résultats suggèrent que le succès dans la capture des proies dépend de la taille, du type de proie et du nombre d'ouvrières impliquées. Des résultats similaires ont été rapportés chez les espèces *Pl. modesta* et *T. aculeatum* (Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 b, c).

III.2.7.8. Stratégie d'exploitation des proies

Le transport des proies s'effectue suivant deux modalités connues : le transport solitaire et le transport collectif (Dejean, 1988, 1990; Dejean *et al.*, 1994 b; Lachaud & Dejean, 1994; Orivel, 2000; Kenne *et al.*, 2000; Dejean *et al.*, 2001; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 a, b; Djiéto-Lordon *et al.*, 2001 c; Kenne *et al.*, 2001; Rousson, 2002). Si plusieurs auteurs se sont penchés sur l'étude du comportement prédateur des fourmis, très peu se sont en revanche intéressés aux stratégies de fragmentation des proies. En intégrant cet aspect à la présente étude, la variable taille des proies a permis de dégager les grandes tendances suivantes :

1- en absence totale de découpage deux situations sont envisageables (i) la proie surtout de petite taille est transportée par une ouvrière solitaire situation fréquente chez toutes les

espèces étudiées ou (ii) par un collectif d'ouvrières par traction collective, c'est le cas d'*O. longinoda* et de *M. opaciventris*;

2- Il y'a découpage partiel de la proie suivant deux sous modalités (i) seule les appendices sont arrachés et le reste de la proie est transporté en entier par une ouvrière solitaire (*Pl. conradti*, *M. opaciventris* et *O. longinoda*) ; ou par un collectif d'ouvrières (*O. longinoda* ; *M. opaciventris*) ; (ii) la proie est découpée en deux ou trois gigots de tailles inégales (*M. opaciventris* et *Pl. conradti* (1 seul cas mis en évidence)) et chacun est transporté par une ouvrière solitaire ;

3- Il y'a découpage total de la proie suivant deux approches : (i) la proie est premièrement découpée en deux ou trois gros gigots, puis les ouvrières se répartissent autour des gigots qu'elles s'activent à découper en de fins débris (*Cr. clariventris* et *Crematogaster* sp.). Dans ce processus, en raison du caractère polymorphe des colonies, on observe une contribution active de la caste des majors lors du découpage ; (ii) les ouvrières s'activent à découper la proie en de fins débris directement transportables par les ouvrières (*T. aculeatum*) ceci trouve sa justification dans le caractère monomorphe de ces colonies. La fragmentation ainsi que les modes de transport des proies n'ont pas fait l'objet d'études détaillées chez les fourmis africaines. Cependant, Yamamoto *et al.* (2009) ont relevé des caractéristiques proches en étudiant les stratégies de fragmentation et de transport des proies chez 44 espèces de fourmis réparties en 8 sous-familles et 34 genres chez les fourmis du Japon, de la Malaisie et de l'Indonésie. Les modalités ainsi mises en évidence relèveraient des valeurs adaptatives intrinsèques aux espèces. Elles peuvent non seulement limiter le coût énergétique lié à l'exploitation de la ressource par une limitation de la compétition intraspécifique, mais aussi dans une certaine mesure de définir la carte éthologique d'une espèce donnée en rapport avec son passé évolutif.

III.2.8. Modèle markovien

L'utilisation d'un modèle probabiliste de type chaîne de Markov dans l'analyse du comportement a permis de dégager une approche plus cognitive de la prédation chez les espèces de fourmis étudiées. Ainsi, le comportement de capture des proies chez les six espèces de fourmis étudiées n'a rien d'aléatoire. En d'autres termes l'existence d'un état au temps t_0 va déterminer systématiquement l'existence de l'acte qui suit lorsque le système passe au temps t_{0+1} . En effet, plus de 50 % des transitions observées contribuent au caractère non aléatoire des transitions chez chacune des espèces étudiées. Ces résultats sont similaires à ceux mis en évidence chez les fourmis arboricoles néotropicales du genre *Azteca* (Rousson,

2002). La détection, l'attaque et la saisie et la neutralisation des proies constituent des étapes critiques lors de la prédation chez les fourmis. Elles ont une tendance plus ou moins prononcée à relever d'un processus markovien. De ce fait, elles génèrent des entropies élevées ; ce qui est coûteux d'un point de vue énergétique et potentiellement préjudiciable pour l'issue de la chasse.

Les espèces *M. opaciventris* et *Pl. conradti* qui chassent de façon solitaire, ont développé des comportements les plus markoviens faces aux proies de petites tailles caractérisés par des faibles entropies ; ce qui est révélateur d'une tendance à la spécialisation dans la capture des proies de petite taille chez ces dernières. Par contre, pour les espèces à stratégie collective, la chasse solitaire demeure critique en raison du fait que la proie est découverte par une ouvrière qui dans sa tentative solitaire n'est pas apte à contrôler la ressource par conséquent génère des entropies très importantes et donc un coût énergétique élevé. Dès lors que la phase de recrutement est amorcée, le système se stabilise et les entropies baissent ; c'est le cas particulier des espèces *Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris*, *O. longinoda* et *T. aculeatum*. Chez ces espèces, le niveau de dépendance interindividuel est élevé ; par conséquent, la chasse solitaire est une stratégie évolutivement instable. Elle compromet le succès de capture des proies et met en péril la garantie de l'approvisionnement de la colonie chez une ouvrière qui s'engage dans cette voie. Avec l'augmentation de la taille de la proie, l'aptitude à passer rapidement de la phase solitaire à la phase collective procure un atout évolutivement stable aux espèces qui l'adoptent. C'est par exemple le cas avec l'espèce *T. aculeatum* qui a développé le comportement le plus markovien des six faces aux sauterelles adultes (≥ 17 mm).

A l'observation, la gravité semble avoir des effets inhibiteurs sur les chasseresses en milieu arboricole, en raison du fait que l'ouvrière doit non seulement contrôler la ressource, mais également lutter pour se maintenir sur la feuille qui n'est pas toujours stable pendant la capture (*O. longinoda* et *T. aculeatum*). La conséquence est l'important développement des structures telles que l'arolium et les griffes des tarsi. Ce facteur, aurait dans une certaine mesure contribué à augmenter le niveau d'entropie chez des espèces *T. aculeatum* et *O. longinoda*.

Conclusion et Perspectives

Conclusion

Dans la dynamique évolutive du vivant, les fourmis fournissent l'exemple le plus remarquable d'adaptation d'un groupe zoologique à son environnement. Certains traits fondamentaux tels que la capacité de mobilisation des ouvrières, leur aptitude à coopérer pour l'accomplissement d'une tâche, les possibilités d'exploitation des ressources variées induisent une monopolisation et une utilisation optimale de l'espace à l'origine du concept de la mosaïque des fourmis arboricoles.

L'état de la diversité spécifique de la myrmécaufaune dans les agrosystèmes à base de cacao est mitigé en fonction des milieux dont ils dérivent. Elle semble plus diversifiée dans les zones de transition et forestière que dans la savane. Le contraste entre les milieux étudiés est accentué non seulement par la phytophysionomie, mais également par les pressions anthropiques qui s'exercent sur l'écosystème de façon différentielle le long du gradient agroécologique. Les traitements phytosanitaires affectent la diversité spécifique. Cependant, le turn-over des communautés qui est influencé par l'environnement ainsi que la capacité des fourmis à résister aux traitements peuvent par endroits masquer l'impact réel des traitements sur la diversité.

La mosaïque des fourmis arboricoles est un système dynamique et complexe dont l'étude sur la base des concepts mathématiques n'est pas encore un acquis. Néanmoins, on peut tout de même confirmer l'existence de la mosaïque dans les agrosystèmes du Cameroun sous la base des résultats obtenus par le modèle nul. Il se dégage une variation spatiale du statut de dominance écologique des espèces de fourmis en fonction du gradient agroécologique savane-forêt en passant par la zone de transition. Les dominantes les plus fréquemment citées sont *T. aculeatum*, *O. longinoda* et *Crematogaster* spp. Ces espèces entretiennent des relations plus ou moins privilégiées entre elles et avec les autres conspécifiques. Les modèles spatiaux offrent une excellente alternative dans l'étude de la structure des communautés de fourmis. Elles peuvent permettre sous l'hypothèse de la ségrégation spatiale due à la compétition interspécifique entre les populations de déterminer la nature des interactions.

Les fourmis ont développé au cours de leur évolution une tendance plus ou moins poussée à l'omnivorie. Cette souplesse comportementale d'un point de vue trophique a conduit ces dernières à exploiter dans leur environnement une diversité des proies soit par la prédation soit par la nécrophagie et l'exploitation d'autres produits végétaux. Elles peuvent donc non seulement contribuer à protéger les plantes hôtes contre les phytophages, mais également jouer un rôle épurateur dans les écosystèmes.

Les fourmis chassent en solitaire ou en groupe. Les séquences comportementales sont constituées par une série d'actes comportementaux d'importance variable suivant les espèces. Au regard de l'évolution des stratégies développées lors du passage de la vie terricole à la vie arboricole, une tendance forte se dégage chez l'espèce *O. Longinoda* considérée comme l'une des plus évoluée. En effet, elle dégage des stratégies intermédiaires entre les espèces terricoles (*M. opaciventris*) et arboricoles primitives (*Pl. conradti*) qui chassent de façon solitaire et les espèces évoluées (*Crematogaster* sp. "stapi", *Cr. clariventris* et *T. aculeatum*) qui chassent de façon collective. Ces traits ont été mis en évidence sur (1) ses traits morphologiques notamment la robustesse des ouvrières prises individuellement (2) modèles de recrutement et (3) les stratégies d'exploitation des proies. Toutefois, une différence majeure se dégage en raison de l'absence d'un organe vulnérant, elles ont acquis des mandibules robustes et puissantes.

La coopération (*Crematogaster* sp."stapi", *Cr. clariventris* et *T. aculeatum*) est un atout indéniable qui garantit le succès dans les stratégies d'approvisionnement. Toutefois, la robustesse des ouvrières d'*O. longinoda* associée à une coopération de faible durée dans le temps garanti non seulement un approvisionnement optimal en ressources mais également restreint considérablement le coût énergétique lié au temps investi dans la capture. La conservation de certaines aptitudes primitives corrélées à l'acquisition de certains caractères arboricoles fait d'*O. longinoda* un prédateur redoutable. Les typologies observées dans la fragmentation et le transport des proies semblent être de véritable mémoire en rapport avec le passé évolutif des espèces.

Le modèle markovien a permis d'avoir une approche plus cognitive de la prédation chez les six espèces de fourmis étudiées. Il aura permis entre autres de mettre en évidence : (1) l'existence des états critiques potentiellement préjudiciables pour les ouvrières lors de la prédation. Il s'agit de la détection, la capture et la neutralisation des proies qui présentent des tendances plus ou moins poussées à relever d'un processus de Markov par conséquent génèrent des entropies élevées ; (2) une forte tendance à la spécialisation des espèces *M. opaciventris* et *Pl. conradti* dans la capture des proies de petites tailles alors que les espèces *Crematogaster* sp., *Cr. clariventris*, *T. aculeatum* et *O. longinoda* sont plus aptes à capturer les proies de grandes tailles.

Perspectives

Compte tenu des divergences entre les différentes méthodes proposées dans l'étude de la structuration des communautés de fourmis, les méthodes d'analyses spatiales peuvent

être investiguées comme nouvel outil dans l'étude des interactions. Pour mieux comprendre la dynamique temporelle des mosaïques de fourmis arboricoles des approches basées sur les séries temporelles sont envisagées. Accentuer le travail sur le régime alimentaire des fourmis dans les écosystèmes en prenant en compte la composante saisonnière d'une part et des rapports tailles des ouvrières et tailles des proies exploitées en champs. Mettre sur pied un protocole pour étudier de façon spécifique les relations entre le type de proie, la taille des proies, le niveau d'adaptation au milieu arboricole, les stratégies de fragmentation et les modalités de transport.

Au terme de ce travail une question fondamentale se dégage, celle de la frontière entre les comportements de prédation et de territorialité. Ceci d'autant plus que la présence d'une proie ou d'une autre espèce de fourmi dans un territoire contrôlé par une espèce dominante donnée génère les réactions identiques chez les ouvrières de la colonie. Il s'en suit un déploiement des stratégies similaires à celles observées lors de la prédation. Par exemple, on a observé en champs les ouvrières d'*O. longinoda* capturer et écarteler une ouvrière de *Pa. tarsata* et au terme la transporter au nid comme elles le font si bien avec toutes les autres proies. De toute vraisemblance, le comportement prédateur semble être dans sa genèse un comportement de défense territorial dont les frontières se doivent d'être explorées. Au vu des particularités développées par *O. longinoda*, la sempiternelle question des mécanismes évolutifs chez les espèces est mise en exergue. Chez cette dernière, considérée comme l'une des espèces les plus évoluées chez les fourmis arboricoles, il serait intéressant d'investiguer sur les mécanismes à l'origine de la conservation des traits des espèces primitives tout en développant des traits propres au eusociaux.



Références Bibliographiques

- Agosti D., & Alonso L.E. 2000. *The ALL protocol Ants* in: Agosti, D., Majer, J.D., Alonso, L.E. & Schultz T. R. (Eds). *Ant: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Press, Washington, 204-214 pp.
- Agosti D. & Johnson N.F. 2005. *Antbase*. World Wide Web electronic publication, antbase.org. version (05/2005).
- Anikwe J.C., Omoloye A.A. & Okelana F.A. 2007. Study of the ant-plant mutualism in Nigerian cocoa agroecology. *Middle-East Journal of Scientific Research* 2: 69-72.
- Anscombe F.J. 1949. The statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distribution. *Biometrics* 5: 165-173.
- Armbrecht I., Jiménez E., Alvarez G., Ulloa-Chacon P. & Armbrecht H. 2001. An ant mosaic in the Colombian rain forest of Chocó (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 37 (3B): 491-509.
- Attrill M.J., Stafford R. & Rowden A.A. 2001. Latitudinal diversity patterns in estuarine tidal flats: indications of a global cline. *Ecography* 24: 318-324.
- Babachau K.D. 1982. Rôle des communautés d'insectes et de l'eau dans la dissémination de *Phytophthora palmivora* (Bulth). Bulth. Emead. Brass. et Griff dans les cacaoyères de Côte d'Ivoire. *Café Cacao Thé XXVL* : 31-36.
- Babin R., ten Hoopen G.M., Cilas C., Enjalric F., Yede, Gendre P. & Lumaret J.P. 2010. Impact of shade on the spatial distribution of *Sahlbergella singularis* in traditional cocoa agroforests. *Agricultural and Forest Entomology* 12: 69-79.
- Barbault R. 2000. *Ecologie générale : Structure et fonctionnement de la biosphère*. 5^e Edition, Dunod, Paris, 326 pages.
- Baselga A. 2008. Determinants of species richness, endemism and turnover in European longhorn beetles. *Ecography* 31: 263-271.
- Bellow J.G. & Nair P.K.R. 2003. Comparing common methods for assessing understory light availability in shaded-perennial agroforestry systems. *Agricultural and Forest Meteorology* 114: 197-211.
- Bickel T.O. & Watanasit S. 2005. Diversity of litter ant communities in Ton Nga Chang wildlife sanctuary and nearby rubber plantations, Songkhla, Southern Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 27: 943-955.
- Billen J. 2006. *Signal variety and communication in social insects*. Proceedings of Netherlands Entomological Society Meeting 17: 9-25.

- Bisseleua D.H.B. & Vidal S. 2007. Plant biodiversity and vegetation structure in traditional cocoa forest gardens in southern Cameroon under different management *Biodiversity and Conservation* 17: 1821-1835.
- Blüthgen N. & Fiedler K. 2002. Interaction between weaver ants *Oecophylla smaragdina*, homopterans, trees and lianas in an Australian rain forest canopy. *Journal of Animal Ecology* 71: 793-801.
- Blüthgen N., Mezger D. & Linsenmair E.K. 2006. Ant-hemipteran trophobioses in a Bornean rainforest-diversity, specificity and monopolisation. *Insectes sociaux* 53: 194-203.
- Blüthgen N. & Stork N.E. 2007. Ant mosaics in a tropical rainforest in Australia and elsewhere: a critical review. *Austral Ecology* 32: 93-104.
- Bolton B. 1994. *Identification guide to the ant genera of the world*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts London, England, 222 pages.
- Bolton B. 1995. *A new general catalogue of the ants of the world*. London, England, 504 pages.
- Cagniant H. 1989. Essai d'application de quelques indices et modèles de distributions d'abondances à trois peuplements de fourmis terricoles. *Orsis* 4: 113-124.
- Cammaerts R., Cammaerts M.C. & Dejean A. 1994. The trail of the African urticating ant, *Tetramorium aculeatum*: source, potency and workers behavior (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Insect Behavior* 7: 533-552
- Cammell M.E., Way M.J. & Paiva M.R. 1996. Diversity and structure of ant communities associated with oak, eucalyptus and arable habitats in Portugal. *Insecte Sociaux* 43 (37): 37-46.
- Cardoso D.C., Sobrinho T.G. & Shoereeder J.H. 2010. Ant community composition and its relationship with phytophysionomies in a Brazilian Restinga. *Insectes sociaux* 57: 293-301.
- Champaud J. 1966. *L'économie cacaoyère du Camroun*. Cahier ORSTOM, serie science humaines III: 105-124.
- Cogni R. & Oliveira P.S. 2004. Recruitment Behavior during Foraging in the Neotropical Ant *Gnamptogenys moelleri* (Formicidae: Ponerinae): Does the Type of Food Matter? *Journal of Insect Behaviour* 17: 443-458.
- Colignon P., Hastir P., Gaspar & Francis F. 2001. Effects of insecticide treatment on insect density and diversity in vegetable open field. *Med Fac Landboww Univ Gent* 66/2a: 403-411.

- Colwell R.K. 2006. EstimateS: *Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. In: <purl.oclc.org/estimates> V.P.U. (ed).
- Crawley, M.J. 2007. *The R book*. John Wiley & Sons, London, 951 pages.
- Dahms H., Wellstein C., Wolter V. & Dauber J. 2005. Effect of management practices on ant species richness and community composition in grasslands (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecologische Nachrichten* 7: 9-16.
- Dajoz R.J. 2000. *Précis d'écologie*. Dunod, Paris, 615 pages.
- Danchen E., Giraldeau, L-A. & Cézilly F. 2006. *Ecologie comportementale, Cours et Questions de reflexion*. Dunod, Paris, 637 pages.
- Darge P. 1983. *Faune de la République Unie du Cameroun 1 : Le genre Charaxes Ochs. (Lepidoptera Charaxidae, Doherty)*. Sciences Nat 2, Rue André Mellenne Venette 60200 Compiègne, 135 pages.
- Das G.M. 1959. Observation of the association of ants with coccids of tea. *Bulletin of Entomological Research* 50: 437-448.
- Davidson D.W. 1998. Resource discovery versus resource domination in ants: a functional mechanism for breaking the trade-off. *Ecological Entomology* 23: 484-490.
- Davidson D.W., Lessard J.-P., Bernau C.R. & Cook S.C. 2007. The Tropical Ant Mosaic in a Primary Bornean Rain Forest. *Biotropica* 39: 468-475.
- Davidson D.W., Seidel J.L. & Epstein W.W. 1990. Neotropical ant gardens II. Bioassays seed compounds. *Journal of Chemical Ecology* 16: 2993-3013.
- De Mire B. 1966. Une affection du caféier robusta dans l'est Cameroun : la « défoliation en mannequin d'osier ». *Café, Cacao, Thé X* : 237-242.
- De Mire B. 1969. Une fourmi utilisée au Cameroun dans la lutte contre les mirides du cacaoyer *Wasmannia auropuncta* Roger. *Café Cacao Thé XIII* 25-28.
- Debout G., Provost E., Renucci M., Tirard A., Schatz B. & McKey D. 2003. Colony structure in a plant-ant: behavioural, chemical and genetic study of polydomy in *Cataulacus mckeyi* (Myrmicinae). *Oecologia* 137: 195-204.
- Debout G., Schatz B., Elias M., & Mckey D., 2007. Polydomy in ants: what we know, what we think we know, and what remains to be done. *Biological Journal of the Linnean Society* 90: 319-348.
- De Mire B. 1966. Une affection du caféier robusta dans l'est Cameroun: la « défoliation en mannequin d'osier ». *Café, Cacao, Thé X*: 237-242.
- De Mire B. 1969. Une fourmi utilisée au Cameroun dans la lutte contre les mirides du cacaoyer *Wasmannia auropuncta* Roger. *Café Cacao Thé XIII* 25-28.

- Debout G., Provost E., Renucci M., Tirard A., Schatz B. & McKey D. 2003. Colony structure in a plant-ant: behavioural, chemical and genetic study of polydomy in *Cataulacus mckeyi* (Myrmicinae). *Oecologia* 137: 195-204.
- Debout G., Schatz B., Elias M. & McKey D. 2007. Polydomy in ants: what we know, what we think we know, and what remains to be done. *Biological Journal of the Linnean Society* 90: 319-348.
- Dejean A. 1988. Prey capture by *Camponotus maculatus* (Formicidae-Formicinae). *Biology of Behaviour* 13: 97-115.
- Dejean A. 1990. Prey capture strategy of the african weaver ant. *Westview Press Boulder*, 472-481.
- Dejean A. & Mony R. 1991. Attaques d'arbres fruitiers tropicaux par les fourmis du genre *Melissotarsus* (Emery) (Hymenoptera, Formicidae) associées aux Homoptères Diaspididae. *Actes et Colloques Insectes Sociaux* 7 : 179-181.
- Dejean A., Fawty N., Djob Bikoi J. & Djieto-Lordon C. 1993. La mosaïque des fourmis dans deux palmeraies du sud-ouest, Cameroun. *Actes et Colloques Insectes Sociaux* 8 : 25-30.
- Dejean A., Djieto-Lordon C. & Lenoir A. 1994 a. Mosaic ant territories in an african secondary rain forest (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 23 (3): 1-17.
- Dejean A., Lenoir A. & Godzinska E.J. 1994 b. The hunting behavior of *Polyrachis laboriosa*, a non-dominant arboreal ant of the African Equatorial Forest (Hymenoptera: Formicidae, Formicinae). *Sociobiology* 23: 293-313.
- Dejean A., Djieto-Lordon C. & Durand J.L. 1997 a. Ant mosaic in oil palm plantation of the southwest province of Cameroon: impact on leaf miner beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Apiculture and Social Insect* 90 (5): 1092-1096.
- Dejean A., Ngnegueu P.R., Durand J.L. & Bourgoïn T. 1997 b. The influence of ants (Hymenoptera: Formicidae), particularly tramp species, on the proliferation of a maize pest. *Sociobiology* 30: 85-93.
- Dejean A., Corbara B. & Orivel J. 1999. The arboreal ant mosaic in two atlantic rain forest. *Selbyana* 20 (1): 403-421.
- Dejean A., McKey D., Gibernau M. & Belin M. 2000. The arboreal ant mosaic in a Camerounian rain forest (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 23 (3) : 403-423.
- Dejean A. 2000. Ant protection (Hymenoptera: Formicidae) of two pioneer plant species against the variegated locust. *Sociobiology* 36: 217-226.

- Dejean A., Solano P.J., Orivel J., Belin-Depoux M., Cerdan P. & Corbara B. 2001. The spread-eagling of prey by the obligate plant-ant *Pheidole minutula* (Myrmicinae): similarities with dominant arboreal ants. *Sociobiology* 38 : 675-682.
- Dejean A., Corbara B., Orivel J. & Leponce M. 2007. Rainforest canopy ants: the implications of territoriality and predatory behavior. *Functional Ecosystems and Communities* 1: 105-120.
- Dejean A., Grangier J., Leroy C., Orivel J. & Gibernau M. 2008. Nest site selection and induced response in a dominant arboreal ant species. *Naturwissenschaften* 95: 885-889.
- Dejean A., Fisher B.L., Corbara B., Rarevohitra R., Randrianaivo R., Rajemison B. & Leponce M. 2010. Spatial Distribution of Dominant Arboreal Ants in a Malagasy Coastal Rainforest: Gaps and Presence of an Invasive Species. *PLoS ONE* 5: e9319. doi:9310.1371/journal.pone.0009319.
- Dejean A. 2011. Prey Capture Behavior in an Arboreal African Ponerine Ant. *PLoS ONE* 6: 1-7.
- Delabie J.H.C., Benton F.P. & Medeiros M.A. 1991. La Polydomie chez les Formicidae Arboricoles dans les Cacaoyères du Brésil : Optimisation de l'Occupation de l'Espace ou Stratégies Défensive ? *Actes et Colloques Insectes Sociaux* 7: 173-178.
- Delabie J.H.C. 2001. *Les trophobioses entre Formicidae et Hemiptera Sternorrhyncha et Auchenorrhyncha*. Habilitation à Diriger les Travaux de Recherches (HDR), Université de Paris 13, 1-27 pp.
- Denis D. 2006. Causes et conséquences de la polydomie chez une fourmi ponérine monogyne (*Pachycondyla goeldii*). Thèse de Doctorat, Université Paris XIII, 183 pages.
- Djiéto-Lordon C. & Dejean A. 1999 a. Tropical arboreal ant mosaics : innate attraction and imprinting determine nest site selection in dominant ants. *Behaviour Ecology and Sociobiology* 45: 219-225.
- Djiéto-Lordon C. & Dejean, A. 1999 b. Innate attraction supplants experience during host plant selection in an obligate plant-ant. *Behavioural Processes* 46: 181-187.
- Djiéto-Lordon C., Orivel J. & Dejean A. 2001 a. Consuming large prey on the spot: the case of the arboreal foraging ponerine ant *Platythyrea modesta* (Hymenoptera, Formicidae). *Insectes sociaux* 48: 324-326.
- Djiéto-Lordon C., Orivel J. & Dejean A. 2001 b. Predatory Behavior of the African Ponerine Ant *Platythyrea modesta* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 38: 1-13.

- Djiéto-Lordon C., Richard F.J., Owona C., Gibernau M., Orivel J. & Dejean A. 2001 c. The Predatory Behavior of the Dominant Arboreal Ant Species *Tetramorium aculeatum* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 38: 1-11.
- Djuikwo-Nouboue F.F. 1990. *Contribution à l'étude de la Biologie de la fourmi défoliatrice Crematogaster clariventris* (Formicidae : Myrmicinae). Mémoire de Maîtrise, Université de Yaoundé I, Cameroun, 40 pages.
- Dray S. & Dufour A.B. 2007. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software* 22(4) : 1-20.
- Durfour B. 1991. Place et importance des différentes espèces d'insectes dans l'écologie du CSSV (Cocoa Swollen Shoot Virus) au Togo. *Café Cacao Thé XXXV* (3) : 197-204.
- Fisher B.L. 2004. Diversity patterns of ants (Hymenoptera: Formicidae) along an elevational gradient on monts Doudou in southwestern Gabon. *California Academy of Sciences Memoir*, 28: 269-286.
- Fisher B.L. 2005. A Model for a Global Inventory of Ants: A Case Study in Madagascar. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 56: 86-97.
- Floren A., Freking A., Bielil M. & Linsenmair E.K. 2001. Anthropogenic disturbance changes the structure of arboreal tropical ant communities. *Ecography* 24: 547-554.
- Floren A. & Linsenmair E.K. 2000. Do ant mosaic exist in pristine lowland rain forest? *Oecologia* 123: 129-137.
- Folgarait P.J. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation* 7: 1221-1244.
- Foster K.R. & Ratnieks F.L.W. 2005. A new eusocial vertebrate? *TRENDS in Ecology and Evolution* 20: 363-364.
- Frazer G.W., Canham C.D. & Lertzman K.P. 1999. *Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation*. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.
- Gadagkar R. 1990. Origin and evolution of eusociality: A perspective from studying primitively eusocial wasp. *Journal of Genetics* 69: 113-125.
- Gadagkar R., 1993. And now...eusocial thrips. *Current Science* 64: 215-216.
- Gibb H. & Hochuli F.D. 2003. Colonisation by a dominant ant facilitated by anthropogenic disturbance: effects on ant assemblage composition, biomass and resource use. *Oikos* 103: 469-478.

- Gotelli N. & Entsminger G.L. 2001. EcoSim: *null models software for ecology, version 6.21, Acquired Intelligence, Kelsey-Bear*. <http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.html>.
- Gotelli N.J. 2000. Null model analysis of species co-occurrence patterns. *Ecology* 81: 2606-2621.
- Gotwald W.H.J. 1973. Mouthpart morphology of the African ant *Oecophylla longinoda* Latreille (Hymenoptera: Formicidae). *New York Entomological Society* LXXXI: 72-78.
- Gove A.D. & Majer J.D. 2006. Do isolated trees encourage arboreal ant foraging at ground-level? Quantification of ant activity and the influence of season, in Veracruz, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113: 271-276.
- Graham J.H., Hughie H.H., Jones S., Wrinn K., Krzysik A.J., Duda J., Freeman D.C., Emlen J.M., Zak J.C., Kovacic D.A., Chamberlin-Graham C. & Balbach H. 2004. Habitat disturbance and the diversity and abundance of ants (Formicidae) in the southeastern fall-line Sandhills. *Journal of Insect Science* 4: 1-15.
- Greenslade P.J.M. & Greenslade P. 1977. Some effects of vegetation cover and disturbance on a tropical ant fauna. *Insectes sociaux* 24 (2): 163-182.
- Grimaldi D. & Engel M.S. 2005. *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press, Massachusetts, 755 pages.
- Hölldobler B. & Lumsden C.J. 1980. Territorial strategy in ants. *Science* 210 732-739.
- Hölldobler B. & Wilson E.D. 1976. Weaver ants: social establishment and maintenance of territory. *Science* 195: 900-902.
- Hölldobler B. & Wilson E.D. 1990. *The Ants*. The Belknap of Harvard University Press Cambridge, Massachusetts, 732 pages.
- ICRAF. 1993. *Annual Report*. Nairobi, Kenya, 208 pages.
- Isaac M.E., Timmer V.R. & Quashie-Sam S.J. 2006. Shade tree effects in an 8-year-old cocoa agroforestry system: biomass and nutrient diagnosis of *Theobroma cacao* by vector analysis. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 78: 155-165.
- Jackson D.A. 1984. Ant distribution patterns in a Cameroonian cocoa plantation: investigation of the ant mosaic hypothesis. *Oecologia* 62: 318-324.
- Jaffe K., Horchler P.V., M., Gomez C., Sievert R., Jaffe R. & Morawetz W. 2007. Comparing the ant fauna in a Tropical and Temperate Forest Canopy. *Ecotropicos* 20: 74-81.

- Jourdan H., Sadlier R. & Bauer A. 2000. Premières observations sur les conséquences de l'invasion de *Wasmannia auropunctata* 1863 (Roger) sur les prédateurs supérieurs dans les écosystèmes Néo-Calédoniens. *Actes et Colloques Insectes Sociaux* 13: 121-126.
- Kaufmann B. & Passera L. 1991. Première approche du problème de la reconnaissance coloniale chez *Iridomyrmex humilis* (Formicidae, Dolichoderinae). *Actes et Colloques Insectes Sociaux* 7: 75-82.
- Kenne M. 2006. *Evaluation des possibilités d'utilisation d'une espèce de fourmi terricole dominante comme auxiliaire de lutte Biologique contre les insectes phytophages*. Habilitation à Diriger les Recherches (HDR), Université Paul Sabatier, Toulouse, 105 Pages.
- Kenne M., Djieto-Lordon C., Orivel J., Mony R., Fabre A. & Dejean A. 2003. Influence of Insecticide Treatments on Ant-Hemiptera Associations in Tropical Plantations. *Journal of Economic Entomology* 96 (2): 251-258.
- Kenne M., Fénéron R., Djieto-Lordon C., Malherbe M.C., Tindo M., Ngneugueu P.R. & Dejean A. 2009. Nesting and foraging habits in the arboreal ant *Atopomyrmex mocquersyi* André, 1889 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). *Myrmecological News* 12: 109-115.
- Kenne M., Schatz B., Durand J.L. & Dejean A. 2000. Hunting strategy of a generalist ant species proposed as biological control agent against termites. *Entomologica Experimentalis et Applicata* 94: 31-40.
- Kenne M., Schatz B., Fénéron R. & Dejean A. 2001. Hunting efficacy of workers from incipient colonies in the myrmicine ant *Myrmecaria opaciventris* (Formicidae, Myrmicinae). *Sociobiology* 37: 121-134.
- Khay Chong K. & Gait Fee C. 1989. Use of black cocoa ant to control mirid damage in cocoa. *The Planter, Kuala Lumpur* 65: 370-383.
- Lachaud J.P. & Dejean A. 1994. Predatory behaviour of seed-eating ant: *Brachyponera senaarensis*. *Entomol. esp. appl.* 72: 145-155.
- Lachaud J.P., Fresneau D. & García-Pérez J. 1984. Etudes des stratégies d'approvisionnement chez 3 espèces de fourmis Ponerines (Hymenoptera, Formicidae). *Folia Entomologica Mexicana* 61: 159-177.
- Lavabre E.M. 1964. La phthiriose du caféier. *Cacao Café Thé* 4: 275-292.

- Lebreton J., Chazeau J. & Jourdan H. 2003. Immediate impacts of invasion by *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae) on native litter ant fauna in a New Caledonian rainforest. *Austral Ecology* 28: 204-209.
- Lepage M.G. 1981. Etude de la prédation de *Megaponera foetens* (F.) sur les populations recoltantes de macrotermitinae dans un écosystème semi-aride (Kajiado-Kenya). *Insectes Sociaux* 28: 247-262.
- Leston D. 1971. *Ants, capsids and swollen shoot in Ghana: Interactions and the implication for pest control*. Proceeding of the 3rd International Cocoa Research Conference Ghana: 205-221.
- Leston D. 1972. *The ant mosaic: a fundamental property of cocoa farms*. Proceeding of the 4th International Cocoa Conference Trinidad: 570-581.
- Leston D. 1973. The ant mosaic-tropical tree crops and the limiting of pest and diseases. *Pans* 19 (3) : 311-339.
- Leston D. 1978. A neotropical ant mosaic. *Annals of Entomological Society of America*, 71, 649-653
- Letouzey R. 1985. *Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1:500 000*. Institut de Recherche Agronomique Yaoundé-Cameroun, Institut de la Carte Internationale de la Végétation Toulouse-France, n° 1 à 5: 241 pp.
- Levieux J. 1965. Description de quelques nids de fourmis de Côte d'Ivoire. *Bulletin de la Société Entomologique de France* 70: 259-265.
- Levieux J. 1976 a. La nutrition des fourmis tropicales : III- Cycle d'activité et régime alimentaire d'*Atopomyrmex mocquerysi* Andre (Hymenoptera Formicidae, Myrmicinae). *Annales de l'Université d'Abidjan Serie (E)*, Tome IX : 339-349.
- Levieux J. 1976 b. La nutrition des fourmis tropicales : IV- cycle d'activité et régime alimentaire de *Platythyrea conradti* Emery (Hymenoptera Formicidae, Ponerinae). *Annales de l'Université d'Abidjan* 5: 353-365.
- Levieux J. 1978. La nutrition des fourmis tropicales : V.- Elements de synthèse. Les modes d'exploitations de la Biocenose. *Insectes sociaux* 24:3: 236-260.
- Longino J.T. 1986. Ants provide substrate for epiphytes. *Selbyana* 9: 100-103.
- Longino J.T. 2000. *What to do with the data* in: Agosti, D., Majer, J.D., Alonso, L.E., Schultz, T.R. (Eds). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Press, Washington, 186-203 pp.
- Lubertazzi D. & Tschinkel W.R. 2003. Ant community change across a ground vegetation gradient in north Florida's longleaf pine flatwoods. *Journal of Insect Science* 3: 1-17

- Magurran A.E. 2004. *Measuring biological biodiversity*. Blackwell Science LTD, 256 pages.
- Magurran A.E. & McGill B.J. 2011. *Biological diversity, frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press, New York, 359 pages.
- Majer J.D. 1972. The ant mosaic in Ghana cocoa farm. *Bulletin of Entomological Research* 62: 151-160.
- Majer J.D. 1976 a. The influence of ants and ant manipulation on the cocoa farm fauna. *Journal of Applied Ecology* 13: 157-175.
- Majer J.D. 1976 b. The maintenance of the ant mosaic in Ghana cocoa farm. *Journal of Applied Ecology* 13: 123-144.
- Majer J.D. 1978. The influence of blanket and selective spraying on ant distribution in a west african cocoa farm. *Theobroma* 8: 87-93.
- Majer J.D. 1982. The foraging activity of some West African cacao farm ants. *Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia, Brasil* 12: 155-162.
- Majer J.D. 1986. *Ant manipulation in agro and forest-systems*. In Breed and Muchener/Baulder: 90-97.
- Majer J.D. 1990. The abundance and diversity of arboreal ants in northern Australia. *Biotropica* 22 (2): 191-199.
- Majer J.D. 1993. *Comparison of the arboreal ant mosaic in Ghana, Brazil, Papua New Guinea and Australia - its structure and influence of arthropod diversity*. In CAB International LaSalle and Gauld (Eds) Hymenoptera and Biodiversity Chapitre 5: 115-139.
- Majer J.D. 1994. Introduction of ants as potential biological control agents, with particular reference to cocoa. *Harvest* 16: 1-4.
- Majer J.D. & Camer-Pesci P. 1991. Ant species in tropical Australian tree crops and native ecosystems-in there a mosaic. *Biotropica* 23 (2): 173-181.
- Majer J.D. & Delabie J.H.C. 1994. Comparison of the ant communities of annually inundated and terre firme forest at Trombetas in the Braziliann amazon. *Insectes Sociaux* 41: 343-359.
- Majer J.D., Delabie J.H.C. & Smith M.R.B. 1994. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. *Biotropica* 26: 73-83.
- Majer J.D., Kitching R.L., Heterick B.E., Hurley K. & Brennan K.E.C. 2001. North-South patterns within arboreal ant assemblages from rain forest in eastern Australia. *Biotropica* 33 (4): 643-661.

- Marko B., Kiss K. & Gallée L. 2004. Mosaic structure of ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in eastern carpathian marshes: regional versus local scale. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 50 (2) : 77-95.
- Monmarché N. 2000. Algorithmes de fourmis artificielles : applications à la classification et à l'optimisation. Université François Rabelais Tours, 231 pages.
- Mony R., Kenne M. & Dejean A. 2002. Biology and ecology of pest ants of the genus *Melissotarsus* (Formicidae: Myrmicinae), with special reference to tropical fruit tree attacks. *Sociobiology* 40: 645-654.
- Moog J., Drude T. & Maschwitz U. 1998. Protection function of the plant-ant *Cladomyrma maschwitzi* to its host, *Crypteronia griffithii*, and the dissolution of the mutualism (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 31: 105-129
- Mortier S. 2007. *Interpolation et représentation 3D de données météorologiques en milieu urbain*. Mémoire de stage présenté en vue de l'obtention du certificat en Géomatique, Université de Lausanne, 51 pages.
- Muller J.P. 1978. La séquence d'organisation des horizons meubles des sols ferrallitiques camerounais : variation en latitude en fonction du pédoclimat et de l'âge des sols. *Cahier ORSTOM, série Pédologie XVI* : 73-82.
- Ndoutoume-Ndong A. & Mikissa B. 2007. Influence de la présence de la fourmi *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) (Hymenoptera : Formicidae) sur les autres espèces de fourmis dans la réserve de la Lopé (centre du Gabon). *Annales de la Société Entomologique de France* 43: 155-158.
- Oksanen J., Blanchet F.G., Kindt R., Legendre P., Minchin P.R., O'Hara R.B., Simpson G.L., Peter Solymos M., Stevens H.H. & Wagner A.H. 2011. Vegan: *Community Ecology Package*. R package version 2.0-2. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- Olivry J.C. 1986. *Fleuves et rivières du Cameroun*. Office de la recherche scientifique et technique d'outre-mer. Collection «Monographies Hydroliques ORSTOM» série 9 : 781 pages
- Orivel J. 2000. *L'adaptation à la vie arboricole de la fourmi Pachycondyla goeldii* (Hymenoptera : Ponerinae). Université de Paris XIII, 226 pages.
- Orivel J. & Dejean A. 1999. Selection of epiphyte seeds by ant-garden ants. *Ecoscience* 6: 51-55.
- Orivel J. & Dejean A. 2001. Ant Activity Rhythms in a Pioneer Vegetal Formation of French Guiana (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 38 1-12.

- Orivel J., Dejean A. & Errard C. 1998. Active role of two Ponerine ants in the elaboration of the ant gardens. *Biotropica* 30: 487-491.
- Orivel J., Errard C. & Dejean A. 1997. Ant gardens: interspecific recognition in parabiotic ant species. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 40: 87-93.
- Orivel J., Redeker V., Le Caer J.P., Krieri F., Revol-Junelles A.M., Longeon A., Chaffotte A., Dejean A. & Rossier J. 2001. Ponericins, New Antibacterial and Insecticidal Peptides from the Venom of the Ant *Pachycondyla goeldii*. *The Journal of Biological Chemistry* 276: 17823-17829.
- Passera L. & Aron S. 2005. *Les fourmis : comportement, organisation sociale et évolution*. Les presses scientifiques du CNRC, Ottawa, Canada, 480 pages.
- Peña-Claros M. 2003. Changes in Forest Structure and Species Composition during Secondary Forest Succession in the Bolivian Amazon 1. *Biotropica* 35(4): 450-461
- Philpott S.T. & Armbrecht H., 2006. Biodiversity in tropical agroforests and the ecological role of ants and ant diversity in predatory function. *Ecological Entomology* 31: 369-377.
- Pichon G. & Gayral P. 1979. Comparaison nomocénologique de deux méthodes de piégeage des moustiques. *Cahier ORSTOM, série Entomologie médicale et parasitologie XVII* : 243-247.
- R Development Core Team, 2012. *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Reznikova Z.I. & Novgorodova T.A. 1998. The importance of individual and social experience for Interaction between ants and symbiotic aphids. *Doklady Biological Sciences* 359: 73-175.
- Ribas C.R. & Schoereder J.H. 2002. Are all ant mosaics caused by competition? *Oecologia* 131: 606-611.
- Ribas C.R., Schoereder J.H., Pic M. & Soares S.M. 2003. Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. *Austral Ecology* 28: 305-314.
- Rice R.A. & Greenberg R. 2000. Cocoa cultivation and the conservation of biological diversity. *Ambio* 29: 167-173.
- Richard F.J., Fabre A. & Dejean A. 2001 a. Flexibilité réduite dans le comportement prédateur d'une espèce de fourmi arboricole dominante au Cameroun. *Actes et Colloques Insectes Sociaux* 14: 75-79.

- Richard F.J., Fabre A. & Dejean A. 2001 b. Predatory behaviour in dominant arboreal ant species: the case of *Crematogaster* sp. (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Insect Behaviour* 14: 271-282.
- Room P.M. 1971. The relative abundance of ant species in Ghana's cocoa farms. *Journal of Animal Ecology* 40: 735-751.
- Room P.M. 1975. Relative distributions of ant species in cocoa plantations in Papua New Guinea. *Journal of Applied Ecology* 17 (47) : 47-61.
- Rousson L. 2002. Etude et modélisation du comportement prédateur de cinq espèces de fourmis arboricoles néotropicales du genre *Azteca* (Fam. Dolichoderinae). Mémoire de DEA, Université Paul Sabatier, Toulouse III, 26 pages.
- Sanders N.J., Cruisinger G.M., Majer J.D. & Delabie J.H.C. 2007. An Ant Mosaic Revisited: Dominant Ant Species Disassemble Arboreal Ant Communities but Co-Occur Randomly. *Biotropica* 39 (3): 422-427
- Santoir C. & Bopda A. 1995. *Atlas régional Sud-Cameroun*. Orstom, Paris, 53 pages.
- Savitha S., Barve N. & Davidar P. 2008. Response of ants to disturbance gradients in and around Bangalore, India. *Tropical Ecology* 49 (2): 235-243.
- Schonberg L.A., Longino J.T., Nadkarni M.N. & Yanoviak S.P. 2004. Arboreal Ant Species Richness in Primary Forest, Secondary Forest, and Pasture Habitats of a Tropical Montane Landscape. *Biotropica* 36: 402-409.
- Schöning C., Kinuthia W. & Franks N.R. 2005. Evolution of allometries in the worker caste of *Dorylus* army ants. *Oikos* 110: 231-240.
- Schowalter J.D. 2006. *Insect Ecology: An Ecosystem Approach*. Material Second Editions, 569 pages.
- Schowalter J.D., Troyer E.J., Aklou M., Jang E.B. & Siderhurst M.S. 2010. Alkylpyrazines: alarm phéromone components of the little fire ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera, Formicidae). *Insectes sociaux* 57: 223-232.
- Schupp E.W. 1986. *Azteca* protection of Cecropia: ant occupation benefits juvenile trees. *Oecologia* 70: 379-385.
- Servigne P. 2003. La place de l'éthologie dans l'étude de la mosaïque des fourmis arboricoles de la canopée. *Notes fauniques de Gembloux* 50: 75-80.
- Shik J., Francoeur A. & Buddle C. 2005. The effect of human activity on ant species (Hymenoptera: Formicidae) richness at the mont St. Hilaire biospheres reserve, Québec. *The Canadian Field-Naturalist* 118: 38-42.

- Sighomnou D. 2004. *Analyse et redéfinition des régimes climatiques et hydrologiques du Cameroun : perspectives d'évolution des ressources en eau*. Doctorat d'Etat ès-Sciences Naturelles. Université de Yaoundé I, Cameroun, 291 pages.
- Stuntz S., Ziegler C., Simon U. & Zotz G. 2002. Diversity and structure of the arthropod fauna within three epiphyte species in central Panama. *Journal of Tropical Ecology* 18: 161-176.
- Suchel J.B. 1988. *Les régions climatiques du Cameroun. Les climats du Cameroun*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Saint-Etienne (France), 4 : 1188 pages.
- Taylor B. 1977. The ant mosaic on cocoa and other tree crops in western Nigeria. *Ecological Entomology* 2: 245-255.
- Taylor B. 2002. *The ants of West African and the Congo basin (Hymenoptera: Formicidae)*. In: Grazingfield W., Nottingham, 11, NG11 7FN, U.K. Visiting Academic in the Department of Life Science, University of Nottingham 1903 screens.
- Taylor B. & Adedoyin S.F. 1978. The abundance and inter-specific relations of common ant species (Hymenoptera: Formicidae) on cocoa farms in western Nigeria. *Bulletin of Entomological Research* 68: 105-121.
- Tschinkel W.R. 2002. The natural history of the arboreal ant, *Crematogaster ashmeadi*. *Journal of Insect Science* 2: 1-15.
- Van Mele P. 2008. A historical review of research on the weaver ant *Oecophylla* in biological control. *Agricultural and Forest Entomology* 10: 13-22.
- Van Mele P. & Cuc N.T.T. 2000. Evolution and status of *Oecophylla smaragdina* (Fabricius) as a pest control agent in citrus in the Mekong Delta, Vietnam. *International Journal of Pest Management* 46: 295-301.
- Van Mele P., Vayssieres J.F., Van Tellinger E. & Vrolijk J. 2007. Effect of ant African weaver ant, *Oecophylla longinoda* in controlling mango fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Benin. *Journal of Economic Entomology* 100: 695-701.
- Vasconcelos H.L. 1999. Effects of forest disturbance on the structure of ground-foraging ant communities in central Amazonia. *Biodiversity and Conservation* 8: 409-420.
- Viana A.M. 1996. *La reconnaissance coloniale du couvain et du champignon chez la fourmi champignoniste (Acromyrmex subteraneus subteraneus)*. Thèse Doctorat, Université Paris XIII, 136 pages.
- Wang C., Strazanac J. & Butler L. 2000. Abundance, diversity and activity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in Oak-dominated mixed Appalachian forest treated with microbial pesticid. *Environmental Entomology* 29: 579-586.

- Watt A.D., Stork N.E. & Bolton B. 2002. The diversity of ant in relation to forest disturbance and plantation establishment in southern Cameroon. *Journal of Applied Ecology* 39: 18-30.
- Way M.J. & Khoo K.C. 1992. Role of ants in pest management. *Annual Review of Entomology* 37: 479-503.
- Werner U. 2004. Species co-occurrence and neutral models: reassessing J. M. Diamond's assembly rules. *Oikos* 107: 603-609.
- Westphal E., Embrechts J., Mbouemboue P., Mouzong-Boyomo & Westphal-Steves J.M.C. 1981. *L'agriculture autochtone au Cameroun*. Miscellaneous papers 20-Landbouwhogeschool, Wageningen the Netherlands, 175 pages.
- Wilson J.B. 1987. Methods for detecting non-randomness in species co-occurrence: a contribution. *Oecologia* 73: 579-582.
- Yamamoto A., Ishihara S. & Ito F. 2009. Fragmentation or transportation: mode of large-prey retrieval in arboreal ground nesting ants. *Journal of Insect Behaviour* 22: 1-11.
- Yeo K., Konate S., Tiho S. & Camara S.K. 2011. Impacts of land use types on ant communities in a tropical forest margin (Oumé - Côte d'Ivoire). *African Journal of Agricultural Research* 6(2) : 260-274.



Annexes

Annexe 1 : diversité et variation de l'abondance a l'échelle du genre des fourmis collectés dans les plantations cacaoyères de la Région du Centre entre 2006 et 2007

Genres	Sites			Total
	Bokito	Obala	Ngomedzap	
<i>Camponotus</i> Mayr, 1861	3938 (5,66)	4404 (11,37)	920 (14,12)	9262 (8,06)
<i>Cataulacus</i> Smith F., 1854	2186 (3,14)	1065 (2,75)	74(1,12)	3325 (2,90)
<i>Oecophylla</i> Smith, F., 1860	42586 (61,18)	4895 (12,64)	12 (0,18)	47493 (41,35)
<i>Polyrachis</i> Smith, F., 1857	3062 (4,40)	3093 (7,99)	187 (2,87)	6342 (5,52)
<i>Tapinoma</i> Foerster, 1850	32 (0,05)	363 (0,94)	109 (1,67)	504 (0,44)
<i>Tetramorium</i> Mayr, 1855	2382 (3,42)	12136 (31,34)	493 (7,57)	15011 (13,07)
<i>Crematogaster</i> Lund, 1831	14170 (20,36)	9896 (25,56)	2310 (35,46)	26376 (22,97)
<i>Dorylus</i> Fabricius, 1793	30 (0,04)	1133 (2,96)	1919 (29,46)	3082 (2,68)
<i>Atopomyrmex</i> André, 1889	468 (0,67)	316 (0,82)	6 (0,09)	790 (0,69)
<i>Anochetus</i> Mayr, 1861	5 (0,01)	244 (0,63)	53 (0,81)	302 (0,26)
<i>Anoplolepis</i> Santschi, 1914	13 (0,02)	20 (0,05)	1 (0,02)	34 (0,03)
<i>Axinidris</i> Weber, 1941	2 (0,002)	12 (0,03)	2 (0,03)	16 (0,01)
<i>Cerapachys</i> Smith, F., 1857	0 (0,00)	0 (0,00)	4 (0,06)	4 (0,00)
<i>Lepisiota</i> Santschi, 1926	4 (0,01)	44 (0,11)	36 (0,55)	84 (0,07)
<i>Monomorium</i> Mayr, 1855	0 (0,00)	1 (0,002)	0 (0,00)	1 (0,00)
<i>Myrmicaria</i> Saunders, S.S., 1842	3 (0,004)	682 (1,76)	54 (0,83)	739 (0,64)
<i>Odontomachus</i> Latreille, 1804	263 (0,38)	90 (0,23)	0 (0,00)	353 (0,31)
<i>Technomyrmex</i> Mayr, 1872	1 (0,001)	26 (0,07)	1 (0,02)	28 (0,02)
<i>Pachycondyla</i> Smith, F., 1858	8 (0,01)	9 (0,02)	9 (0,14)	26 (0,02)
<i>Phasmomyrmex</i> Stitz, 1910	45 (0,06)	26 (0,07)	0 (0,00)	71 (0,06)
<i>Pheidole</i> Westwood, 1839	266 (0,38)	113 (0,29)	298 (4,57)	677 (0,59)
<i>Phrynoponera</i> Wheeler, W. M., 1920	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,02)	1 (0,00)
<i>Platythyrea</i> Roger, 1863	12 (0,02)	61 (0,16)	20 (0,31)	93 (0,08)
<i>Tetraponera</i> Smith, F., 1852	133 (0,19)	90 (0,23)	6 (0,09)	229 (0,20)
Total général	69609	38719	6515	114843

Les valeurs mises entre les parenthèses représentent le pourcentage d'ouvrières collectées dans le genre considéré par localité

Annexe 2 : diversité et variation des abondances et des occurrences des espèces de fourmis collectées dans les cacaoyères de la Région du Centre entre 2006 et 2007

Sous-familles	Genres	Espèces	Sites						Total	
			Bokito		Obala		Ngomedzap		Fa	Ab
			Fa	Ab	Fa	Ab	Fa	Ab		
Cerapachyinae	Cerapachis	<i>Cerapachis</i> sp.	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,33)	4 (0,06)	1 (0,05)	4 (0,00)
Dolichoderinae	Axinidris	<i>Axinidris bidens</i> Shattuck, 1991	2 (0,29)	2 (0,003)	6 (0,55)	12 (0,03)	2 (0,67)	2 (0,03)	10 (0,48)	16 (0,01)
	Tapinoma	<i>Tapinoma melanocephalum</i> Fabricius, 1793	2 (0,29)	2 (0,003)	5 (0,45)	23 (0,06)	32 (10,67)	52 (0,08)	39 (1,86)	77 (0,07)
		<i>Tapinoma</i> sp.1	20 (2,86)	29 (0,04)	142 (12,91)	335 (0,87)	23 (7,67)	56 (0,86)	185 (8,81)	420 (0,37)
		<i>Tapinoma</i> sp.2	1 (0,14)	1 (0,001)	2 (0,18)	5 (0,01)	1 (0,33)	1 (0,02)	4 (0,19)	7 (0,01)
	Technomyrmex	<i>Technomyrmex</i> sp.1	1 (0,14)	1 (0,001)	8 (0,73)	25 (0,06)	1 (0,33)	1 (0,02)	10 (0,48)	27 (0,02)
		<i>Technomyrmex</i> sp.2	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,09)	1 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,05)	1 (0,00)
Dorylinae	Dorylus	<i>Dorylus nigricans</i> Illiger, 1802	7 (1,00)	30 (0,04)	98 (8,91)	1133 (2,93)	53 (17,67)	1919 (29,46)	158 (7,52)	3082 (2,68)
Formicinae	Anoplolepis	<i>Anoplolepis tenella</i> Santchi, 1911	1 (0,14)	13 (0,02)	19 (1,73)	20 (0,05)	1 (0,33)	1 (0,02)	21 (1,0)	34 (0,03)
	Camponotus	<i>Camponotus acvapimensis</i> Mayr, 1862	210 (30,0)	2589 (3,72)	333 (30,27)	1624 (4,19)	91 (30,33)	264 (4,05)	634 (30,19)	4477 (3,90)
		<i>Camponotus brutus</i> Forel, 1886	191 (27,29)	325 (0,47)	141 (12,82)	230 (0,59)	43 (14,33)	56 (0,86)	375 (17,86)	611 (0,53)
		<i>Camponotus maculatus</i> Mayr, 1862	12 (1,71)	16 (0,02)	28 (2,55)	42 (0,11)	7 (2,33)	9 (0,14)	47 (2,24)	67 (0,06)
		<i>Camponotus pompeius</i> Forel, 1886	4 (0,57)	4 (0,01)	24 (2,18)	29 (0,07)	2 (0,67)	2 (0,03)	30 (1,43)	35 (0,03)
		<i>Camponotus</i> sp.1	19 (2,71)	28 (0,04)	154 (14,0)	221 (0,57)	60 (20,0)	72 (1,11)	233 (11,10)	321 (0,28)
		<i>Camponotus</i> sp.2	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (0,18)	8 (0,02)	3 (1,0)	3 (0,05)	5 (0,24)	11 (0,01)
		<i>Camponotus</i> sp.3	7 (1,0)	9 (0,01)	25 (2,27)	57 (0,15)	11 (3,67)	35 (0,54)	43 (2,05)	101 (0,09)
		<i>Camponotus vividus</i> Smith F., 1858	153 (21,86)	967 (1,39)	364 (33,09)	2193 (5,66)	64 (21,33)	479 (7,35)	581 (27,67)	3639 (3,17)
	Lepisiota	<i>Lepisiota</i> sp.	4 (0,57)	4 (0,01)	19 (1,73)	44 (0,11)	9 (3,00)	36 (0,55)	32 (1,52)	84 (0,04)
	Oecophylla	<i>Oecophylla longinoda</i> Latreille, 1802	458 (64,43)	42586 (61,18)	134 (12,18)	4895 (12,64)	1 (0,33)	12 (0,18)	593 (28,24)	47493 (41,36)
	Phasmomyrmex	<i>Phasmomyrmex aberrans</i> Mayr, 1895	25 (3,57)	44 (0,06)	22 (2,00)	26 (0,07)	0 (0,00)	0 (0,00)	47 (2,24)	70 (0,06)
		<i>Phasmomyrmex</i> sp.	1 (0,14)	1 (0,001)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,05)	1 (0,00)
	Polyrhachis	<i>Polyrhachis decemdentata</i> Andre, 1889	308 (44,0)	2455 (3,53)	333 (30,27)	1878 (4,85)	29 (9,67)	105 (1,61)	670 (31,90)	4438 (3,86)
		<i>Polyrhachis laboriosa</i> Smith, F., 1858	22 (3,14)	33 (0,05)	94 (8,55)	315 (0,81)	2 (0,67)	2 (0,03)	118 (5,62)	350 (0,30)
		<i>Polyrhachis militaris</i> Fabricius, 1782	18 (2,57)	20 (0,03)	152 (13,82)	251 (0,65)	24 (8,00)	33 (0,51)	194 (9,24)	304 (0,26)
		<i>Polyrhachis monista</i> Santchi, 1919	2 (0,29)	2 (0,003)	7 (0,64)	17 (0,04)	0 (0,00)	0 (0,00)	9 (0,43)	19 (0,02)
		<i>Polyrhachis</i> sp.1	2 (0,29)	4 (0,01)	6 (0,55)	51 (0,13)	15 (5,00)	20 (0,31)	23 (1,10)	75 (0,07)
		<i>Polyrhachis</i> sp.2	29 (4,14)	392 (0,56)	45 (4,09)	108 (0,28)	5 (1,67)	8 (0,12)	79 (3,76)	508 (0,44)
		<i>Polyrhachis</i> sp.3	1 (0,14)	5 (0,01)	1 (0,09)	1 (0,003)	1 (0,33)	1 (0,02)	3 (0,14)	7 (0,01)
		<i>Polyrhachis</i> sp.4	1 (0,14)	4 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,05)	4 (0,00)
		<i>Polyrhachis</i> sp.5	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,09)	2 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,05)	2 (0,00)
		<i>Polyrhachis</i> sp.6	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,09)	2 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,05)	2 (0,00)
		<i>Polyrhachis weissii</i> Santchi, 1910	56 (8,00)	147 (0,21)	173 (15,73)	468 (1,21)	15 (5,00)	18 (0,28)	244 (11,62)	633 (0,55)
Myrmicinae		Atopomyrmex	<i>Atopomyrmex mocquersyi</i> Andre, 1889	51 (7,29)	468 (0,67)	38 (3,45)	316 (0,82)	4 (1,33)	6 (0,09)	93 (4,43)
	Cataulacus	<i>Cataulacus erinaceus</i> Stütz, 1910	13 (1,86)	45 (0,06)	38 (3,45)	49 (0,13)	0 (0,00)	0 (0,00)	51 (2,43)	94 (0,08)
		<i>Cataulacus guineensis</i> Smith, F., 1853	126 (18,00)	1861 (2,67)	185 (16,82)	540 (1,39)	26 (8,67)	52 (0,78)	337 (16,05)	2453 (2,41)
		<i>Cataulacus lobatus</i> Mayr, 1895	60 (8,57)	220 (0,32)	67 (6,09)	93 (0,24)	4 (1,33)	8 (0,12)	131 (6,24)	321 (0,28)
		<i>Cataulacus</i> sp.1	17 (2,43)	57 (0,08)	26 (2,36)	51 (0,13)	5 (1,67)	5 (0,08)	48 (2,29)	113 (0,10)
		<i>Cataulacus</i> sp.2	1 (0,14)	3 (0,004)	73 (6,64)	316 (0,82)	5 (1,67)	9 (0,14)	79 (3,76)	328 (0,29)
		<i>Cataulacus</i> sp.3	0 (0,00)	0 (0,00)	14 (1,27)	16 (0,04)	0 (0,00)	0 (0,00)	14 (0,67)	16 (0,01)

	Crematogaster	<i>Crematogaster clariventris</i> Mayr, 1895	13 (1,86)	82 (0,12)	118 (10,73)	1361 (3,52)	106 (35,33)	698 (10,72)	237 (11,29)	2141 (1,86)
		<i>Crematogaster gabonensis</i> Emery, 1899	157 (22,43)	2252 (3,24)	546 (49,64)	6076 (15,69)	20 (6,67)	122 (1,87)	723 (34,43)	8450 (7,36)
		<i>Crematogaster pulchella</i> Bernard, 1953	5 (0,71)	8 (0,01)	6 (0,55)	7 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	11 (0,52)	15 (0,01)
		<i>Crematogaster</i> sp.1	22 (3,14)	99 (0,14)	53 (4,82)	157 (0,41)	1 (0,33)	2 (0,03)	76 (3,62)	258 (0,22)
		<i>Crematogaster striatula</i> Emery, 1892	126 (18,00)	11729 (16,85)	76 (6,91)	2295 (5,93)	90 (30,0)	1488 (22,84)	292 (13,90)	15512 (13,51)
	Monomorium	<i>Monomorium</i> sp.	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,09)	1 (0,003)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,05)	1 (0,00)
	Myrmecaria	<i>Myrmecaria opaciventris</i> Emery, 1893	3 (0,43)	3 (0,004)	200 (18,18)	682 (1,76)	16 (5,33)	54 (0,83)	219 (10,43)	739 (0,64)
	Pheidole	<i>Pheidole megacephala</i> Fabricius, 1793	23 (3,29)	247 (0,35)	40 (3,64)	93 (0,24)	20 (6,67)	272 (4,18)	83 (3,95)	612 (0,53)
		<i>Pheidole</i> sp.1	3 (0,43)	3 (0,003)	10 (0,91)	12 (0,03)	22 (7,33)	23 (0,35)	35 (1,67)	38 (0,03)
		<i>Pheidole</i> sp.2	7 (1,00)	16 (0,02)	8 (0,73)	8 (0,02)	3 (1,00)	3 (0,05)	18 (0,86)	27 (0,02)
	Tetramorium	<i>Tetramorium aculeatum</i> Mayr, 1866	152 (21,71)	2372 (3,41)	257 (23,36)	12044 (31,11)	76 (25,33)	427 (6,56)	485 (23,10)	14843(12,92)
		<i>Tetramorium</i> sp.1	7 (1,00)	8 (0,01)	27 (2,45)	37 (0,10)	13 (4,33)	36 (0,55)	47 (2,24)	81 (0,07)
		<i>Tetramorium</i> sp.2	0 (0,00)	0 (0,00)	13 (1,18)	17 (0,04)	3 (1,00)	4 (0,06)	16 (0,76)	21 (0,02)
		<i>Tetramorium</i> sp.3	2 (0,29)	2 (0,003)	22 (2,00)	38 (0,10)	18 (6,00)	26 (0,40)	42 (2,0)	66 (0,06)
Ponerinae	Anochetus	<i>Anochetus</i> sp.1	2 (0,29)	5 (0,01)	50 (4,55)	205 (0,53)	4 (1,33)	10 (0,15)	56 (2,67)	220 (0,19)
		<i>Anochetus</i> sp.2	0 (0,00)	0 (0,00)	23 (2,09)	39 (0,10)	15 (5,00)	43 (0,66)	38 (1,81)	82 (0,07)
	Odontomachus	<i>Odontomachus troglodytes</i> Santchi, 1914	118 (16,86)	263 (0,38)	66 (6,00)	90 (0,23)	0 (0,00)	0 (0,00)	184 (8,76)	353 (0,31)
	Pachycondyla	<i>Pachycondyla soror</i> Emery, 1899	1 (0,14)	1 (0,001)	2 (0,18)	2 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (0,14)	3 (0,00)
		<i>Pachycondyla</i> sp.1	1 (0,14)	1 (0,001)	3 (0,27)	3 (0,01)	5 (1,67)	6 (0,09)	9 (0,01)	10 (0,01)
		<i>Pachycondyla</i> sp.2	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,33)	1 (0,02)	1 (0,05)	1 (0,00)
		<i>Pachycondyla tarsata</i> Fabricius, 1798	4 (0,57)	6 (0,01)	4 (0,36)	4 (0,01)	2 (0,67)	2 (0,03)	10 (0,48)	12 (0,01)
	Phrynoponera	<i>Phrynoponera</i> sp.	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,33)	1 (0,02)	1 (0,05)	1 (0,00)
	Platythyrea	<i>Platythyrea conradti</i> Emery, 1899	0 (0,00)	0 (0,00)	19 (1,73)	24 (0,06)	6 (2,00)	7 (0,11)	25 (1,19)	31 (0,03)
		<i>Platythyrea modesta</i> Emery, 1899	7 (1,00)	12 (0,02)	32 (2,91)	34 (0,09)	11 (3,67)	11 (0,17)	50 (2,38)	57 (0,05)
		<i>Platythyrea</i> sp.	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (0,27)	3 (0,01)	2 (0,67)	2 (0,03)	5 (0,24)	5 (0,00)
Pseudomyrmecinae	Tetraponera	<i>Tetraponera anthracina</i> Santchi, 1910	78 (11,14)	133 (0,19)	58 (5,27)	83 (0,21)	5 (1,67)	5 (0,08)	141 (6,71)	221 (0,19)
		<i>Tetraponera ophthalmica</i> Emery, 1912	0 (0,00)	0 (0,00)	7 (0,64)	7 (0,02)	1 (0,33)	1 (0,02)	8 (0,38)	8 (0,01)
Total général			700	69608	1100	38718	300	6514	2100	114843

Ab : Abondance absolue et Fa : fréquence ou occurrence sur les arbres, les espèces numériquement dominantes sont en gras

Annexe 3 : détermination de la nature des interactions entre les espèces de fourmis dominantes collectées dans les plantations cacaoyères de la Région du Centre à l'aide des coefficients de corrélation de Kendall et de Spearman (2006-2007)

Couples d'espèces		Sites															
		Bokito						Obala				Ngomedzap					
		I	J	R ψ	P	R	P	n	r ψ	P	R	P	n	R ψ	P	r	P
<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	-	-	-	-	-	-0,40	< 0,0001***	-0,86	< 0,0001***	495	-0,13	0,03*	-0,845	< 0,0001***	122	
<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Cataulacus guineensis</i> (F. Smith)	-	-	-	-	-	-0,02	0,28	-0,808	< 0,0001***	359	-	-	-	-	-	
<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	-	-	-	-	-	0,04	0,05*	-0,705	< 0,0001***	330	0,00	0,94	-0,858	< 0,0001***	49	
<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	-	-	-	-	-	0,10	< 0,0001***	-0,781	< 0,0001***	339	-0,03	0,53	-0,625	< 0,0001***	60	
<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	-0,09	< 0,0001***	-0,86	< 0,0001***	219	0,10	< 0,0001***	-0,512	< 0,0001***	295	-	-	-	-	-	
<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	-	-	-	-	-	-0,09	< 0,0001***	-0,86	< 0,0001***	410	0,29	< 0,0001***	-0,80	< 0,0001***	82	
<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	-	-	-	-	-	-0,10	< 0,0001***	-0,85	< 0,0001***	427	-	-	-	-	-	
<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29	< 0,0001***	-0,862	< 0,0001***	85	
<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,06	0,28	-0,428	< 0,0001***	79	
<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,21	< 0,0001***	-0,854	< 0,0001***	112	
<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	<i>Pheidole megacephala</i> (Fabricius)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,23	-0,464	< 0,0001***	79	
<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	0,01*	-0,583	< 0,0001***	79	
<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	-	-	-	-	-	-0,01	0,50	-0,094	0,10	310	-	-	-	-	-	
<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	<i>Cataulacus guineensis</i> (F. Smith)	-	-	-	-	-	0,11	< 0,0001***	0,17	0,01	214	-	-	-	-	-	
<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	-	-	-	-	-	-0,09	< 0,0001***	-0,261	< 0,0001***	181	-	-	-	-	-	
<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	-	-	-	-	-	-0,05	0,01*	-0,034	0,54	333	-	-	-	-	-	
<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	0,30	< 0,0001***	-0,79	< 0,0001***	160	-	-	-	-	-	0,02	0,69	-0,856	< 0,0001***	99	
<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	<i>Cataulacus guineensis</i> (F. Smith)	0,01	0,56	-0,86	< 0,0001***	197	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	-0,24	< 0,0001***	-0,86	< 0,0001***	216	-0,19	< 0,0001***	-0,469	< 0,0001***	454	-0,05	0,37	-0,524	< 0,0001***	69	
<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	-0,15	< 0,0001***	-0,69	< 0,0001***	338	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	0,00	0,94	-0,76	< 0,0001***	265	-	-	-	-	-	-0,05	0,37	-0,765	< 0,0001***	97	
<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	-0,05	0,03	-0,86	< 0,0001***	206	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	-0,19	< 0,0001***	-0,78	< 0,0001***	316	-0,10	< 0,0001***	-0,733	< 0,0001***	373	-	-	-	-	-	
<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	-0,11	< 0,0001***	-0,62	< 0,0001***	279	-0,03	0,08	-0,691	< 0,0001***	328	-	-	-	-	-	
<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	<i>Cataulacus guineensis</i> (F. Smith)	-0,04	0,08	-0,56	< 0,0001***	281	0,04	0,04*	-0,834	< 0,0001***	233	-	-	-	-	-	
<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	-	-	-	-	-	0,04	0,04*	-0,863	< 0,0001***	186	-	-	-	-	-	
<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	-0,10	< 0,0001***	-0,57	< 0,0001***	288	0,13	< 0,0001***	-0,438	< 0,0001***	395	-	-	-	-	-	
<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	-	-	-	-	-	-0,08	< 0,0001***	-0,839	< 0,0001***	171	-	-	-	-	-	
<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	0,12	< 0,0001***	-0,8	< 0,0001***	207	0,10	< 0,0001***	-0,70	< 0,0001***	316	-	-	-	-	-	
<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	-0,03	0,23	-0,57	< 0,0001***	274	-0,04	0,04*	-0,763	< 0,0001***	303	-	-	-	-	-	
<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	-	-	-	-	-	0,17	< 0,0001***	-0,847	< 0,0001***	320	0,03	0,60	-0,851	< 0,0001***	95	
<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	<i>Cataulacus guineensis</i> (F. Smith)	-	-	-	-	-	0,10	< 0,0001***	-0,84	< 0,0001***	306	-	-	-	-	-	
<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	-	-	-	-	-	0,08	< 0,0001***	-0,764	< 0,0001***	291	0,22	< 0,0001***	-0,848	< 0,0001***	88	
<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	-	-	-	-	-	-0,14	< 0,0001***	-0,80	< 0,0001***	522	-0,03	0,64	-0,485	< 0,0001***	61	
<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	-	-	-	-	-	-0,01	0,58	-0,657	< 0,0001***	280	-0,03	0,64	-0,857	< 0,0001***	44	
<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	-	-	-	-	-	0,20	< 0,0001***	-0,851	< 0,0001***	301	-0,03	0,64	-0,771	< 0,0001***	89	

Valeurs de probabilité * : significative ; *** : très hautement significative au seuil de 5 %

Annexe 4 : abondance, fréquence et statut écologique des espèces de fourmis dominantes collectées dans les plantations cacaoyère de la région du Centre entre 2006 et 2007

Sites	Espèces	Paramètres							
		FR	AR	Cov	δ	T	Pr > t	ID	Statut
Bokito	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	210 (30,0)	2589 (3,72)	-0,07	0,04	-1,95	0,06	-0,36	SD
	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	153 (21,86)	967 (1,39)	-0,06	0,04	-1,54	0,13	-0,54	SD
	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	458 (64,43)	42586 (61,18)	-0,15	0,04	-3,73	0	0,52	SD
	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	308 (44,0)	2455 (3,53)	-0,02	0,04	-0,46	0,65	-0,15	SD
	<i>Cataulacus guineensis</i> (F. Smith)	126 (18,00)	1861 (2,67)	-0,05	0,03	-1,46	0,15	-0,44	SD
	<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	13 (1,86)	82 (0,12)	-0,15	0,03	-4,37	0	-0,71	ND
	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	157 (22,43)	2252 (3,24)	-0,09	0,04	-2,42	0,02	-0,58	SD
	<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	126 (18,00)	11729 (16,85)	-0,13	0,04	-3,62	0	0	SD
	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	152 (21,71)	2372 (3,41)	-0,1	0,04	-2,69	0,01	-0,05	SD
Obala	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	333 (30,27)	1624 (4,19)	0	0,04	0,01	0,99	-0,48	SD
	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	364 (33,09)	2193 (5,66)	-0,01	0,04	-0,15	0,88	-0,28	SD
	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	134 (12,18)	4895 (12,64)	-0,15	0,04	-3,7	0	-0,39	ND
	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	333 (30,27)	1878 (4,85)	-0,01	0,04	-0,22	0,83	-0,15	SD
	<i>Cataulacus guineensis</i> (F. Smith)	185 (16,82)	540 (1,39)	0,01	0,04	0,34	0,74	-0,92	SD
	<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	118 (10,73)	1361 (3,52)	-0,07	0,04	-1,81	0,08	-0,29	ND
	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	546 (49,64)	6076 (15,69)	-0,03	0,04	-0,81	0,42	-0,25	SD
	<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	76 (6,91)	2295 (5,93)	-0,15	0,04	-3,85	0	-0,29	ND
	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	257 (23,36)	12044 (31,11)	-0,1	0,04	-2,52	0,02	-0,26	SD
Ngomedzap	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	91 (30,33)	264 (4,05)	41,4	12,54	3,3	0	-0,82	SD
	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	64 (21,33)	479 (7,35)	22,09	12,7	1,74	0,09	-0,86	SD
	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	1 (0,33)	12 (0,18)	-0,68	14,39	-0,05	0,96	-1	ND
	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	29 (9,67)	105 (1,61)	12,75	12,48	1,02	0,32	0,08	SD
	<i>Cataulacus guineensis</i> (F. Smith)	26 (8,67)	52 (0,78)	13,16	12,47	1,06	0,3	-1	ND
	<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	106 (35,33)	698 (10,72)	38	12,96	2,93	0,01	-0,66	SD
	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	20 (6,67)	122 (1,87)	7,94	12,48	0,64	0,53	-1	ND
	<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	90 (30,0)	1488 (22,84)	9,77	14,54	0,67	0,51	-0,75	SD
	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	76 (25,33)	427 (6,56)	29,3	12,65	2,32	0,03	-0,89	SD

AR : Abondance relative, FR : Fréquence relative, δ : Ecart type ; BI : NB : les espèces de fourmis dominantes sont en gras suivi d'une * et les sous dominantes en gras,

Annexe 5 : variation des abondances et des occurrences des espèces de fourmis sous l'effet des traitements phytosanitaires dans les plantations cacaoyères de la Région du Centre (2006-2007)

Sous-familles	Espèces	Sites												Total
		Bokito				Obala				Ngomedzap				
		2006		2007		2006		2007		2006		2007		
Fa	Ab	Fa	Ab	Fa	Ab	Fa	Ab	Fa	Ab	Fa	Ab			
Cerapachyinae	<i>Cerapachis</i> sp.	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1)	4 (0,08)	4 (0,008)
Dolichoderinae	<i>Axinidris bidens</i>	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (1,00)	2 (0,001)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2)	2 (0,04)	4 (0,008)
	<i>Tapinoma melanocephalum</i>	2 (1,00)	2 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (1,00)	21 (0,29)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	32 (32)	52 (0,98)	75 (0,14)
	<i>Tapinoma</i> sp.1	8 (4,00)	10 (0,08)	9 (4,50)	15 (0,08)	10 (3,33)	20 (0,28)	51 (17,00)	90 (1,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	22 (22)	55 (1,04)	190 (0,36)
	<i>Tapinoma</i> sp.2	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,50)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1)	1 (0,02)	2 (0,004)
	<i>Technomyrmex</i> sp.1	1 (0,50)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (1,00)	19 (0,26)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1)	1 (0,02)	21 (0,040)
	<i>Technomyrmex</i> sp.2	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,33)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,002)
Dorylinae	<i>Dorylus nigricans</i>	7 (3,50)	30 (0,23)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,33)	1 (0,01)	60 (20,00)	1048 (11,74)	0 (0,00)	0 (0,00)	53 (53)	1919 (36,17)	2998 (5,67)
Formicinae	<i>Anoplolepis tenella</i>	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	4 (1,33)	4 (0,04)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1)	1 (0,02)	5 (0,01)
	<i>Camponotus acvapimensis</i>	32 (16,00)	114 (0,86)	73 (36,50)	1058 (5,95)	68 (22,67)	204 (2,81)	63 (21,00)	290 (3,25)	13 (13)	18 (4,48)	32 (32)	94 (1,77)	1778 (3,36)
	<i>Camponotus brutus</i>	68 (34,00)	126 (0,95)	61 (30,50)	88 (0,49)	32 (10,67)	61 (0,84)	59 (19,67)	105 (1,18)	16 (16)	25 (6,22)	24 (24)	28 (0,53)	433 (0,82)
	<i>Camponotus maculatus</i>	7 (3,50)	10 (0,08)	2 (1,00)	2 (0,01)	2 (0,67)	3 (0,04)	14 (4,67)	27 (0,30)	1 (1)	1 (0,25)	4 (4)	6 (0,11)	49 (0,09)
	<i>Camponotus pompeius</i>	1 (0,50)	1 (0,01)	1 (0,50)	1 (0,01)	8 (2,67)	11 (0,15)	3 (1,00)	3 (0,03)	1 (1)	1 (0,25)	1 (1)	1 (0,02)	18 (0,03)
	<i>Camponotus</i> sp.1	10 (5,00)	17 (0,13)	2 (1,00)	3 (0,02)	19 (6,33)	34 (0,47)	17 (5,67)	18 (0,20)	22 (22)	24 (5,97)	16 (16)	21 (0,40)	117 (0,22)
	<i>Camponotus</i> sp.2	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (0,67)	8 (0,09)	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (3)	3 (0,06)	11 (0,02)
	<i>Camponotus</i> sp.3	0 (0,00)	0 (0,00)	7 (3,50)	9 (0,05)	4 (1,33)	5 (0,07)	9 (3,00)	23 (0,26)	0 (0,00)	0 (0,00)	9 (9)	33 (0,62)	70 (0,13)
	<i>Camponotus vividus</i>	110 (55,00)	694 (5,24)	23 (11,50)	223 (1,25)	152 (50,67)	950 (13,10)	84 (28,00)	437 (4,90)	11 (11)	18 (4,48)	43 (43)	444 (8,37)	2766 (5,23)
	<i>Lepisiota</i> sp.	1 (0,50)	1 (0,01)	2 (1,00)	2 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	8 (8)	35 (0,66)	38 (0,07)
	<i>Oecophylla longinoda</i>	128 (64,00)	5676 (42,87)	160 (80,00)	14336 (80,59)	51 (17,00)	2814 (38,80)	34 (11,33)	1618 (18,13)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1)	12 (0,23)	24456 (46,22)
	<i>Phasmomyrmex aberrans</i>	0 (0,00)	0 (0,00)	11 (5,50)	23 (0,13)	3 (1,00)	4 (0,06)	5 (1,67)	6 (0,07)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	33 (0,06)
	<i>Polyrachis decemdentata</i>	141 (17,50)	1554 (11,74)	65 (32,50)	222 (1,25)	81 (27,00)	458 (6,31)	47 (15,67)	212 (2,38)	1 (1)	1 (0,25)	2 (2)	2 (0,04)	2449 (4,63)
	<i>Polyrachis laboriosa</i>	11 (5,50)	19 (0,14)	6 (3,00)	9 (0,05)	10 (3,33)	11 (0,15)	54 (18,00)	204 (2,29)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2)	2 (0,04)	245 (0,46)
	<i>Polyrachis militaris</i>	12 (6,00)	12 (0,09)	1 (0,50)	1 (0,01)	27 (9,00)	46 (0,63)	17 (5,67)	31 (0,35)	1 (1)	1 (0,25)	10 (10)	11 (0,21)	102 (0,19)
	<i>Polyrachis monista</i>	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,50)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	4 (1,33)	9 (0,10)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	10 (0,02)
	<i>Polyrachis</i> sp.1	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (1,00)	4 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	5 (1,67)	48 (0,54)	0 (0,00)	0 (0,00)	15 (15)	20 (0,38)	72 (0,13)
	<i>Polyrachis</i> sp.2	14 (7,00)	62 (0,47)	6 (3,00)	52 (0,29)	16 (5,33)	53 (0,73)	15 (5,00)	38 (0,43)	0 (0,00)	0 (0,00)	5 (5)	8 (0,15)	213 (0,40)
	<i>Polyrachis</i> sp.3	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,50)	5 (0,03)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,33)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1)	1 (0,02)	7 (0,01)
	<i>Polyrachis</i> sp.5	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,33)	2 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (0,004)
	<i>Polyrachis weissii</i>	8 (4,00)	53 (0,40)	30 (15,00)	40 (0,22)	49 (16,33)	138 (1,90)	62 (20,67)	221 (2,48)	6 (6)	8 (1,99)	7 (17)	8 (0,15)	468 (0,89)
Myrmicinae	<i>Atopomyrmex mocquersyi</i>	27 (13,50)	349 (2,64)	13 (6,50)	81 (0,46)	0 (0,00)	0 (0,00)	5 (1,67)	215 (2,41)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1)	1 (0,02)	646 (1,22)
	<i>Catantopus erinaceus</i>	11 (5,50)	43 (0,32)	1 (0,50)	1 (0,01)	7 (2,33)	9 (0,12)	15 (5,00)	18 (0,20)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	71 (0,13)

<i>Cataulacus guineensis</i>	77 (38,50)	1739 (13,14)	10 (5,00)	12 (0,07)	37 (12,33)	65 (0,90)	24 (8,00)	42 (0,47)	3 (3)	3 (0,75)	12 (12)	21 (0,40)	1882 (3,56)
<i>Cataulacus lobatus</i>	38 (19,00)	174 (1,31)	1 (0,50)	1 (0,01)	46 (15,33)	69 (0,95)	2 (0,67)	2 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2)	2 (0,04)	248 (0,47)
<i>Cataulacus</i> sp.1	1 (0,50)	1 (0,01)	16 (8,00)	56 (0,31)	0 (0,00)	0 (0,00)	16 (5,33)	23 (0,26)	0 (0,00)	0 (0,00)	5 (5)	5 (0,09)	85 (0,16)
<i>Cataulacus</i> sp.2	1 (0,50)	3 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	10 (3,33)	21 (0,29)	1 (0,33)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	5 (5)	9 (0,17)	34 (0,06)
<i>Crematogaster clariventris</i>	4 (2,00)	39 (0,29)	2 (1,00)	18 (0,10)	26 (8,67)	199 (2,74)	11 (3,67)	31 (0,35)	28 (28)	136 (33,83)	35 (35)	273 (5,15)	696 (1,32)
<i>Crematogaster gabonensis</i>	62 (31,00)	977 (7,38)	67 (33,50)	1030 (5,79)	127 (42,33)	967 (13,33)	180 (60,00)	2675 (29,98)	1 (1)	1 (0,25)	15 (15)	111 (2,09)	5761 (10,89)
<i>Crematogaster pulchella</i>	0 (0,00)	0 (0,00)	4 (2,00)	7 (0,04)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	7 (0,01)
<i>Crematogaster</i> sp.1	15 (7,50)	89 (0,67)	7 (3,50)	10 (0,06)	43 (14,33)	143 (1,97)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1)	2 (0,04)	244 (0,46)
<i>Crematogaster striatula</i>	19 (9,50)	250 (1,89)	4 (2,00)	7 (0,04)	36 (12,00)	696 (9,60)	17 (5,67)	1212 (13,58)	22 (22)	96 (23,88)	67 (67)	1391 (26,22)	3652 (6,90)
<i>Myrmecaria opaciventris</i>	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (1,00)	2 (0,01)	34 (11,33)	66 (0,91)	5 (1,67)	11 (0,12)	3 (3)	3 (0,75)	9 (9)	12 (0,23)	94 (0,18)
<i>Pheidole megacephala</i>	2 (1,00)	59 (0,45)	11 (5,50)	108 (0,61)	7 (2,33)	9 (0,12)	4 (1,33)	16 (0,18)	2 (2)	29 (7,21)	11 (11)	189 (3,56)	410 (0,78)
<i>Pheidole</i> sp.1	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (1,00)	2 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (0,67)	2 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	22 (22)	23 (0,43)	27 (0,05)
<i>Pheidole</i> sp.2	2 (1,00)	4 (0,03)	2 (1,00)	9 (0,05)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1)	1 (0,25)	0 (0,00)	0 (0,00)	14 (0,03)
<i>Tetramorium aculeatum</i>	60 (30,00)	976 (7,37)	40 (2,00)	316 (1,78)	4 (1,33)	14 (0,19)	41 (13,67)	86 (0,96)	6 (6)	12 (2,99)	65 (65)	406 (7,65)	1810 (3,42)
<i>Tetramorium</i> sp.1	1 (0,50)	1 (0,01)	3 (1,50)	3 (0,02)	7 (2,33)	7 (0,10)	1 (0,33)	1 (0,01)	3 (3)	5 (1,24)	6 (6)	11 (0,21)	28 (0,05)
<i>Tetramorium</i> sp.2	0 (0,000)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	8 (2,67)	10 (0,11)	1 (1)	1 (0,25)	2 (2)	3 (0,06)	14 (0,03)
<i>Tetramorium</i> sp.3	2 (1,00)	2 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	5 (2,33)	8 (0,11)	8 (2,67)	10 (0,11)	1 (1)	2 (0,50)	17 (17)	24 (0,45)	46 (0,09)
Ponerinae													
<i>Anochetus</i> sp.1	1 (0,50)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	18 (6,00)	80 (1,10)	14 (4,67)	72 (0,81)	4 (4)	10 (2,49)	0 (0,00)	0 (0,00)	163 (0,31)
<i>Anochetus</i> sp.2	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	8 (2,67)	14 (0,16)	0 (0,00)	0 (0,00)	15 (15)	43 (0,81)	57 (0,11)
<i>Odonomachus troglodytes</i>	19 (9,50)	47 (0,37)	15 (7,50)	19 (0,11)	27 (9,00)	36 (0,50)	17 (5,67)	19 (0,21)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	121 (0,23)
<i>Pachycondyla soror</i>	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,33)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,002)
<i>Pachycondyla</i> sp.1	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,50)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,002)
<i>Pachycondyla tarsata</i>	3 (1,50)	5 (0,04)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,33)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2)	2 (0,50)	0 (0,00)	0 (0,00)	8 (0,02)
<i>Phrynonopona</i> sp.	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1)	1 (0,02)	1 (0,002)
<i>Platythyrea conradti</i>	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	4 (1,33)	4 (0,06)	1 (0,33)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (3)	3 (0,06)	8 (0,02)
<i>Platythyrea modesta</i>	6 (3,00)	11 (0,08)	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (1,00)	3 (0,04)	12 (4,00)	12 (0,13)	4 (4)	4 (1,00)	4 (4)	4 (0,08)	34 (0,06)
<i>Platythyrea</i> sp.	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (0,67)	2 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2)	2 (0,04)	4 (0,008)
Pseudomyrmecinae													
<i>Tetraponera anthracina</i>	43 (21,50)	87 (0,66)	7 (3,50)	8 (0,04)	1 (0,33)	1 (0,01)	5 (1,67)	5 (0,06)	0 (0,00)	0 (0,00)	4 (4)	4 (0,08)	105 (0,20)
<i>Tetraponera ophthalmica</i>	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,33)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1)	1 (0,02)	2 (0,004)
Total général	200	13239	200	17788	300	7253	300	8924	100	402	100	5305	52911

Les valeurs mises entre les parenthèses représentent le pourcentage des ouvrières ou d'arbres occupés par une espèce de fourmis donnée, Ab : abondance ; Fa : Fréquence * : espèces de fourmis numériquement dominantes.

Annexe 6 : variation des abondances et des occurrences sous l'influence des traitements phytosanitaires des espèces de fourmis collectées dans les cacoyères de la région du Centre entre 2006 et 2007

Espèces	Bokito A				Bokito B				Obala				Ngomedzap			
	2006		2007		2006		2007		2006		2007		2006		2007	
	FA	AA	FA	AA	FA	AA	FA	AA	FA	AA	FA	AA	FA	AA	FA	AA
Cerapachis sp.	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	4 (0,08)
Axinidris bidens (Shattuck)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	2 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	2 (0,04)
Tapinoma melanocephalum (Fabricius)	2 (2,00)	2 (0,03)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	32 (32,00)	52 (0,98)
Tapinoma sp1.	8 (8,00)	10 (0,14)	7 (7,00)	8 (0,06)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	7 (0,17)	0 (0,00)	0 (0,00)	19 (19,00)	28 (0,58)	0 (0,00)	0 (0,00)	22 (22,00)	55 (1,04)
Tapinoma sp2.	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,02)
Technomyrmex sp1.	1 (1,00)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,02)
Technomyrmex sp2.	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
Dorylus nigricans (Illiger)	7 (7,00)	30 (0,41)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	38 (38,00)	984 (20,22)	0 (0,00)	0 (0,00)	53 (53,00)	1919 (36,17)
Camponotus acvapimensis (Mayr)	2 (2,00)	3 (0,04)	33 (33,00)	852 (6,23)	30 (30,00)	111 (1,89)	40 (40,00)	206 (5,01)	28 (28,00)	90 (5,20)	45 (45,00)	253 (5,20)	13 (13,00)	18 (4,48)	32 (32,00)	94 (1,77)
Camponotus brutus (Forel)	26 (26,00)	49 (0,67)	37 (37,00)	54 (0,39)	42 (42,00)	77 (1,30)	24 (24,00)	34 (0,83)	26 (26,00)	54 (3,12)	52 (52,00)	98 (2,01)	16 (16,00)	25 (6,22)	24 (24,00)	28 (0,53)
Camponotus maculatus (Forel)	2 (2,00)	2 (0,03)	2 (2,00)	2 (0,01)	5 (5,00)	8 (0,14)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	2 (0,12)	4 (4,00)	15 (0,31)	1 (1,00)	1 (0,25)	4 (4,00)	6 (0,11)
Camponotus pompeius (Forel)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,01)	1 (1,00)	1 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	2 (0,12)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,25)	1 (1,00)	1 (0,02)
Camponotus sp1.	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	3 (0,02)	10 (10,00)	17 (0,29)	0 (0,00)	0 (0,00)	13 (13,00)	27 (1,56)	8 (8,00)	9 (0,18)	22 (22,00)	24 (5,97)	16 (16,00)	21 (0,40)
Camponotus sp2.	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	2 (0,04)	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (3,00)	3 (0,06)
Camponotus sp3.	0 (0,00)	0 (0,00)	6 (6,00)	8 (0,06)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	9 (9,00)	33 (0,62)
Camponotus vividus (F. Smith)	70 (70,00)	578 (7,90)	20 (20,00)	220 (1,61)	40 (40,00)	116 (1,96)	3 (3,00)	3 (0,07)	69 (69,00)	537 (31,00)	40 (40,00)	343 (7,05)	11 (11,00)	18 (4,48)	43 (43,00)	444 (8,37)
Lepisiota sp.	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,02)	2 (2,00)	2 (0,05)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	8 (8,00)	35 (0,66)
Oecophylla longinoda (Latreille)	69 (69,00)	4150 (56,71)	78 (78,00)	11114 (81,27)	59 (59,00)	1526 (25,77)	82 (82,00)	3222 (78,34)	0 (0,00)	0 (0,00)	126 (2,00)	2 (0,04)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	12 (0,23)
Phasmomyrmex aberrans (Mayr)	0 (0,00)	0 (0,00)	10 (10,00)	22 (0,16)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (3,00)	4 (0,08)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
Polyrachis decemdentata (Andre)	60 (60,00)	646 (8,83)	20 (20,00)	82 (0,60)	81 (81,00)	908 (15,34)	45 (45,00)	140 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	13 (13,00)	35 (0,72)	1 (1,00)	1 (0,25)	2 (2,00)	2 (0,04)
Polyrachis laboriosa (F. Smith)	11 (11,00)	19 (0,26)	4 (4,00)	7 (0,05)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	2 (0,05)	7 (7,00)	7 (0,40)	44 (44,00)	193 (3,97)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	2 (0,04)
Polyrachis militaris (Fabricius)	4 (4,00)	4 (0,05)	1 (1,00)	1 (0,01)	8 (8,00)	8 (0,14)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,25)	10 (10,00)	11 (0,21)
Polyrachis monista (Santchi)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	2 (0,04)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
Polyrachis sp1.	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	2 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	2 (0,05)	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (3,00)	45 (0,92)	0 (0,00)	0 (0,00)	15 (15,15)	20 (0,38)
Polyrachis sp2.	13 (13,00)	53 (0,72)	5 (5,00)	51 (0,37)	1 (1,00)	9 (0,15)	1 (1,00)	1 (0,02)	2 (2,00)	5 (0,29)	5 (5,00)	20 (0,41)	0 (0,00)	0 (0,00)	5 (5,00)	8 (0,15)
Polyrachis sp3.	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	5 (0,12)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,02)
Polyrachis sp5.	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	2 (0,04)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
Polyrachis weissii (Santchi)	3 (3,00)	7 (0,10)	12 (12,00)	17 (0,12)	5 (5,00)	46 (0,78)	18 (18,00)	23 (0,56)	30 (30,00)	76 (4,39)	31 (31,00)	172 (3,52)	6 (6,00)	8 (1,99)	7 (7,00)	8 (0,15)
Anoplolepis tenella (Santchi)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,02)
Atopomyrmex mocquersyi (E. Andre)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	27 (27,00)	349 (5,89)	13 (13,00)	81 (1,97)	0 (0,00)	0 (0,00)	4 (4,00)	214 (4,40)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,02)
Cataulacus erinaceus (Stütz)	11 (11,00)	43 (0,59)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,02)	1 (1,00)	1 (0,06)	12 (12,00)	15 (0,31)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
Cataulacus guineensis (F. Smith)	17 (17,00)	72 (0,98)	5 (5,00)	7 (0,05)	60 (60,00)	1667 (28,15)	5 (5,00)	5 (0,12)	11 (11,00)	24 (1,39)	11 (11,00)	16 (0,33)	3 (3,00)	3 (0,75)	12 (12,00)	21 (0,40)
Cataulacus lobatus (Mayr)	36 (36,00)	168 (2,30)	1 (1,00)	1 (0,01)	2 (2,00)	6 (0,10)	0 (0,00)	0 (0,00)	15 (15,00)	23 (1,33)	1 (1,00)	1 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	2 (0,04)
Cataulacus sp1.	1 (1,00)	1 (0,01)	16 (16,00)	56 (0,41)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	3 (0,06)	0 (0,00)	0 (0,00)	5 (5,00)	5 (0,09)
Cataulacus sp2.	1 (1,00)	3 (0,04)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	5 (5,00)	9 (0,17)
Creumatogaster clariventris (Mayr)	1 (1,00)	1 (0,01)	2 (2,00)	18 (0,13)	3 (3,00)	38 (0,64)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,06)	1 (1,00)	1 (0,02)	28 (28,00)	136 (33,83)	35 (35,00)	273 (5,15)
Creumatogaster gabonensis (Emery)	56 (56,00)	963 (13,16)	66 (66,00)	1029 (7,52)	6 (6,00)	14 (0,14)	1 (1,00)	1 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	67 (67,00)	1137 (23,37)	1 (1,00)	1 (0,25)	15 (15,00)	111 (2,09)
Creumatogaster pulchella (Bernard)	0 (0,00)	0 (0,00)	4 (4,00)	7 (0,05)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
Creumatogaster sp1.	15 (15,00)	89 (1,22)	2 (2,00)	2 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	5 (5,00)	8 (0,19)	42 (42,00)	141 (8,17)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	2 (0,04)
Creumatogaster striatula (Emery)	17 (17,00)	248 (3,39)	3 (3,00)	5 (0,04)	2 (2,00)	2 (0,03)	1 (1,00)	2 (0,05)	35 (35,00)	695 (40,13)	14 (14,00)	1201 (24,68)	22 (22,00)	96 (23,88)	67 (67,00)	1391 (26,22)
Myrmecaria opaciventris (Emery)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	2 (0,05)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (3,00)	3 (0,75)	9 (9,00)	12 (0,23)
Pheidole megacephala (Fabricius)	2 (2,00)	59 (0,81)	5 (5,00)	69 (0,50)	0 (0,00)	0 (0,00)	6 (6,00)	39 (0,95)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	3 (0,06)	2 (2,00)	29 (7,21)	11 (11,00)	189 (3,56)
Pheidole sp1.	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	2 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	22 (22,00)	23 (0,43)
Pheidole sp2.	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	9 (0,07)	2 (2,00)	4 (0,07)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,25)	0 (0,00)	0 (0,00)
Tetramorium aculeatum (Mayr)	6 (6,00)	8 (0,11)	2 (2,00)	2 (0,01)	54 (54,00)	968 (16,35)	38 (38,00)	314 (7,63)	0 (0,00)	0 (0,00)	14 (14,00)	19 (0,39)	6 (6,00)	12 (2,99)	65 (65,00)	406 (7,65)

Tetramorium sp1.	1 (1,00)	1 (0,01)	3 (3,00)	3 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	2 (0,12)	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (3,00)	5 (1,24)	6 (6,00)	11 (0,21)
Tetramorium sp2.	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,02)	1 (1,00)	1 (0,25)	2 (2,00)	3 (0,06)
Tetramorium sp3.	2 (2,00)	2 (0,03)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (3,00)	4 (0,08)	1 (1,00)	2 (0,50)	17 (17,00)	24 (0,45)
Anochetus sp1.	1 (1,00)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	5 (5,00)	35 (2,02)	5 (5,00)	31 (0,64)	4 (4,00)	10 (2,49)	0 (0,00)	0 (0,00)
Anochetus sp2.	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)	15 (15,00)	43 (0,81)
Odontomachus troglodytes (Santchi)	14 (14,00)	42 (0,57)	11 (11,00)	14 (0,10)	5 (5,00)	5 (0,08)	4 (4,00)	5 (0,12)	5 (5,00)	5 (0,29)	10 (10,00)	11 (0,23)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
Pachycondyla soror (Emery)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
Pachycondyla sp1.	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,01)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
Pachycondyla tarsata (Fabricius)	3 (3,00)	5 (0,07)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,06)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	2 (0,50)	0 (0,00)	0 (0,00)
Phrynoponera sp.	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,02)
Platythyrea conradti (Emery)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (3,00)	3 (0,06)
Platythyrea modesta (Emery)	6 (6,00)	11 (0,15)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (3,00)	3 (0,17)	1 (1,00)	1 (0,02)	4 (4,00)	4 (1,00)	4 (4,00)	4 (0,08)
Platythyrea sp.	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (2,00)	2 (0,04)
Tetraoponera anthracina (Santchi)	17 (17,00)	47 (0,64)	1 (1,00)	2 (0,01)	26 (26,00)	40 (0,00)	6 (6,00)	6 (0,15)	1 (1,00)	1 (0,06)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	4 (4,00)	4 (0,08)
Tetraoponera ophthalmica (Emery)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (1,00)	1 (0,02)
Total général	100	7318	100	13675	100	5921	100	4113	100	1732	100	4866	100	402	100	5305

Les valeurs mises entre les parenthèses représentent les pourcentages des ouvrières (Ab) et des arbres occupés (Ar) par espèce au sein des communautés échantillonnées ; Ab : Abondance et Fa : Fréquence

Annexe 7 : influence des traitements phytosanitaires sur la variation de la nature des associations entre les espèces de fourmis dominantes collectées entre 2006 et 2007 dans les cacaoyères de la Région du Centre

Sites	Espèces		Taux de Kendall	
	I	j	r ψ	P
Bokito A-2006	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	-0.21	0.001
	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	-0.16	0.01
	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	0.26	<0.0001
	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	0.35	<0.0001
	<i>Cataulacus guineensis</i> (F. Smith)	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	0.16	0.01
	<i>Cataulacus guineensis</i> (F. Smith)	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	0.18	0.005
	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	-0.3	<0.0001
	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	-0.34	<0.0001
	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	0.49	<0.0001
Bokito A-2007	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	-0.23	<0.0001
	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	0.27	<0.0001
	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	-0.16	0.01
	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	-0.15	0.02
	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	-0.18	0.01
	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	-0.32	<0.0001
	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	0.25	<0.0001
Bokito B-2006	<i>Atopomyrmex mocquerysi</i> (E. Andre)	<i>Cataulacus guineensis</i> (F. Smith)	0.27	<0.0001
	<i>Atopomyrmex mocquerysi</i> (E. Andre)	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	-0.24	<0.0001
	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	-0.39	<0.0001
	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	-0.28	<0.0001
	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	0.37	<0.0001
	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Cataulacus guineensis</i> (F. Smith)	-0.13	0.04
	<i>Cataulacus guineensis</i> (F. Smith)	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	-0.17	0.01
	<i>Cataulacus guineensis</i> (F. Smith)	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	0.21	0.001
	<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	-0.18	0.01
	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	-0.29	<0.0001
Bokito B-2007	<i>Atopomyrmex mocquerysi</i> (E. Andre)	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	-0.12	0.05
	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	0.23	0.001
	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	0.25	<0.0001
Obala 2006	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	-0.68	<0.0001
	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	0.15	0.02
Obala 2007	<i>Atopomyrmex mocquerysi</i> (E. Andre)	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	-0.28	<0.0001
	<i>Atopomyrmex mocquerysi</i> (E. Andre)	<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	0.21	0.001
	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	-0.68	<0.0001
	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	0.12	0.05
	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	0.15	0.02
	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	-0.49	<0.0001
Ngomedzap 2006	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	-0.13	0.03
	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	0.29	<0.0001
	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	0.18	0.01
	<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	-0.21	0.001
	<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	0.22	0.001
Ngomedzap 2007	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	-0.54	<0.0001
	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	0.14	0.02
	<i>Camponotus vividus</i> (F. Smith)	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	0.31	<0.0001
	<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	-0.47	<0.0001
	<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	0.16	0.01
	<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	0.13	0.04
	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	0.18	0.01
	<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	0.18	0.01

r ψ : Coefficient de corrélation de Kendall, P : P-value

Annexe 8 : variation du statut écologique des espèces de fourmis sous l'effet des traitements phytosanitaires dans les cacaoyères de la Région du Centre

Sites	Espèces	Paramètres															
		2006							2007								
		Fa	Ab	Cov	δ	t	Pr > t	ID	SE	Fa	Ab	Cov	δ	t	Pr > t	ID	SE
Bokito A	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	2 (2,00)	3 (0,04)	0,06	0,28	0,21	0,84	-0,56	SD	33 (33,00)	852 (6,23)	-0,07	0,3	-0,24	0,81	-0,11	SD
	<i>Camponotus vividus</i> (F, Smith)	70 (70,00)	578 (7,90)	0,94	0,28	3,4	0,01**	-0,08	SD	20 (20,00)	220 (1,61)	-0,73	0,3	-2,47	0,01	-0,09	SD
	<i>Cataulacus guineensis</i> (F, Smith)	17 (17,00)	72 (0,98)	0,84	0,29	2,93	0,01**	0,2	SD	5 (5,00)	7 (0,05)	-0,75	0,31	-2,45	0,01**	-1	ND
	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	56 (56,00)	963 (13,16)	0,68	0,28	2,44	0,01**	-0,25	SD	66 (66,00)	1029 (7,52)	-0,19	0,3	-0,66	0,51	-0,18	SD
	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	69 (69,00)	4150 (56,71)	0,8	0,28	2,86	0,01**	0,41	SD	78 (78,00)	11114 (81,27)	-0,24	0,3	-0,8	0,43	0,33	SD
	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	60 (60,00)	646 (8,83)	0,96	0,28	3,46	0,01**	0,29	SD	20 (20,00)	82 (0,60)	-0,67	0,3	-2,27	0,02*	0	SD
	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	6 (6,00)	8 (0,11)	0,86	0,31	2,75	0,01**	-1	ND	2 (2,00)	2 (0,01)	-0,71	0,33	-2,15	0,03*	-1	ND
Bokito B	<i>Atopomyrmex mocquersyi</i> (E, Andre)	27 (27,00)	349 (5,89)	-0,17	0,09	-1,8	0,07	0	SD	13 (13,00)	81 (1,97)	0,333	0,106	3,137	0,002**	-0,2	SD
	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	30 (30,00)	111 (1,89)	-0,4	0,08	-4,94	< 0,0001***	-0,43	SD	40 (40,00)	206 (5,01)	0,652	0,093	7,047	< 0,0001***	-0,8	ND
	<i>Camponotus vividus</i> (F, Smith)	40 (40,00)	116 (1,96)	0,0	-	-	-	0,14	SD	3 (3,00)	3 (0,07)	0,0	-	-	-	0	SD
	<i>Cataulacus guineensis</i> (F, Smith)	60 (60,00)	1667 (28,15)	-0,11	0,08	-1,28	0,2	0,09	SD	5 (5,00)	5 (0,12)	0,015	0,092	0,161	0,872	0	ND
	<i>Oecophylla longinoda</i> (Latreille)	59 (59,00)	1526 (25,77)	-0,36	0,08	-4,77	< 0,0001***	1	D	82 (82,00)	3222 (78,34)	0,869	0,087	10,045	< 0,0001***	1	D
	<i>Polyrachis decemdentata</i> (Andre)	81 (81,00)	908 (15,34)	-0,09	0,07	-1,16	0,25	1	D	45 (45,00)	140 (3,40)	0,439	0,085	5,176	< 0,0001***	-0,43	SD
	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	54 (54,00)	968 (16,35)	-0,21	0,08	-2,65	0,01**	0	SD	38 (38,00)	314 (7,63)	0,518	0,09	5,771	< 0,0001***	-1	ND
Obala	<i>Atopomyrmex mocquersyi</i> (E, Andre)	0 (0,00)	0 (0,00)	-	-	-	-	-	-	4 (4,00)	214 (4,40)	0,02	0,21	0,08	0,94	-0,2	SD
	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	28 (28,00)	90 (5,20)	0,05	0,07	0,75	0,46	0	SD	45 (45,00)	253 (5,20)	-0,08	0,07	-1,16	0,25	0	SD
	<i>Camponotus vividus</i> (F, Smith)	69 (69,00)	537 (31,00)	0,39	0,06	6,16	< 0,0001***	-0,14	SD	40 (40,00)	343 (7,05)	-0,35	0,07	-5,26	< 0,0001***	-0,8	ND
	<i>Crematogaster gabonensis</i> (Emery)	0 (0,00)	0 (0,00)	-	-	-	-	-	-	67 (67,00)	1137 (23,37)	0,12	0,07	1,75	0,08	-0,2	SD
	<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	35 (35,00)	695 (40,13)	0,23	0,08	2,95	0,01**	-0,75	SD	14 (14,00)	1201 (24,68)	-0,6	0,08	-7,57	< 0,0001***	-0,5	SD
Ngomedzap	<i>Camponotus acvapimensis</i> (Mayr)	13 (13,00)	18 (4,48)	0,1	0,07	1,42	0,16	-0,71	ND	32 (32,00)	94 (1,77)	-0,05	0,07	-0,68	0,5	-0,67	SD
	<i>Camponotus vividus</i> (F, Smith)	11 (11,00)	18 (4,48)	0	-	-	-	-0,75	ND	43 (43,00)	444 (8,37)	0	-	-	-	-0,63	SD
	<i>Crematogaster clariventris</i> (Mayr)	28 (28,00)	136 (33,83)	0,15	0,07	2,21	0,03*	-0,69	SD	35 (35,00)	273 (5,15)	-0,1	0,07	-1,32	0,19	-0,57	SD
	<i>Crematogaster striatula</i> (Emery)	22 (22,00)	96 (23,88)	0	0,06	-0,07	0,95	-0,5	SD	67 (67,00)	1391 (26,22)	0,06	0,07	0,86	0,39	0,18	SD
	<i>Tetramorium aculeatum</i> (Mayr)	6 (6,00)	12 (2,99)	-0,11	0,06	-1,82	0,07	-0,78	SD	65 (65,00)	406 (7,65)	0,16	0,07	2,39	0,02*	-0,53	SD

Ab: Abondance, Fa: fréquence, les valeurs mises entre les parenthèses représente les pourcentages d'ouvrières ou de rabre occupés par une espèce de fourmis données, COV: Covariance; δ: Standard deviation; t: t-test; * significatif; ** : hautement significatif et *** : très hautement significatif au seuil de 5 %; ID: Indice de Dominance, SE: Statut Ecologique; SD: Sous Dominant et ND: Non Dominant,

Annexe 9 : variation des taux de quelques paramètres des stratégies prédatrices chez les six espèces de fourmis étudiées

Stratégies de captures		Types de proies											
		Termites (mm)			Sauterelles (mm)			Termites (mm)			Sauterelles (mm)		
		2-3mm	5-7mm	soldats 5-8	4-7 mm	10-15mm	≥ 17 mm	2-3mm	5-7mm	soldats 5-8	4-7 mm	10-15mm	≥ 17 mm
		<i>Myrmicaria opaciventris</i>						<i>Platythyrea modesta</i>					
Modes de détections	Distance	70,0 %	73,33 %	63,33 %	56,67 %	66,67 %	53,33 %	76,67 %	76,67 %	66,67 %	83,33 %	90,0 %	80,0 %
	Contact	30,0 %	26,67 %	30,0 %	43,33 %	33,33 %	46,67 %	23,33 %	23,33 %	33,33 %	16,67 %	10,0 %	20,0 %
Portions saisies	Tête	6,67 %	6,67 %	10,0 %	3,33 %	0,0 %	3,33 %	6,67 %	16,67 %	10,0 %	10,0 %	6,67 %	10,0 %
	Thorax	80,0 %	73,33 %	10,0 %	70,0 %	13,33 %	0,0 %	73,33 %	66,67 %	60,0 %	70,0 %	40,0 %	26,67 %
	Abdomen	10,0 %	10,0 %	50,0 %	20,0 %	53,33 %	40,0 %	16,67 %	13,33 %	10,0 %	16,67 %	46,67 %	30,0 %
Armes	Appendices	3,33 %	10,0 %	16,67 %	10,0 %	40,0 %	56,67 %	0,0 %	0,0 %	10,0 %	0,0 %	6,67 %	23,33 %
	Venin (%)	0,0 %	0% ⁰	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	76,67 %	70,0 %	60,0 %	90,0 %	90,0 %	63,33 %
Issues	Succès (%)	83,33 %	96,67 %	66,67 %	100,0 %	100,0%	86,67 %	86,67 %	100,0 %	63,33 %	100,0 %	96,67 %	43,33 %
	Echec (%)	16,67 %	3,33 %	30,33 %	0,0 %	0,0 %	13,33 %	0,0 %	0,0 %	36,67 %	0,0 %	3,33 %	56,67 %
Contributions	No, Impliquées	1,23± 0,90	1,50 ± 1,04	2,40 ± 2,30	1,30± 1,64	6,03 ± 5,01	9,10 ± 8,54	1,17± 0,46	1,43 ± 0,77	3,47 ± 2,80	1,50 ± 0,94	2,43 ± 1,79	7,0 ± 3,49
	No, Recrutées	0,96± 0,47	1,77 ± 0,62	1,27 ± 1,34	0,86± 0,85	2,30 ± 2,27	4,25 ± 5,43	11,44± 3,03	10,07 ± 2,39	11,65 ± 4,80	2,95 ± 1,44	5,43 ± 2,614	13,02 ± 5,32
	No, Témoins	0,41± 0,30	0,40 ± 0,17	0,59 ± 0,40	0,45± 0,21	0,36± 0,21	0,55 ± 0,38	8,55± 2,55	6,62 ± 1,81	7,07 ± 2,97	3,56± 2,76	6,11± 4,11	3,82 ± 2,58
Types de découpages	Découpage partiel	3,33 %	3,33 %	0,0 %	3,33 %	3,33 %	36,67 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	3,33 %
	Découpage total	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Modes de transports	Transport solitaire	80,0 %	96,67 %	30,0 %	93,33 %	33,33 %	3,33 %	86,67 %	100,0 %	56,67 %	100,0 %	93,33 %	30,0 %
	Transport collectif	3,33 %	0,0 %	36,67 %	6,67 %	66,67 %	83,33 %	0,0 %	0,0 %	6,67 %	0,0 %	3,33 %	13,33 %
		<i>Crematogaster sp.</i>						<i>Crematogaster clariventris</i>					
Modes de détections	Distance	76,67 %	83,33 %	56,67 %	56,67 %	83,33 %	76,67 %	76,67 %	76,67 %	70,0 %	76,67 %	83,33 %	83,33 %
	Contact	23,33 %	16,67 %	43,33 %	43,33 %	16,67 %	23,33 %	23,33 %	30,0 %	23,33 %	16,67 %	16,67 %	16,67 %
Portions saisies	Tête	6,67 %	30,0 %	3,33 %	10,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	13,33 %	26,67 %	3,33 %	0,0 %	0,0 %
	Thorax	30,0 %	6,67 %	10,0 %	0,0 %	6,67 %	0,0 %	56,67 %	43,33 %	0,0 %	13,33 %	0,0 %	0,0 %
	Abdomen	20,0 %	20,0 %	6,67 %	16,67 %	10,0 %	26,67 %	10,0 %	26,67 %	13,33 %	26,67 %	13,33 %	3,33 %
Armes	Appendices	30,0 %	43,33 %	80,0 %	66,67 %	83,33 %	73,33 %	26,67 %	13,33 %	60,0 %	46,67 %	80,0 %	90,0 %
	Venin (%)	0,0 %	0,0%	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0%	0,0 %	0,0%	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Issues	Succès (%)	96,67 %	93,33 %	80,0 %	93,33 %	100%	90,0 %	96,67 %	100%	76,67 %	100,0 %	83,33 %	93,33 %
	Echec (%)	3,33 %	6,67 %	20,0 %	6,67 %	0,0 %	10,0 %	3,33 %	0,0 %	23,33 %	0,0 %	16,67 %	6,67 %
Contributions	No, Impliquées	2,87± 2,18	11,0 ± 5,43	9,53 ± 6,22	8,07± 5,41	56,40 ± 17,76	117,17 ± 57,29	2,20± 2,06	4,60 ± 4,12	9,27 ± 5,56	19,13± 14,39	35,60 ± 19,34	100,47 ± 38,44
	No, Recrutées	3,17± 2,05	7,26 ± 4,16	9,48 ± 7,52	5,05± 2,69	21,57 ± 10,42	35,96 ± 19,08	4,06± 2,61	11,99 ± 9,18	8,38 ± 5,03	15,03± 11,31	22,60 ± 19,64	36,71 ± 24,85
	No, Témoin	1,25± 0,66	1,40 ± 0,80	1,12 ± 0,65	1,25± 0,66	1,26 ± 0,76	1,54 ± 0,70	1,17± 0,67	1,11 ± 0,93	1,25 ± 0,83	1,07± 0,67	0,95± 0,58	0,80 ± 0,55
Types de découpages	Découpage partiel	6,67 %	43,33 %	16,67 %	43,33 %	0,0 %	0,0 %	3,33 %	3,33 %	3,33 %	10,0 %	0,0 %	0,0 %
	Découpage total	0,0 %	30,0 %	60,0 %	13,33 %	100,0 %	90,0 %	0,0 %	6,67 %	50,0 %	70,0 %	83,33 %	93,33 %
Modes de transports	Transport solitaire	66,67 %	6,67 %	0,0 %	66,67 %	0,0 %	0,0 %	83,33 %	56,67 %	6,67 %	16,67 %	0,0 %	0,0 %
	Transport collectif	30,0 %	86,67 %	80,0 %	26,67 %	100,0 %	90,0 %	13,33 %	43,33 %	70,0 %	83,33 %	83,33 %	93,33 %
		<i>Tetramorium aculeatum</i>						<i>Oecophylla longinoda</i>					
Modes de détections	Distance	20,0 %	40,0 %	33,33 %	6,67 %	6,67 %	36,67 %	73,33 %	80,0 %	83,33 %	76,67 %	73,33 %	73,33 %
	Contact	80,0 %	60,0 %	66,67 %	93,33 %	93,33 %	63,33 %	26,67 %	20,0 %	16,67 %	23,33 %	26,67 %	26,67 %
Portions saisies	Tête	20,0 %	20,0 %	3,33 %	10,0 %	0,0 %	0,0 %	20,0 %	6,67 %	13,33 %	10,0 %	13,33 %	0,0 %
	Thorax	46,67 %	10,0 %	0,0 %	0,0%	0,0 %	0,0 %	60,0 %	36,67 %	10,0 %	16,67 %	3,33 %	0,0 %
	Abdomen	20,0 %	16,67 %	20,0 %	16,67 %	16,66 %	16,67 %	13,33 %	43,33 %	20,0 %	50,0 %	10,0 %	3,33 %
Armes	Appendices	6,67 %	53,33 %	73,33 %	66,67 %	83,33 %	70,0 %	0,0 %	6,67 %	56,67 %	20,0 %	70,0 %	96,67 %
	Venin (%)	83,33 %	63,33 %	33,33 %	33,33 %	20,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Issues	Succès (%)	100%	100,0%	70,0 %	100,0 %	80,0 %	76,67 %	86,67 %	93,33 %	76,67 %	96,67 %	100,0 %	76,67 %
	Echec (%)	0%	0,0 %	30,0 %	0,0 %	20,0 %	23,33 %	13,33 %	6,67 %	23,33 %	3,33 %	0,0 %	23,33 %
Contributions	No, Impliquées	2,23± 2,25	16,87 ± 8,92	25,93 ± 20,09	29,10 ± 25,03	53,77± 29,83	93,94± 58,58	2,30± 1,93	2,77± 1,74	3,93± 3,27	2,87 ± 2,67	12,07 ± 9,38	38,37 ± 32,67
	No, Recrutées	1,61± 2,14	11,86 ± 9,08	17,09 ± 13,46	17,52± 17,39	34,50± 19,587	40,61± 22,95	0,96± 0,41	3,96± 4,68	4,48± 4,98	1,58± 1,47	4,97 ± 4,46	21,34± 18,36
	No, Témoins	0,29± 0,90	0,78 ± 0,47	0,92 ± 0,48	0,18 ± 0,26	9,30± 1,20	0,17± 0,09	0,07 ± 0,15	0,75 ± 1,32	0,76 ± 0,52	0,11 ± 0,18	0,20 ± 0,31	0,23 ± 0,26
Modalités découpages	Découpage partiel	0,0 %	10,0 %	3,33 %	16,67 %	6,67 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	3,33 %	3,33 %	0,0 %	13,33 %
	Découpage total	0,0 %	16,67 %	66,67 %	23,33 %	73,33 %	76,67 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Modes de transports	Transport solitaire	80,0 %	0,0 %	0,0 %	10,0 %	0,0 %	0,0 %	86,67 %	63,33 %	36,67 %	56,67 %	16,67 %	0,0 %
	Transport collectif	20,0 %	100,0 %	70,0 %	90,0 %	80,0 %	76,67 %	0,0 %	30,0 %	40,0 %	40,0 %	83,33 %	76,67 %

Annexe 10 : variation du nombre moyen d'ouvrières recrutées à chaque pas de temps par les six espèces de fourmis étudiées

Espèces	Paramètres	Type de proie																		
		Termites									Sauterelles									
		2-3 mm			5-7 mm			5-8 mm			4-7 mm			10-15 mm			≥ 17 mm			
Min	Max	Moy±SD	Min	Max	Moy±SD	Min	Max	Moy±SD	Min	Max	Moy±SD	Min	Max	Moy±SD	Min	Max	Moy±SD	Min	Max	Moy±SD
<i>Myrmicaria opaciventris</i>	Chasse	0,50	1,43	0,96±0,26	1,00	2,73	1,77±0,49	0,67	2,27	1,27±0,50	0,47	1,53	0,86±0,31	0,87	4,87	2,29±1,27	1,23	5,90	4,25±1,19	
	Témoin	0,13	0,67	0,41±0,30	0,13	0,77	0,40±0,17	0,27	0,87	0,59±0,40	0,17	0,67	0,45±0,21	0,13	0,53	0,36±0,21	0,23	0,83	0,55±0,38	
<i>Platythyrea conradti</i>	Chasse	10,57	12,20	11,44±0,52	8,80	10,63	10,07±0,46	10,43	12,47	11,65±0,62	2,40	3,53	2,95±0,39	4,43	5,87	5,43±0,37	10,83	14,17	13,02±0,97	
	Témoin	7,87	9,33	8,55±2,55	5,5	7,37	6,62±1,81	6,87	7,60	7,07±2,97	3,07	4,30	3,56±2,76	5,63	7,23	6,11±4,11	3,37	4,63	3,82±2,58	
<i>Crematogaster</i> sp,	Chasse	1,57	4,83	3,17±0,59	1,17	10,47	7,26±2,54	2,00	12,50	9,48±2,63	1,00	7,67	5,05±1,73	1,07	48,27	21,57±13,80	2,17	87,60	35,96±23,45	
	Témoin	0,53	2,07	1,25±0,66	0,73	2,27	1,40±0,80	0,67	1,97	1,12±0,65	0,53	2,33	1,25±0,66	0,53	2,30	1,26±0,76	0,80	2,97	1,54±0,70	
<i>Crematogaster clariventris</i>	Chasse	1,97	5,60	4,59±0,84	4,10	16,33	11,99±3,46	1,53	10,33	8,38±1,95	3,87	22,63	15,03±5,87	4,57	37,73	22,60±10,60	3,50	78,37	38,09±23,96	
	Témoin	0,6	2,03	1,17±0,67	0,67	1,67	1,11±0,93	0,63	2,20	1,25±0,83	0,50	1,93	1,07±0,67	0,43	1,83	0,95±0,58	0,47	1,17	0,80±0,55	
<i>Tetramorium aculeatum</i>	Chasse	0,43	2,70	1,61±0,65	1,20	16,83	11,86±4,21	1,10	26,60	17,09±8,60	1,33	24,27	17,54±7,63	1,00	57,60	34,5±19,02	1,70	75,93	40,61±22,95	
	Témoin	0,0	0,77	0,29±0,90	0,23	1,37	0,78±0,47	0,43	1,50	0,92±0,48	0,00	0,50	0,18±0,26	0,13	0,57	9,30±1,20	0,03	0,40	0,17±0,09	
<i>Oecophylla longinoda</i>	Chasse	0,13	1,67	0,96±0,41	1,57	5,37	3,96±1,00	1,27	5,80	4,48±1,088	0,40	2,67	1,38±0,73	0,70	9,67	4,75±2,75	1,17	37,20	21,64±11,89	
	Témoin	0,0	0,23	0,07±0,15	0,33	1,27	0,75±1,32	0,27	1,17	0,76±0,52	0,03	0,23	0,11±0,18	0,00	0,43	0,20±0,31	0,03	0,47	0,23±0,26	

Min : Minimum ; Max : Maximum ; Moy±Sd : Moyenne ± Déviation Standard



Liste des Publications tirées de la Thèse

- Tadu, Z.,** Djiéto-Lordon, C., Yede, Messop-Youbi E, B., Fomena A., Babin, R., **2014,** Ant diversity in different cocoa-based habitats in the Centre Region of Cameroon, *African Entomology*, 22(2): 388-404,
- Tadu, Z.,** Djiéto-Lordon, C., Yédé, Messop Youbi, E., Aléné, D, C., Fomena, A., Babin, R, **2014,** Ant mosaics in traditional cocoa agroforestry systems: influence of shade on the occurrence and spatial distribution of dominant ants, *Agroforestry system*, 88: 1067-1079
- Tadu, Z.,** Djiéto-Lordon, C., Babin, R., Yede, Messop-Youbi, E,B., Fomena, A., **2013,** Influence of insecticide treatment on ant diversity in tropical agroforestry system: some aspect of the recolonization process, *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 5 (12): 832-844,