

SOMMAIRE

Introduction.....	1
I- Milieu d'étude.....	4
I. 1- Localisation géographique.....	4
I.2- Sites d'étude.....	5
I.1.1- Site exploité (N5).....	5
I.1.2- Site intact (CS7).....	5
I.3- Climat.....	8
I.4- Flore.....	9
I.5- Faune.....	9
I.6- Sol.....	9
II- Matériels et méthodes.....	12
II.1- Matériels vivants.....	12
II.1.1- Généralités sur la classe des Insectes.....	12
II.2- Méthodologie.....	14
II.2.1- Pour les insectes.....	14
a) Méthode de capture.....	14
➤ Piège malaise.....	14
➤ Trou piège ou pitfall.....	15
➤ Piège lumineux.....	16
b) Identification.....	17
II.2.2- Pour les plantes.....	18
II.2.3- Méthode statistique.....	20
a) Choix des tests statistiques.....	20
b) Test de normalité.....	20
c) Test de corrélation.....	21
d) Test de comparaison.....	22

III- Résultats et interprétations.....	25
III.1- Résultats des captures d'insectes.....	25
III.1.1- Dans le site exploité (N5).....	25
a) Insectes du sol.....	25
b) Insectes volants.....	27
c) Insectes nocturnes.....	29
III.1.2- Dans le site intact (CS7).....	31
a) Insectes du sol.....	31
b) Insectes volants.....	33
c) Insectes nocturnes.....	35
III.1.3- Abondance par classe de taille des différents Ordres.....	37
a) Dans le site exploité (N5).....	37
b) Dans le site intact (CS7).....	38
III.2- Productions de plantes.....	39
III.3- Variables climatiques.....	41
III.4- Fluctuation saisonnière d'abondance des différents Ordres d'Insectes.....	43
III.4.1- Dans le site exploité (N5).....	43
a) Insectes du sol.....	43
b) Insectes volants.....	45
c) Insectes nocturnes.....	47
III.4.2- Dans le site intact.....	49
a) Insectes du sol.....	49
b) Insectes volants.....	51
c) Insectes nocturnes.....	53
III.5- Période d'activité des insectes nocturnes.....	54
III.6- Effets de l'exploitation sélective de la forêt.....	54
IV Discussion.....	56
IV.1- Fluctuation saisonnière d'abondance	56
IV.2- Relation entre fluctuation d'abondance et variables climatiques.....	57
IV.3- Relation entre fluctuation d'abondance et production de plantes.....	58
IV.4- Effet de l'exploitation sélective de la forêt	59
IV.5- Influences de la fluctuation saisonnière d'abondance	

d'insectes dans la forêt tropicale	60
V- Conclusion	62
Bibliographie	64



Liste des figures

Figure 1 : Courbe ombrothérmiq ue de la forêt de Kirindy de l'année 2005.....	8
Figure 2 : Variation saisonnière d'abondance des différentes classes de taille d'insectes du sol dans le site exploité (N5).....	26
Figure 3 : Variation saisonnière d'abondance des différentes classes de taille d'insectes volants dans le site exploité (N5).....	28
Figure 4 : Variation saisonnière d'abondance des différentes classes de taille d'insectes nocturnes dans le site exploité (N5).....	30
Figure 5 : Variation saisonnière d'abondance des différentes classes de taille d'insectes du sol dans le site intact (CS7).....	32
Figure 6: Variation saisonnière d'abondance des différentes classes de taille d'insectes volans dans le site intact (CS7).....	34
Figure 7: Variation saisonnière d'abondance des différentes classes de taille d'insectes nocturnes dans le site intact (CS7).....	36
Figure 8: Histogramme de classes de taille des différents Ordres d'insectes capturés dans le site exploité (N5).....	37
Figure 9 : Histogramme de classes de taille des différents Ordres d'insectes capturés dans le site intact (CS7).....	38
Figure 10 Variation de la production de plantes dans le site exploité (N5).....	39
Figure 11 Variation de la production de plantes dans le site intact (CS7).....	40
Figure 12: Fluctuation saisonnière d'abondance des différents Ordres d'insectes du sol dans le site exploité (N5).....	43
Figure 13 : Fluctuation saisonnière d'abondance des différents Ordres d'insectes volants dans le site exploité.....	45
Figure 14 : Fluctuation saisonnière d'abondance des différents Ordres d'insectes nocturne dans le site exploité (N5).....	47
Figure 15 : Fluctuation saisonnière d'abondance des différents Ordres d'insectes du sol dans le site exploité (CS7).....	49
Figure 16 : Fluctuation saisonnière d'abondance des différents Ordres d'insectes volants dans le site intact (CS7).....	51
Figure 17 : Fluctuation saisonnière d'abondance des différents Ordres d'insectes nocturnes dans le site intact (CS7).....	53

Liste des photos

Photo 1 : Image satellite de la région de Morondava.....	4
Photo 2 : Piège malaise.....	14
Photo 3 : Piège pitfall.....	15
Photo 4 : Travail nocturne avec le piège lumineux.....	16
Photo 5 : Travail d'identification au laboratoire avec la loupe binoculaire.....	17
Photo 6 : Ligne de transect phénologique dans le site N5.....	18

Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition des différentes classes de taille d'insectes du sol dans le site N5.....	25
Tableau 2 : Répartition des différentes classes de taille d'insectes volants dans le site N5.....	27
Tableau 3 : Répartition des différentes classes de taille d'insectes nocturnes dans le site N5.....	29
Tableau 4 : Répartition des différentes classes de taille d'insectes du sol dans le site CS7.....	31
Tableau 5 : Répartition des différentes classes de taille d'insectes volants dans le site CS7...	33
Tableau 6 : Répartition des différentes classes de taille d'insectes nocturnes dans le site CS7.....	35
<u>Tableau 7</u> : Valeurs moyennes des variables climatiques de l'année 2005.....	41

Listes des planches

Planche 1 : Site N5 avec les localisations des pièges.....	6
Planche 2 : Site CS7 avec les localisations des pièges.....	7

Liste des abréviations

CFPF : Centre de Formation Professionnelle Forestière

FJ : feuille jeune

FA : feuille adulte

FL : fleur

FPM : fruit pas mûr

FM : fruit mûr

Lép : Lépidoptères

Co : Coléoptères

Col : Collemboles

Der : Dermoptères

Di : Diptères

He : Hétéroptères

Hym : Hyménoptères

Iso : Isoptères

Neu : Neuroptères

Ort : Orthoptères

Od : Odonates

s des annexes	
xe 1: Insectes du sol dans le site N5.....	I
xe 2 : Insectes du sol dans le site CS7.....	I
xe 3 : Insectes volants dans le site N5.....	II
xe 4 : Insectes volants dans le site CS7.....	II
xe 5 : Insectes nocturnes dans le site N5.....	III
xe 6 : Insectes nocturnes dans le site CS7.....	III
xe 7 : Classes de taille des différents Ordres d'insectes dans le site dans le site CS7.....	VI
xe 8 : Classes de taille des différents Ordres dans le site CS7.....	IV
xe 9 : Période d'activité des insectes nocturnes dans le site N5.....	V
xe 10 : Résultats des tests de normalité des données sur les différentes mœurs d'insectes.....	V
xe 11: Résultats de test de normalité sur les variables climatiques.....	VI
xe 12 : Résultats des tests de normalité sur les données phénologiques des plantes.....	VI
xe 13 : Résultats des tests de corrélation entre les fluctuations d'abondance saisonnière des insectes et les variables climatiques.....	VII
xe 14 : Résultats des tests de corrélation entre les fluctuations d'abondance saisonnière des insectes et les productions de plantes.....	VIII
xe 15 : Résultats du test t pour les différentes mœurs d'insectes entre les deux sites.....	IX
xe 16: Valeurs de la production de plantes dans le site N5.....	IX
xe 17 : Valeurs de la production de plantes dans le site CS7.....	X
xe 18 : Exemple d'une fiche de collecte des données phénologiques pour un site.....	XI
xe 19: Noms vernaculaires des plantes étudiées dan le site CS7.....	XII
xe 20: Noms vernaculaires des plantes étudiées dan le site N5.....	XIV
xe 21 : Quelques photos d'insectes.....	XVI

INTRODUCTION

Tout comme l'Amérique du Sud, l'Afrique, l'Inde, l'Australie et l'Antarctique, Madagascar est l'une des plaques continentales issues de la fragmentation du supercontinent Gondwana. Séparée du continent africain depuis plus de 100 millions d'années, l'île de Madagascar est une des merveilles biologiques du monde. L'évolution en isolement a développé une faune et une flore uniques en leur genre, où le taux d'endémisme est extrêmement élevé. Environ 85% des espèces végétales et 90% des espèces animales de Madagascar ne se rencontrent nulle part ailleurs (Paulian, 1996). L'endémisme atteint près de 100% chez les lémuriens et les caméléons, supérieur à 90% chez les batraciens, les palmiers et les orchidées. Les zoologistes estiment que 90% des espèces et 70% des genres sont endémiques (Paulian, 1996).

Toutefois, de nombreux facteurs mettent en péril ce patrimoine naturel. En effet, la déforestation, la culture sur brûlis, l'érosion et les incendies forestières ont entraîné la disparition de plusieurs espèces et des ressources naturelles non renouvelables. Actuellement, Madagascar fait partie des zones prioritaires mondiales pour la conservation de la biodiversité et de la préservation de l'environnement (Green & Sussman, 1990).

La phénologie est définie comme l'étude des phénomènes normaux qui se reproduisent périodiquement et de leur relation au climat et au changement de saison. Selon le petit « Larousse-noms communs » (Larousse 2.0, 1998), la phénologie est l'étude de l'influence des climats sur les phénomènes biologiques saisonniers végétaux et animaux.

Chez les insectes, la saisonnalité est un phénomène commun (Moeed & Meads, 1980, Wolda & Wong, 1988), surtout dans les régions tropicales (Derlinger, 1980, Tanaka & Tanaka, 1982 ; Levings & Windsor, 1982 ; Levings & Windsor, 1985 ; Wolda, 1988 ; Boinski & Fowler, 1989 ; Frith & Frith, 1990 ; Pinherio & al, 2002 ; Kai & Corlett, 2002). Avec sa position géographique (latitude 20°03'S, longitude 44°39'E), la forêt dense sèche du Sud Ouest de Madagascar est caractérisée par la saisonnalité de la température, de la précipitation, de la production des feuilles et des ressources alimentaires (Sorg & Rohner, 1996). Avec une saison chaude et pluvieuse de novembre à mars et une saison sèche d'avril à octobre (Ganzhorn, 1995 ; Sorg & Rohner, 1996 ; Sorg & al, 2003), la forêt de Kirindy constitue un site très particulier et intéressant pour l'étude de la phénologie des insectes.

Vu les rôles importants joués par les insectes dans les forêt tropicales : pollinisateurs (Frankie 1975), ressources alimentaires pour les vertébrés (Scott 1976, Pearson 1977, Toft 1982,

Hails 1982) et pour les invertébrés (Paarmann 1977), décomposeurs (Erwin & Erwin 1976, Okwakol 1980) et indicateurs de la qualité de la forêt, cette étude donnera des informations très importantes pour les futurs projets de recherche en relation avec les insectes et pour les projets de conservation des forêts tropicales.

Suivant les deux définitions de la phénologie, cette étude a été focalisée sur l'analyse de la fluctuation saisonnière d'abondance des insectes sous l'influence des variables climatiques, du changement de saison et de la variation d'abondance des ressources alimentaires.

Les objectifs de cette étude sont de :

- quantifier les fluctuations d'abondance saisonnière des insectes dans une forêt dense sèche. Est-ce que les activités des insectes durent toute l'année ? Est-ce que les groupes taxonomiques et les compositions numériques de la communauté des insectes montrent de changement saisonnier ;
- étudier les fluctuations saisonnières des différents groupes d'insectes ;
- déterminer les corrélations entre l'abondance des insectes et les variables climatiques (température, humidité, précipitation) d'une part et entre eux et les productions de plantes d'autre part;
- connaître les effets de l'exploitation sélective de la forêt et la présence de la rivière Kirindy sur les communautés des insectes.

Après l'introduction, cette étude se divise en cinq parties : milieu d'étude, matériels et méthodes, résultats et analyses, discussion et conclusion.

Première partie : MILIEU D'ETUDE

I - MILIEU D'ETUDE

I. 1- Localisation géographique

Le présent travail a été réalisé dans la forêt de Kirindy (Concession Forestière du Centre de Formation Professionnelle Forestière ou CFPF). C'est une forêt dense sèche dans la région du Menabe (Sud-ouest de Madagascar) et elle se trouve approximativement à 60 km au Nord-est de la ville de Morondava, sur la route secondaire RN8A vers Belo-sur Tsiribihina (photo 1). La forêt de Kirindy se situe entre les villages de Marofandiliha au Sud et Beroboka au Nord. De latitude 20°03'S, de longitude 44°39'E et avec une altitude variant entre 18 et 40 m environ, la concession recouvre une superficie de 12 500 ha divisée en blocs de 100 ha. Nos sites d'étude sont les blocs N5 (Exploité) et CS7 (intact).

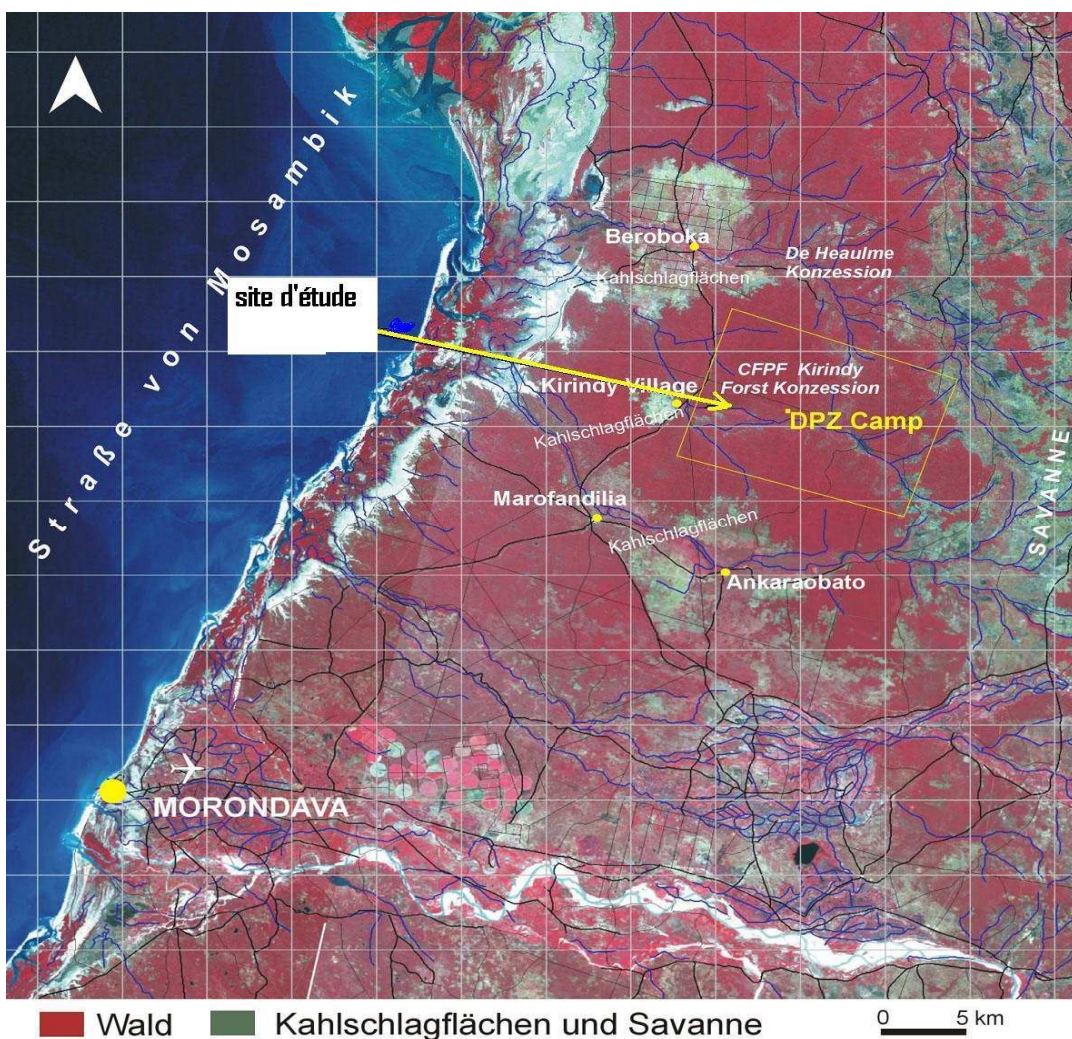


Photo 1 : Photo satellite de la région de Morondava (DPZ ; 2002).

I.1-Sites d'étude.

I .1.1- Site exploité (N5)

Le site N5 se trouve à 5 km du croisement vers Belo-sur Tsiribihina et au nord du camp de DPZ. Sa superficie est de 140 ha, subdivisée en quadrat de 25 m x 25 m (planche 1). Ce site a été exploité en 1990 (partie Sud) et en 1991 (partie Ouest). La moyenne du volume d'arbres abattus dans ce bloc était de 3,11 m³/ha seulement car il est pauvre en essence de norme commerciale.

I -1-2 Site intact (CS7)

Le site CS7 se trouve à 7 km du croisement vers Belo-sur Tsiribihina et au Sud du camp de DPZ. Sa superficie est de 100 ha subdivisé aussi en quadrat de 25 m x 25 m (planche 2). Il est traversé par un ruisseau de direction Nord–Sud, par la rivière Kirindy en Est-Ouest. Cette rivière est saisonnière car elle manque d'eau pendant la saison sèche, sauf sur quelques points au niveau des rochers. Contrairement au bloc N5, il n'a pas été exploité car les arbres sont très pauvres en essence de norme commerciale.

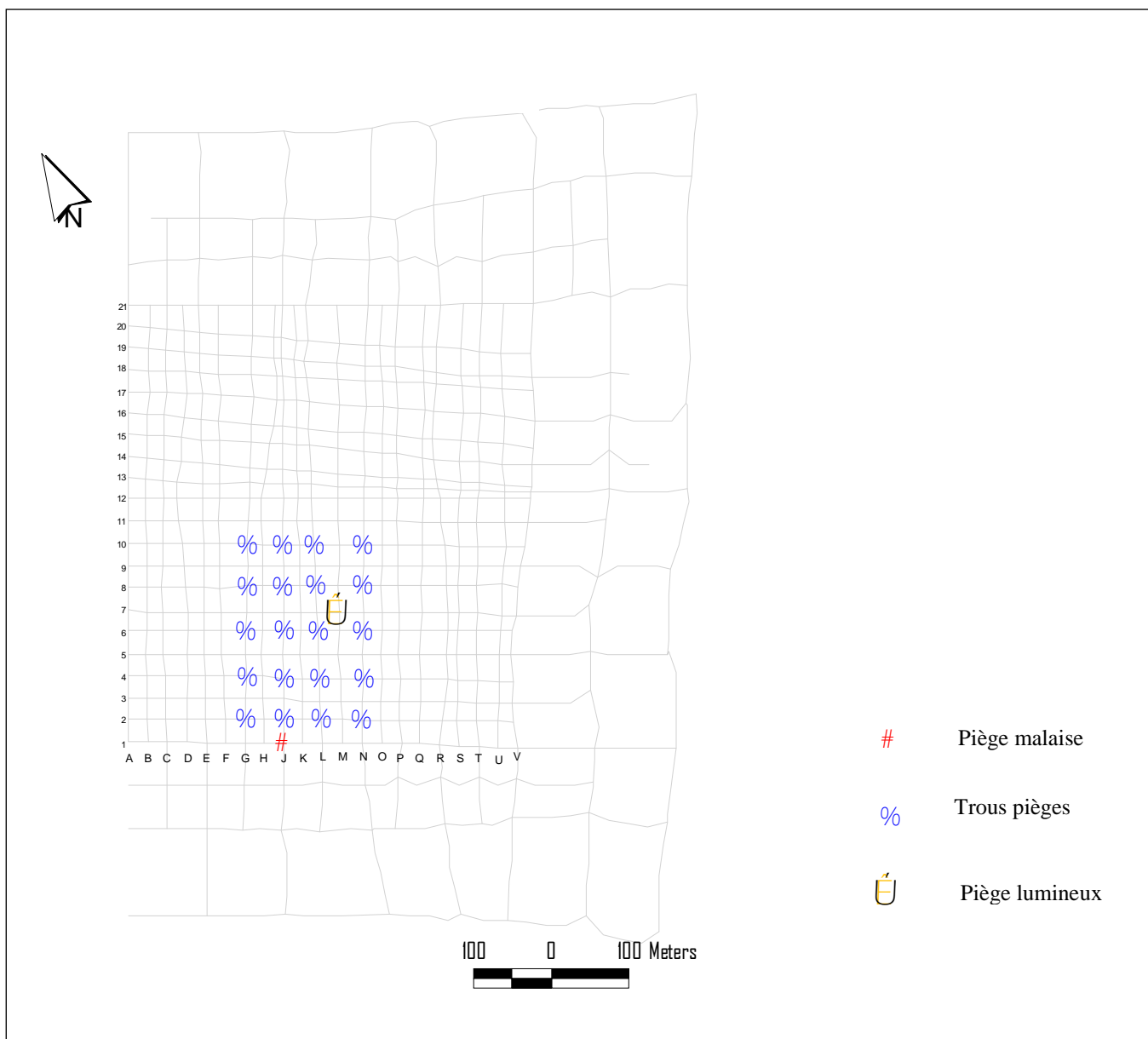


Planche 1 : Site exploité (N5) avec les localisations des pièges.

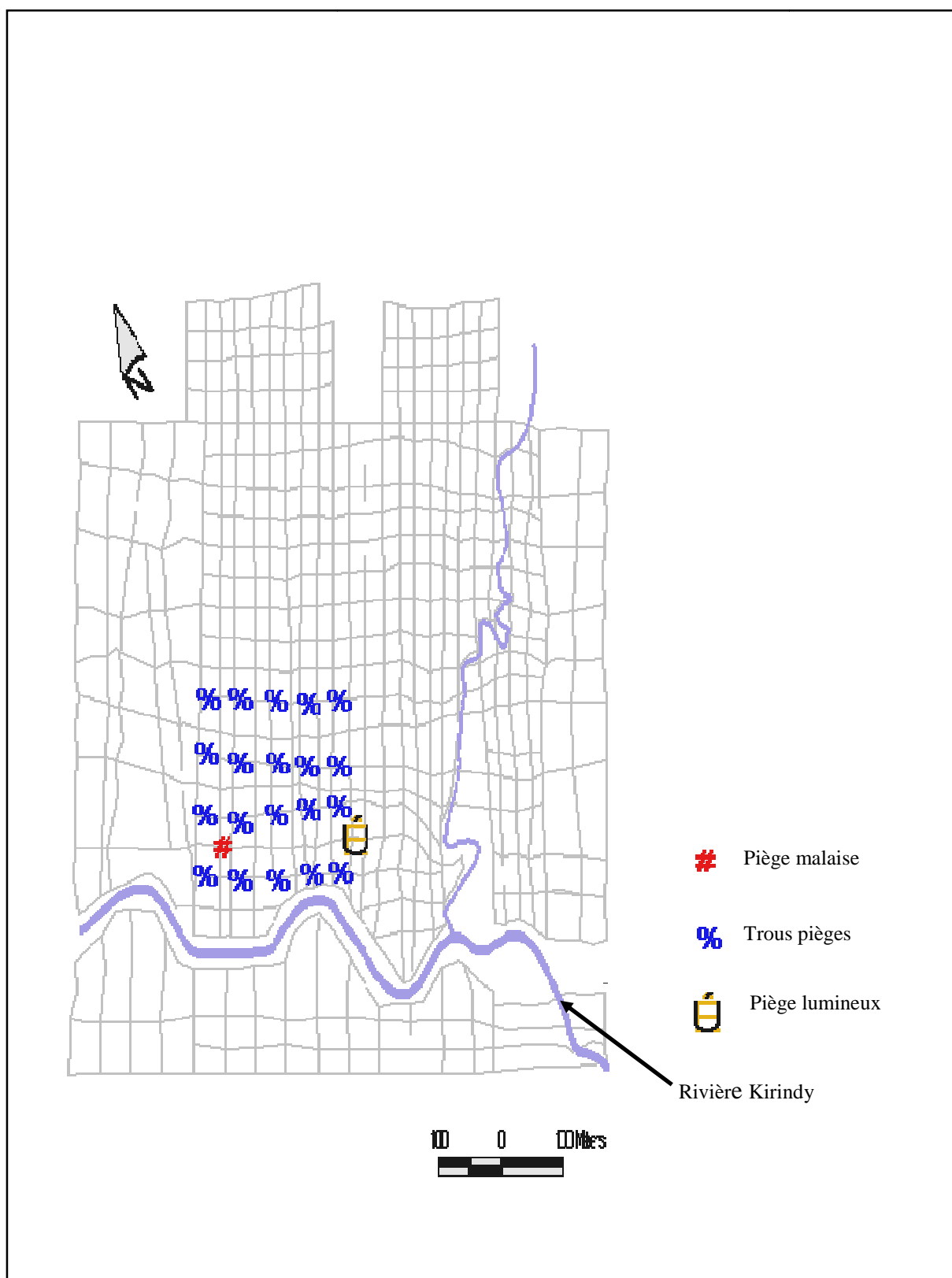


Planche 2 : Site intact (CS7) avec les localisations des pièges.

I.3- Climat

Le climat est du type tropical sec, avec deux saisons bien distinctes : une saison chaude et pluvieuse de novembre à mars/avril, et une saison sèche de mai à octobre (Ganzhorn, 1995 ; Sorg & Rhoner, 1996 ; Schmid & Kappeler, 1998 ; Sorg & al 2003). La température moyenne annuelle est de 24,7° C (1906 – 1984), mesurée à la station météorologique de Morondava). Les moyennes de maxima et de minima se situent respectivement à 30,7° C et 19,0° C. La moyenne de la précipitation calculée sur une période de 80 ans (1906 – 1984) est de 767 mm/an. Normalement les mois les plus pluvieux sont janvier et février, mais pour cette année 2005, le mois de février n'a que 20 mm de précipitation. Une augmentation est observée au début du mois de mars avec 162,5 mm de précipitation. Durant la période d'étude, les variables climatiques (température minimale et maximale, l'humidité relative minimale et maximale et la précipitation) ont été mesurés. Ces données climatiques ont été utilisées pour étudier les corrélations entre l'abondance des insectes et les variables climatiques.

Le graphe de la figure 1 montre que la courbe des températures coupe plusieurs fois la courbe des précipitations, ce qui indique la présence de saison sèche très sévère pour cette année 2005.

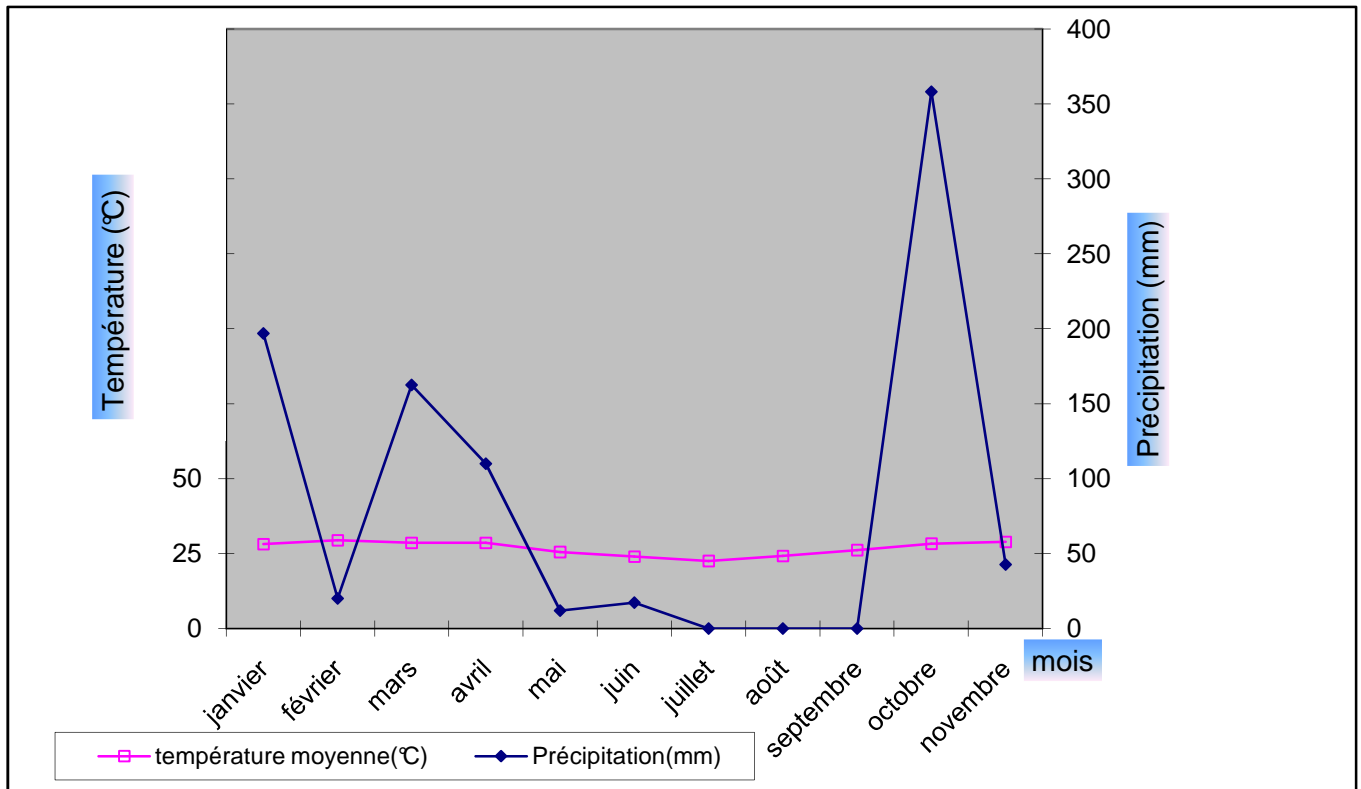


Figure 1 : Courbe ombrothermique de la forêt de Kirindy de l'année 2005 (DPZ, Kirindy).

I.4- Flore

La forêt de Kirindy est une forêt dense sèche caducifoliée caractérisée par la présence de deux espèces de Baobab *Andansonina za* et *Andansonina rubrostipa*. La présence des espèces xérophytiques à différentes variétés d'adaptation à la sécheresse est notée (chute des feuilles en saison sèche, système d'emmagasiner d'eau dans la racine ou dans la tige). Ces espèces sont représentées par *Pachypodium sp.*, *Adenia sp.*, *Euphorbia sp.* Donc, cette forêt se distingue par des caractères biologiques particuliers comme la caducité du feuillage, la structure à trois étages (inférieur, moyen, et supérieur), l'absence totale d'une strate herbacée (sauf sur les bords de route), l'abondance de liane, la floraison fréquente en saison sèche et plusieurs formes de xérophyllie (Ganzhorn & Sorg, 1996).

I. 5- Faune

La concession forestière de Kirindy est caractérisée par sa richesse faunistique. Elle renferme une très riche communauté de Primates et on y trouve une des plus fortes densités de Primates du monde (Ganzhorn et Kappeler, 1996). La présence de huit espèces de Lémuriens est notée, dont deux diurnes à savoir : *Eulemur rufus* et *Propithecus verreauxi verreauxi*, et six nocturnes : *Microcebus murinus*, *Microcebus berthae*, *Mirza coquereli*, *Cheirogaleus medius*, *Phaner furcifer* et *Lepilemur ruficaudatus* (Mittermeier & al, 1994). En plus des Lémuriens, des espèces d'herpétofaune comme *Pyxis planicauda*, *Oplurus cuvieri* (Ganzhorn & Sorg, 1996) et beaucoup d'autres sont présentes. On y trouve aussi le rongeur endémique caractéristique de la région de Morondava *Hypogeomys antimena* et le carnivore *Cryptoprocta ferox* (Rasamison, 1997). Enfin, la forêt abrite plusieurs espèces d'oiseaux comme *Mesitornis variegata*, *Falco zoniventris* et *Accipiter hensti* (Ganzhorn & Sorg, 1996).

I.6- Sol

La forêt de Kirindy repose sur des formations sédimentaires issues de grès de pliocène. Ceux-ci se composent essentiellement de schistes et de grès continentaux, avec des inclusions de dépôts lagunaires et marins. Ces formations sont recouvertes de nappes alluvionnaires récentes, sablo-argileuses, déposées par les fleuves qui s'écoulent de l'Est en Ouest (Silvio Covi, 1992). Les sols représentatifs de la zone ont été groupés en 4 types rattachés aux « sol ferrugineux

lessivés ». Ces sols sont poreux et caractérisés par une faible capacité de rétention d'eau favorisant un écoulement et assèchement rapide pendant la saison sèche.

Deuxième partie : MATERIELS ET METHODOLOGIE

II - MATERIELS ET METHODOLOGIE

II.1- Matériels vivants

II.1.1- Généralités sur la classe des insectes

Les Arthropodes (du grec arthron, «articulation» et podos, «pied») constituent l'embranchement le plus important du règne animal (Scholtz & Holm, 1986). Cet embranchement comporte les insectes, les Crustacés, les Myriapodes et les Araignées. La classe des insectes proprement dite comporte une trentaine d'Ordres, répartis en deux sous-classes : Aptérygotes et Ptérygotes :

- **Aptérygotes** : sous-classe d'insectes aptères n'ayant jamais eu d'ailes, à aucun stade de leur évolution et sans métamorphose ou à métamorphose incomplète.
 - Thysanura : poissons d'argent et alliés ;
 - Diplura;
 - Protura : petits insectes terrestres fousseurs ;
 - Collembola
- **Ptérygotes** : sous-classe d'insectes dont la forme adulte porte des ailes ou des vestiges d'ailes. Ce groupe comprend presque tous les insectes. Deux groupes y sont identifiables :
 - les Exoptérogotes, ou hémimétaboles, à métamorphose incomplète (oeuf, jeune à mue successive, adulte), sans stade nymphal immobile où les jeunes qui ressemblent aux adultes sont appelés larves ou "jeunes".
 - les Endoptérogotes, ou holométaboles, à métamorphose complète (oeuf, larve, pupa ou nymphe, adulte), avec un stade pupal immobile, où les jeunes, très différents des adultes, sont appelés larves. Les Ptérygotes regroupant en leur sein les 25 ordres suivant :

- Exoptérogotes ou hémimétaboles :
 - + Ephemeroptera : Ephémères
 - + Odonata : Odonates, libellules
 - + Plecoptera : Plécoptères (perles)
 - + Orthoptera : criquets, sauterelles, grillons...
 - + Phasmoptera : phasmes, phyllies
 - + Dermaptera : perce-oreilles ou forficules
 - + Embioptera : Embioptères

- + Dictyoptera : blattes, mantes
- + Isoptera : termites
- + Psocoptera : psoques ou poux des livres
- + Mallophaga : poux des oiseaux (tous aptères)
- + Anoplura : poux (tous aptères)
- + Hemiptera : Hémiptères
- + Heteroptera : punaises
- + Homoptera : cigales, cicadelles, pucerons, cochenilles
- + Thysanoptera : thrips
- Endoptérygotes ou holométaboles
 - + Nevroptera : Névroptères soit fourmilions, ascalaphes, chrysopes...
 - + Mecoptera : panorpes (mouches scorpions)
 - + Lepidoptera : lépidoptères ou papillons
 - + Trichoptera : phryganes
 - + Diptera : Diptères (mouches, moustiques...)
 - + Siphonaptera : puces (tous aptères)
 - + Hymenoptera : Hyménoptères (abeilles, guêpes, fourmis...)
 - + Strepsiptera : Strepsiptères
 - + Coleoptera : Coléoptères

II.2- Méthodologie.

Le présent travail a été effectué au cours de deux descentes sur terrain :

- ✓ le 12 Avril 2005 au 08 Juin 2005 ;
- ✓ le 26 Octobre 2005 au 30 Novembre 2005.

II.2.1- Pour les insectes.

a) Méthode de captures.

Pour avoir des informations sur leurs fluctuations saisonnières abondances, les insectes ont été capturés régulièrement par semaine en utilisant trois types de pièges différents.

➤ piège malaise

Ce type de piège consiste à l'interception des insectes volants : Diptères, Hyménoptères, Isoptères (Southwood & Henderson, 2000). Pour cela, un voile moustiquaire à surface bidirectionnelle de maille 1mm^2 et de dimension $1,5\text{m}^2$ a été installé perpendiculaire à la direction du vent (photo 2). Au sommet de ce piège, il y a un emplacement pour mettre un récipient ou une bouteille en plastique avec couvercle. Pour bien conserver les spécimens, une solution d'alcool 90% a été mise dans le bocal. Les insectes interceptés ont tendance à monter et vont finir par tomber dans la solution d'alcool. Deux pièges malaises ont été utilisés, l'un à N5 (J1) et l'autre à CS7 (P7). Après la récolte, les contenus du bocal ont été portés à la station de recherche de Kirindy pour être identifiés au laboratoire.



Photo 2 : Piège malaise (photo : M. DAMMHAHN 2005).

➤ trou piège ou pitfall ;

Ce type de piège consiste à capturer les insectes rampant sur le sol (Formicidae, Coléoptères, Collembolles). Pour cela, 20 gobelets plastiques de 18cm de diamètre ont été utilisés sur une surface de 200m x 250m (photo3). Chaque piège est séparé d'une distance de 50m. Le principe consiste à enfoncer dans le sol le gobelet de façon que sa bordure supérieure soit au même niveau de la surface du sol. Après avoir enlevé tous les débris, une solution d'alcool 35% a été mise dans le récipient pour tuer et conserver tous les insectes capturés pendant la période de récolte (durant approximativement 16 heures). Ces pièges ont été posés vers 16h00 de l'après-midi et récoltés le lendemain matin à 7h00. Pendant la période de pluie, il faut mettre un couvercle au dessus de chaque piège pour empêcher l'eau de pluie d'y pénétrer. Après la récolte, les spécimens ont été portés à la station de recherche de Kirindy pour être identifiés au laboratoire.



Gobelet plastique

Photo 3: Piège pitfall (photo: M. DAMMHAHN 2005).

➤ piège lumineux ;

Ce type de piège consiste à attraper les insectes volants nocturnes. Pour cela une lampe à néon a été accrochée au sommet intérieur d'un voile arrondi de 4m de diamètre (photo 4). Cette lampe a été allumée par une batterie de 12 V et 8W. Le principe consiste à capturer avec la main à l'aide d'un bocal contenant un bout de papier hygiénique éthérifié (pour asphyxier) tous les insectes attirés et/ou déviés par la lumière. La chasse nocturne dure six heures et séparée en deux périodes : de 18h00 à 21h00 et de 21h00 à 24h00, en tournant autour du voile. Ce travail nocturne a été fait une fois par semaine dans chaque site au M07 dans le site exploité (N5) et au P09 à CS7. Après la chasse nocturne, les spécimens ont été portés à la station de recherche de Kirindy pour être identifiés au laboratoire.



Photo 4 : Travail nocturne avec le piège lumineux (photo : M. DAMMHAHN 2005).

b) Identification

Le travail de laboratoire permet d'identifier, de compter, de mesurer et de conserver les spécimens obtenus.

Après chaque récolte, les insectes capturés ont été déterminés au laboratoire. Ils ont été séparés par Ordres, puis compter et mesurer (pour séparer la classe de taille). Le travail d'identification a été fait à l'aide des manuels bibliographiques (Scholtz & Holm, 1986; Chinery, 1993), à l'œil nu et/ou avec la loupe binoculaire (photo5).

Pour la classification, une règle graduée a été placée sous une lame de verre pour mesurer et classer les différentes classes de taille. Les insectes ont été repartis en trois catégories : les insectes inférieurs à 10 mm classés «petits», les insectes de 10 mm à 15 mm «moyens» et les insectes supérieurs à 15 mm «grands».

Après le travail de laboratoire, tous les spécimens ont été conservés dans des piluliers avec une solution d'alcool à 70°C



Photo 5 : Travail d'identification au laboratoire
avec la loupe binoculaire (photo: M.DAMMHAHN 2005).

II.2.2- Pour les plantes.

La récolte des données sur la phénologie des plantes dans les deux blocs forestiers a été faite durant cette étude avec l'aide d'un assistant du DPZ. Le principe consiste à récolter toutes les données sur la production des feuilles, des fleurs et des fruits.

Les suivis phénologiques ont été faits une fois toutes les deux semaines dans chaque site. Pour ce faire, des lignes de transect déjà existantes ont été utilisées :

- la ligne 2 (de K2 jusqu'à O2) pour le site CS7, avec une distance de 100m où 40 pieds d'arbres ont été suivis ;
- la ligne K (de K1 jusqu'à K5) pour le site N5, sur une distance de 100m. Sur cette dernière, 40 pieds d'arbres ont été suivis.

Tous les pieds d'arbres suivis ont été numérotés et colorés en rouge (photo 6). L'observation a été réalisée à l'aide d'une jumelle.

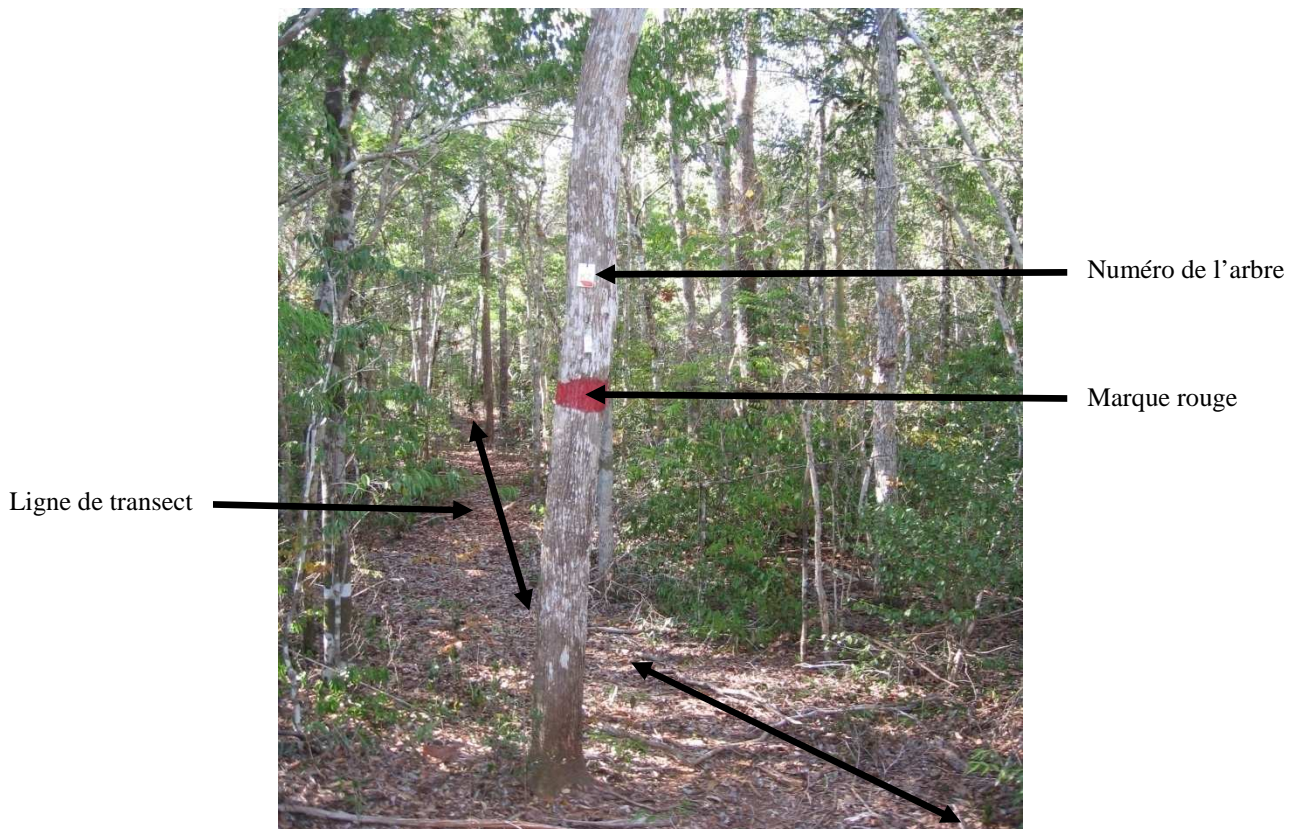


Photo 6 : Ligne de transect phénologique dans le site N5
(photo : M. DAMMHAHN 2005).

Les données phénologiques ont été classées de 0 à 4 :

- 0 correspond à 0% de production ;
- 1 correspond à 25% de production ;
- 2 correspond à 50% de production ;
- 3 correspond à 75% de production ;
- 4 correspond à 100% de production.

Dans cette étude, il est important de connaître la production saisonnière de feuilles, de fleurs et de fruits par les plantes pour savoir l'abondance des nourritures disponibles pour les insectes. Donc, les corrélations entre les variations d'abondance saisonnière des insectes et les données phénologiques des plantes ont été analysées.

II.2.3- Méthode statistique.

a) Choix des tests statistiques.

Les tests statistiques ont été choisis suivant le type des données à analyser :

- si les données ont une distribution normale, les tests paramétriques ont été utilisés (test de Pearson, test t) ;
- si les données n'ont pas une distribution normale, les tests non paramétriques ont été utilisés (test de Spearman, test de Mann Whitney).

b) Test de normalité (test de Kolmogorov Smirnov)

Ce test peut être utilisé pour vérifier la normalité de n'importe quelle distribution (Zar, 1984). C'est un test non paramétrique permettant de vérifier l'ajustement d'une fonction de répartition observée sur un échantillon à une fonction de répartition théorique.

Le test de Kolmogorov Smirnov est indispensable pour vérifier si les données sur les fluctuations d'abondance saisonnière des insectes, sur les variables climatiques et sur les productions des plantes suivent une distribution normale.

Une première étape consiste à calculer les fréquences relatives cumulées (pourcentage) des distributions théoriques et observées. Soit $F_0(i)$ le pourcentage cumulé observé jusqu'à la modalité i de la distribution et $F_t(i)$ le pourcentage cumulé théorique. Pour chaque modalité, il est possible de calculer la différence entre $F_0(i)$ et $F_t(i)$. On s'intéresse à la valeur absolue de la différence maximale existant entre ces deux fréquences cumulées telle que :

$$D = \max |F_0(i) - F_t(i)|$$

Dans un second temps, on compare cette valeur à celle de la table du D Kolmogorov-smirnov, pour un risque α donné. Si on considère un risque α de 5% et si l'effectif des observations est supérieur à 35, la valeur de D peut être donnée approximativement par la formule suivante :

$$D = \frac{1,36}{\sqrt{n}}$$

Si D calculé est supérieur au D de la table pour un seuil donné, avec une probabilité supérieure à 0,05 ($p > 0,05$), la distribution de la population suit une loi normale.

Si D calculé est inférieur au D de la table, avec une probabilité inférieure à 0,05 ($p < 0,05$), la distribution de la population ne suit pas une loi normale.

c) Etude de corrélation par test de corrélation Pearson.

C'est un test paramétrique utilisé pour la mesure de relation entre deux séries d'observation. Le coefficient de corrélation est désigné par « r ». Il est utilisé afin de savoir la relation qui existe entre la fluctuation saisonnière d'abondance des insectes et les variables climatiques.

Ce coefficient est donné par la formule ci-dessous :

$$r = \frac{Cov(x, y)}{S_x S_y}$$

r : coefficient de corrélation ;

$S_x S_y$: déviation standard de x et de y ;

$Cov(x, y)$: covariance de x et de y , donnée par la formule ci-après :

$$Cov(x, y) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})$$

Où \bar{X} : moyenne de la première série d'observation ;

\bar{Y} : moyenne de la deuxième série d'observation ;

n : nombre d'observation.

Le coefficient de corrélation peut prendre la valeur -1 et +1.

- si $0 < r < 1$, la corrélation est positive et l'augmentation d'une variable accompagne l'accroissement de l'autre ou encore la diminution de cette variable suit le décroissement de l'autre ;
- si $-1 < r < 0$, il y a une corrélation négative, cela indique que les deux variables évoluent dans le sens contraire, c'est-à-dire l'accroissement d'une variable provoque la diminution de l'autre ;
- si $r = +1$, il y a une forte corrélation positive entre les deux séries d'observation. Tous les points se trouvent sur la même droite appelée droite de régression ;
- si $r = -1$, il y a une forte corrélation négative entre les deux séries d'observation ;

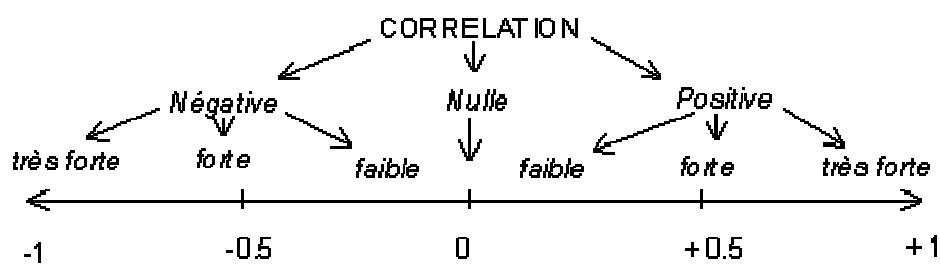
- si $r = 0$, il n'y a pas de corrélation entre les deux variables pour le modèle linéaire mais il peut y avoir une corrélation dans un autre modèle.

La limite inférieure r_0 pour qu'il y ait une liaison entre deux variables est donnée par la table de coefficient de corrélation avec un degré de liberté ν .

Tel que $\nu = n - 2$, avec n nombre d'observation.

- si $r < r_0$: la corrélation est nulle et les deux variables sont indépendantes ;
- si $r > r_0$: la liaison est significative entre les deux variables.

On peut schématiser comme ci-dessous la mesure de relation entre les deux variables.



Le programme SPSS version 10.0 sous Windows a été utilisé pour l'exécution de toutes ces analyses.

d) Test de comparaison (test t de Student)

Le test t est appliqué afin de comparer statistiquement la fluctuation saisonnière d'abondance des insectes dans les deux sites CS7 et N5 et de mettre en évidence l'effet de l'exploitation sélective de la forêt et la présence de la rivière Kirindy. Le principe est basé sur l'hypothèse nulle H_0 qui signifie que la fluctuation saisonnière d'abondance des insectes est identique quel que soit l'état de la forêt et la présence ou non de la rivière. Pour cela, les données obtenues pour chaque type de piège ont été utilisées pour la comparaison.

Ce test t est aussi utilisé pour l'étude de la période d'activité des insectes nocturnes. Le principe est basé sur l'hypothèse nulle H_0 qui signifie que les insectes sont actifs durant toute la nuit.

Pour ce test, il s'agit de comparer la valeur de t calculée avec celle lue sur la table de student. Si $t_c < t$ table, l'hypothèse nulle est acceptée. La valeur de t est donnée par la formule suivante :

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{S(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}$$

Avec : $S(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)$ est l'écart-type de deux populations ;

$$S(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \sqrt{S_1 + S_2}$$

\bar{X}_1 : moyenne de la population 1 ;

\bar{X}_2 : Moyenne de la population 2.

Et S_1 et S_2 sont les variances respectives de la population 1 et 2.

Pour faire ce test t , outre la normalité des données, il faut que les variances de la population soient égales (homogène). Pour cela, la probabilité p doit être supérieure à 0,05 ($p > 0,05$).

Le programme SPSS version 10.0 sous Windows a été utilisé pour l'exécution de ces analyses.

Troisième partie : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

III - RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Au total, 16916 insectes repartis dans 13 Ordres ont été collectés. Les six Ordres les moins abondants constituent 0,72% seulement des insectes interceptés (Collemboles, Dermoptères, Héteroptyères, Isoptères, Neuroptères et Odonates). Les restes ont été représentés par des Dictyoptères (1,47%), des Orthoptères (3,11%) des Coléoptères (6,75%), des Diptères (9,66%), des Lépidoptères (25,67%) et des Hyménoptères (52,34%).

III.1- Résultats de captures d'insectes.

III.1- Dans le site exploité (N5)

a) Insectes du sol

Tableau 1 : Répartition des classes de taille d'insectes du sol.

Mois	Classes de taille			Somme
	Petite	Moyenne	Grande	
avril	981	121	2	1104
	440	1	0	441
Mai	397	51	0	448
	298	95	0	393
	20	11	0	31
juin	130	38	0	168
octobre	465	22	0	487
Novembre	166	12	0	178
	114	3	4	121
	231	84	7	322
Total	3242	438	13	3693
Pourcentage(%)	87,78	11,86	0,35	

Le tableau 1 représente la répartition des différentes classes de taille d'insectes du sol dans le site exploité (N5). D'après ce tableau, la majorité sont les insectes de petite taille avec 3242 individus (87,78%), suivis par ceux de taille moyenne 438 individus (11,86%) et enfin ceux de grande taille 13 individus (0,35%). La figure 2 donne plus d'information sur la fluctuation saisonnière d'abondance de ces différentes classes de taille d'insectes.

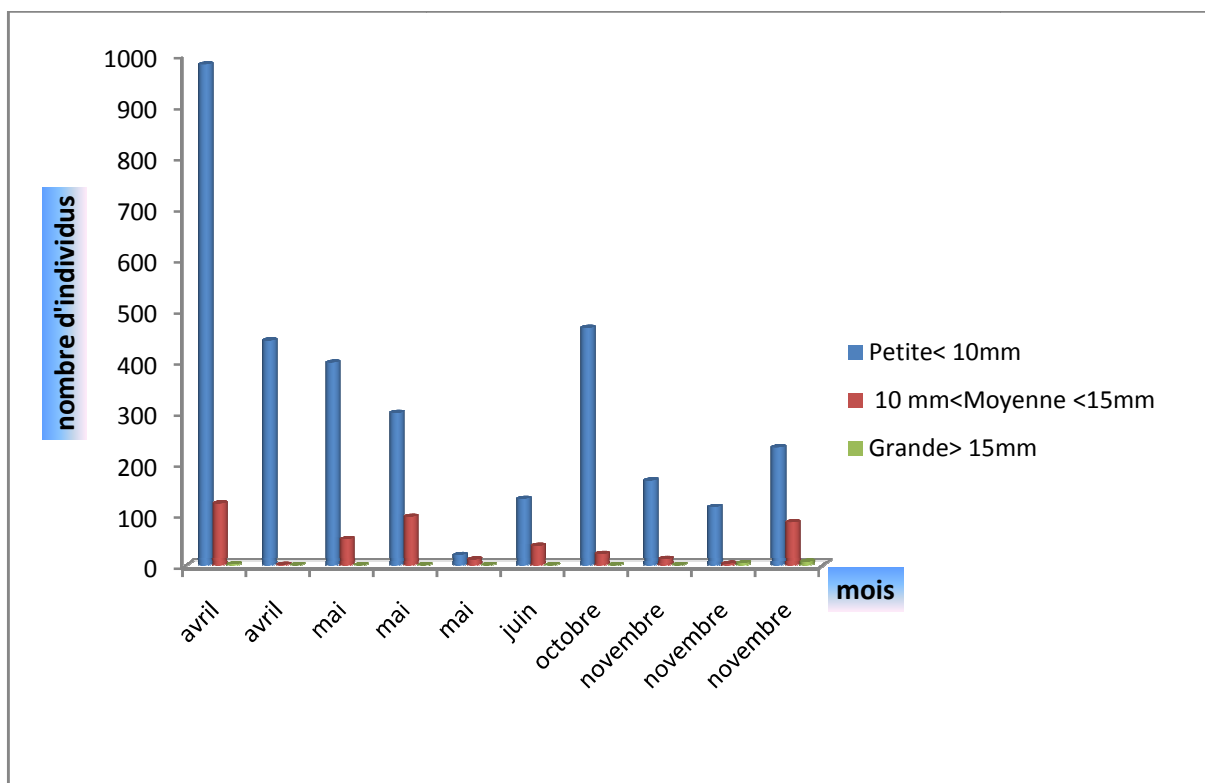


Figure 2 : Variation saisonnière d'abondance des différentes classes de taille d' insectes du sol dans le site exploité (N5).

D'après la figure 2, la majorité des insectes du sol dans le site N5 est ceux de petite taille avec 3242 individus (87,78%). Les insectes de grande taille ne sont pas figurés ici car leurs nombres sont négligeables (13 individus). Pour la variation saisonnière d'abondance, le nombre total des insectes interceptés par capture diminue progressivement jusqu'à la cinquième collecte (mai) avec le nombre minimum de 31 individus (0,83%). Ce nombre augmente un peu à la sixième et dernière capture 168 individus (4,54%) de la première période de recherche (juin 05). La diminution du nombre des insectes capturés est observée avec l'arrivée de la saison sèche. Cette observation est vérifiée par les résultats des captures durant la deuxième période de recherche (octobre-novembre 05). L'arrivée de la première pluie au mois d'octobre provoque

déjà l'augmentation du nombre des insectes interceptés dès la première capture 487 individus (13,18%). Ce nombre diminue de nouveau au mois de novembre avec 178 individus (4,8%) et 121 individus (3,2%). Le début de la saison de pluie (mi- novembre) provoque la reprise du nombre des insectes interceptés 322 individus (8,73%).

Pour les insectes du sol (Formicidae, Coléoptères, Orthoptères), l'augmentation d'abondance ne coïncide pas avec la saison sèche, c'est-à-dire la sécheresse ne favorise pas le développement de ces insectes.

a) Insectes volants.

Tableau 2 : Répartition des classes de taille d'insectes volants.

mois	Classes de taille			Somme
	Petite	Moyenne	Grande	
avril	26	0	4	30
	25	1	1	27
mai	36	9	2	47
	31	8	3	42
	27	4	1	32
	20	3	0	23
	26	26	2	54
juin	24	10	22	56
	67	8	1	76
octobre	135	39	3	177
	93	119	18	230
novembre	180	82	34	296
	141	67	28	236
Total	831	376	119	1326
Pourcentage(%)	62,66	28,35	8,97	

Le tableau 2 représente la répartition des différentes classes de taille d'insectes volants. D'après ce tableau, les insectes de petite taille sont les plus nombreux avec 831 individus (62,66%) suivis par ceux de taille moyenne 376 individus (28,35%) et enfin ceux de grande taille 119 individus (8,97%). La figure 3 donne plus d'information sur la fluctuation saisonnière d'abondance de ces différentes classes de taille d'insectes.

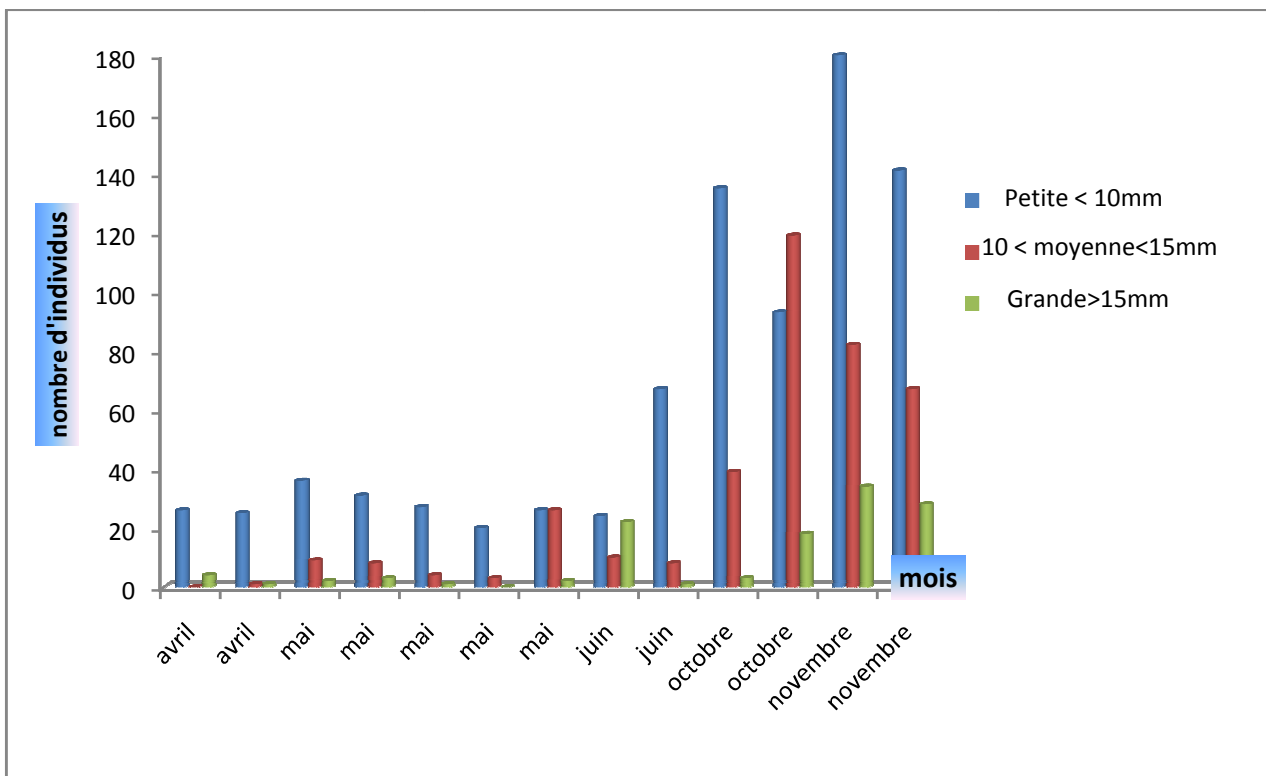


Figure 3 : Variation saisonnière d'abondance des différentes classes de taille d' insectes volants dans le site exploité (N5).

Pour le cas des insectes volants, les trois classes de taille sont toutes représentées ici. Les insectes de petite taille sont toujours les plus nombreux (62,66%). Pour la variation d'abondance saisonnière, le nombre des insectes capturés durant la première période de recherche (avril-juin 05) est très différent à ce de la deuxième période de recherche (octobre- novembre 05) individus. La première avec 387 individus (29,19%) contre la seconde avec 939 individus (70,81%). L'arrivée de la première pluie (octobre) et le début de la saison humide (mi- novembre) a favorisé le développement des insectes volants. Cela explique l'augmentation du nombre des insectes interceptés durant la deuxième période de recherche (octobre- novembre 05).

Même remarque pour le cas des insectes volants, l'accroissement d'abondance ne coïncide pas avec la saison sèche, c'est-à-dire la secheresse ne favorise pas le développement de ces insectes.

b) Insectes nocturnes.

Le tableau 3 montre la répartition des différentes classes de taille d'insectes nocturnes. Dans le cas d'insectes nocturnes, les insectes de petite taille sont toujours les plus nombreux avec 2323 individus (57,85%) suivis par ceux de grande taille 921 individus (22,38%) et enfin ceux de taille moyenne 771 individus (19,20%). La figure 4 donne plus d'information sur la variation d'abondance de ces différentes classes de taille d'insectes.

Tableau 3 : Répartition des classes de taille d'insectes nocturnes.

Date	Classes de taille			Somme
	Petite	Moyenne	Grande	
avril	323	20	12	355
mai	228	37	8	273
	102	12	14	128
	166	69	19	254
juin	102	49	5	156
octobre	319	182	73	574
novembre	470	84	39	593
	255	112	30	397
	230	151	120	501
	128	55	601	784
Total	2323	771	921	4015
Pourcentage(%)	57,85	19,20	22,38	

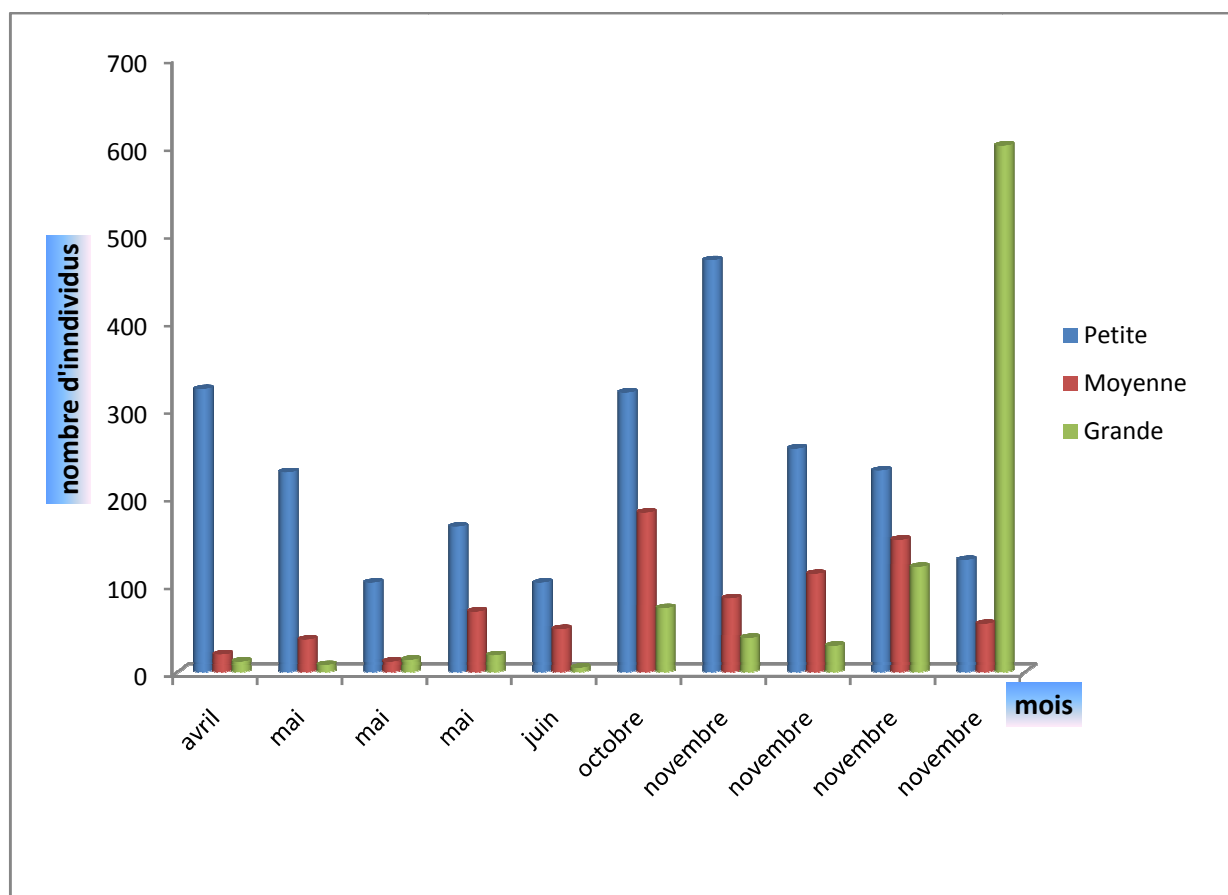


Figure 4: Variation saisonnière d’abondance des différentes classes de taille d’ insectes nocturnes dans le site exploité (N5).

Les trois classes de taille sont représentées ici. Pour la fluctuation d’abondance, le nombre d’insectes nocturnes capturés durant la première période de recherche (avril-juin 05) dans le site N5 est très différent avec celui de la deuxième période de recherche (octobre- novembre 05). La première avec 1166 individus (29%) contre la seconde avec 2849 individus (71%). La présence majeure des insectes de grande taille est très remarquable durant la dernière collecte de novembre. Durant cette période, la saison de pluie commence et les grands Lépidoptères nocturnes arrivent déjà au terme de leur développement. Cela explique l’augmentation notable de leur nombre 601 individus (14,96%) durant la dernière collecte de novembre.

En général, dans cet écosystème forestier, les insectes de petite taille sont les plus nombreux suivis par ceux de taille moyenne et enfin ceux de grande taille. L’arrivée de la saison de pluie favorise le développement des larves d’insectes et cela entraîne par la suite

l'augmentation de nombre des insectes interceptés durant la deuxième période de recherche (octobre- novembre 05).

III.1.2- Dans le site intact (CS7)

d) Insectes du sol

Tableau 4 : Répartition des classes de taille d'insectes du sol.

Date	Classes de taille			Somme
	Petite	Moyenne	Grande	
avril	750	2	9	761
	372	17	1	390
mai	323	0	0	323
	219	9	2	230
avril	144	1	0	145
	84	3	0	87
octobre	157	37	5	199
novembre	185	7	5	197
	48	15	3	66
	136	10	8	154
	212	19	4	235
Total	2630	120	37	2787
Pourcentage(%)	94,36	4,30	1,32	

Le tableau 4 représente la répartition des différentes classes de taille d'insectes du sol dans le site CS7. D'après ce tableau, les insectes de petite taille sont largement majoritaires avec 2630 individus (94,36%) suivis par ceux de taille moyenne avec 120 individus (4,30%) et enfin ceux de grande taille avec 37 individus (1,32%). La figure 5 donne plus d'information sur la fluctuation saisonnière d'abondance de ces différentes classes de taille d'insectes.

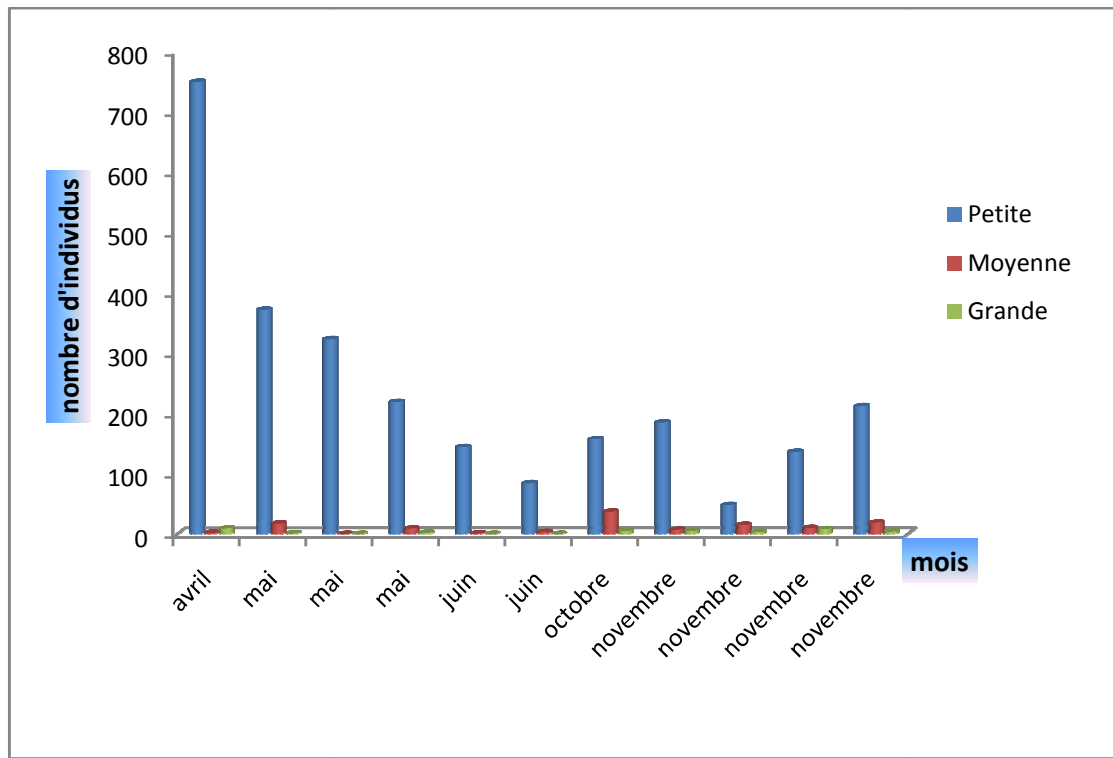


Figure 5 : Variation saisonnière d'abondance des différentes classes de taille d' insectes du sol dans le site intact (CS7).

Comme dans le site N5, la majorité d' insectes volants dans le site CS7 est ceux de petite taille. La fluctuation d'abondance est très claire ici. Une diminution progressive du nombre des insectes capturés est observée jusqu'à la fin de la première période de recherche (juin) avec 87 individus (3,12%). L'arrivée de la saison sèche favorise le déclin. Durant la deuxième période de recherche (octobre- novembre 05), l'arrivée de la première pluie au mois d'octobre provoque l'augmentation du nombre des insectes interceptés 199 individus (7,06%). Ce nombre diminue de nouveau vers la troisième collecte (novembre) avec 66 individus (2,36%). Le début de la saison de pluie (mi- novembre) provoque la reprise du nombre des insectes interceptés 154 (5,52%) individus et 235 individus (8,43%) pour la dernière collecte.

Pour les insectes du sol (Formicidae, Coléoptères, Orthoptères), l'augmentation d'abondance ne coïncide pas avec la saison sèche, c'est-à-dire la sécheresse ne favorise pas le développement de ces insectes.

e) Insectes volants

Tableau 5: Répartition des classes de taille d'insectes volants.

Date	Classes de taille			Somme
	Petite	Moyenne	Grande	
avril	116	39	16	171
mai	26	0	0	26
	12	5	0	17
	85	52	15	152
	55	40	14	109
	25	15	2	42
novembre	382	232	52	666
	377	289	76	742
	916	381	126	1423
Total	1994	1053	301	3348
Pourcentage(%)	59,55	31,45	8,99	

Le tableau 5 représente la répartition des différentes classes de taille d'insectes volants dans le site CS7. D'après ce tableau, les insectes de petite taille sont les plus nombreux avec 1994 individus (59,55%) suivis par ceux de taille moyenne avec 1053 individus (31,45%) et enfin ceux de grande taille avec 301 individus (8,99%). La figure 6 donne plus d'information sur la fluctuation saisonnière d'abondance de ces différentes classes de taille d'insectes.

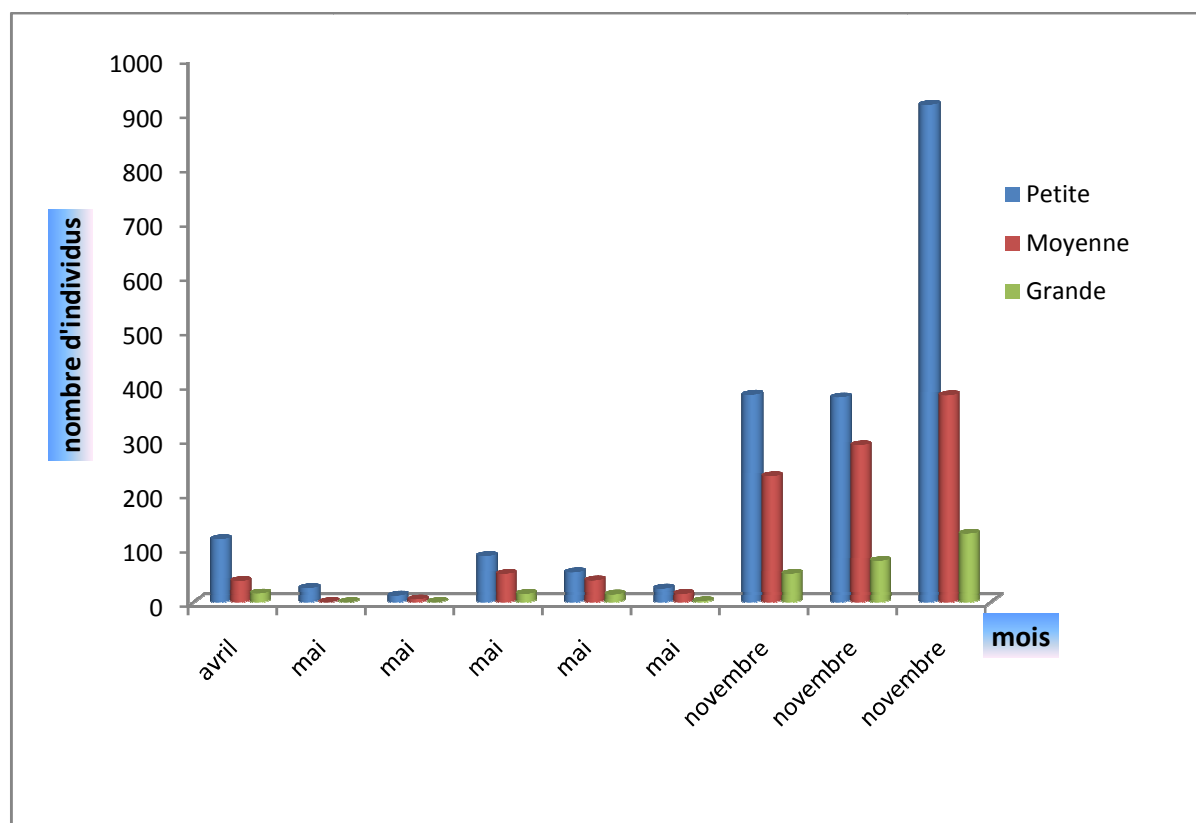


Figure 6: Variation saisonnière d'abondance des différentes classes de taille d' insectes volans dans le site intact (CS7).

Pour le cas des insectes volants, les trois classes de taille sont toutes représentées ici. Les insectes de petite taille sont toujours les plus nombreux. Pour la variation d'abondance saisonnière, le nombre des insectes capturés durant la première période de recherche (avril-juin 05) sont très différents à ceux de la deuxième période de recherche (octobre- novembre 05). La première avec 517 individus (15,44%) contre la seconde avec 2831 individus (84,45%). L'arrivée de la première pluie (octobre) et le début de la saison humide (mi- novembre) a favorisé le développement des insectes volants. Cela explique l'augmentation du nombre des insectes interceptés durant la deuxième période de recherche (octobre- novembre 05).

f) Insectes nocturnes.

Tableau 6: Répartition des classes de taille d'insectes nocturnes.

Mois	Classe de taille			Somme
	Petite	Moyenne	Grande	
avril	571	67	22	660
	121	32	7	160
Mai	135	29	13	177
	117	40	2	159
	204	78	20	302
juin	74	21	5	100
	128	48	13	189
Total	1350	315	82	1747
Pourcentage(%)	77,27	18,03	4,46	

Le tableau 6 montre la répartition des différentes classes de taille d'insectes nocturnes. Les insectes de petite taille sont toujours les plus nombreux avec 1350 individus (77,27%) suivis par ceux de taille moyenne avec 315 individus (18,03%) et enfin ceux de grande taille avec 82 individus (4,46%). La figure 4 donne plus d'information sur la variation d'abondance de ces différentes classes de taille d'insectes.

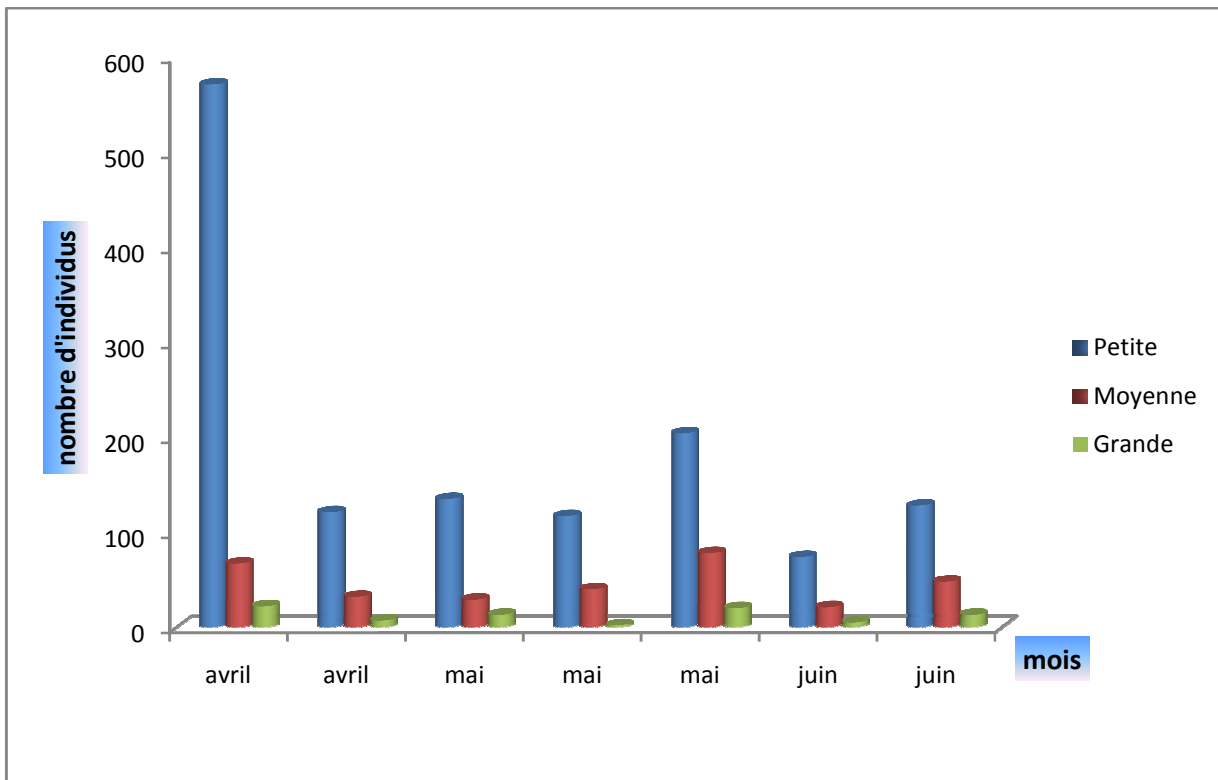


Figure 7 : Variation saisonnière d’abondance des différentes classes de taille d’ insectes nocturnes dans le site intact (CS7).

Les trois classes de taille sont représentées ici. Dans le site intact, l’étude de la fluctuation d’abondance d’insectes nocturnes a été effectuée seulement durant la première période d’étude (avril-juin). Le nombre des insectes capturés diminue dès la deuxième capture d’avril avec 160 individus (9,15%). Il reste autours de ce nombre jusqu’à la dernière collecte du juin sauf pour la dernière collecte de mai où il y a une augmentation du nombre des individus capturés avec 302 individus (17,28%). L’arrivée de la saison sèche et l’hiver défavorise le développement des larves d’insectes et cela entraine par la suite le déclin du nombre des insectes nocturnes au mois de juin.

III.1.3- Abondance suivant la classe de taille des différents Ordres d'insectes.

a) Dans le site exploité (N5)

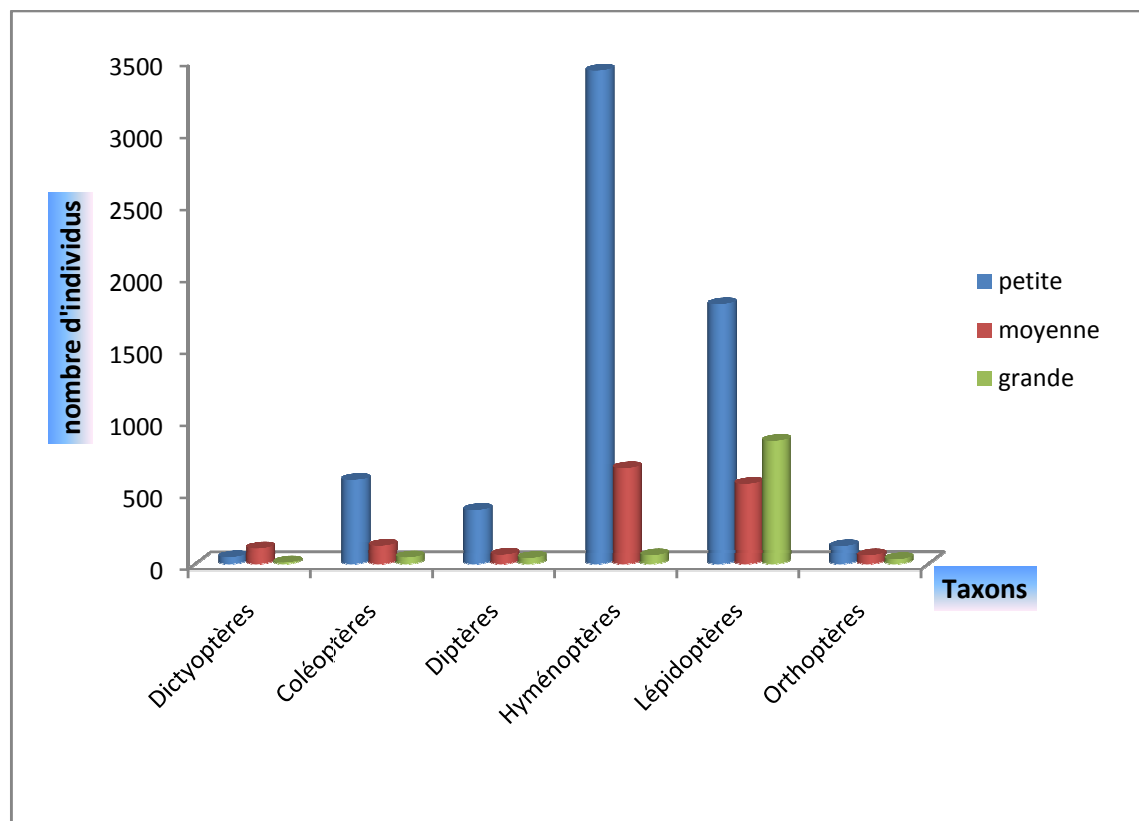


Figure 8 : Histogramme de classes de taille des différents Ordres d'insectes capturés dans le site exploité (N5).

Dans le site N5, la majorité des insectes de petite taille est formée par des Hyménoptères avec 3428 individus (53,91%). Les restes sont composés par des Lépidoptères avec 1804 individus (28,37%), ensuite par des Coléoptères avec 583 individus (9,16%), puis par des Diptères avec 374 individus (5,88%), par des Orthoptères avec 122 individus (1,91%) et enfin par des Dictyoptères avec seulement 47 individus (0,7%). Pour le cas des tailles moyennes, les Hyménoptères sont encore les plus nombreux avec 665 individus (45,29%) suivis par des Lépidoptères avec 556 individus (37,87%), ensuite par des Coléoptères avec 125 individus (8,51%), puis par des Dictyoptères avec 107 individus (7,28%) et enfin par des Diptères et Orthoptères avec 122 individus (8,31%). Les insectes de grandes tailles sont formés généralement par des Lépidoptères avec 854 individus (82,11%).

Dans la majorité des cas, les insectes de petite taille sont les plus abondants, suivis par ceux de taille moyenne et enfin ceux de grande taille. Cependant, il existe des exceptions pour les cas des Lépidoptères et des Dictyoptères. Pour les Lépidoptères, les insectes de grande taille sont plus nombreux que ceux des tailles moyennes (854 individus contre 556) et pour les Dictyoptères, les insectes de taille moyenne sont plus abondants que ceux de petite taille (107 individus contre 47). Dans l'écosystème forestier, cette situation est normale car les insectes de petite taille font partie des ressources alimentaires pour les autres. Durant la collecte, ce sont eux aussi les plus faciles à capturer par les différents types de piège. Par exemple, pour le cas de piège lumineux, les insectes de petite taille sont les plus attirés ou déviés par la lumière suivis par les insectes de taille moyenne. Cette distribution d'abondance par classe de taille est très utile pour savoir la disponibilité de biomasse dans la forêt.

b) Dans le site intact (CS7)

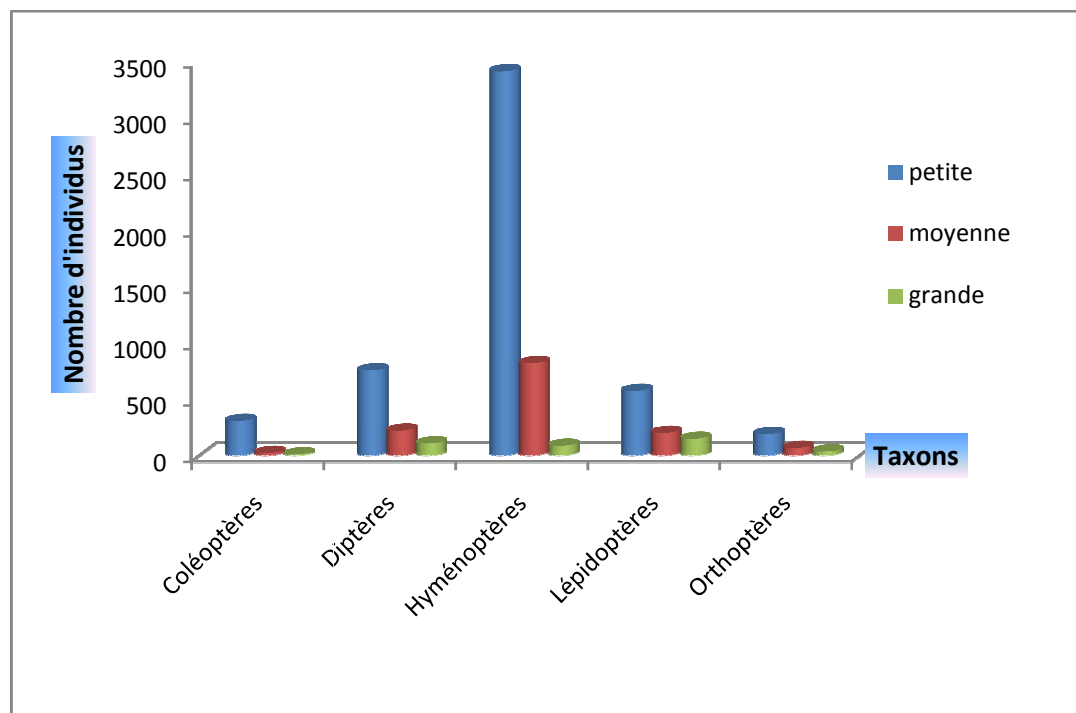


Figure 9 : Histogramme de classes de taille des différents Ordres d'insectes capturés dans le site intact (CS7).

Comme dans le site N5, les insectes de petite taille sont les plus nombreux avec 5230 individus (75,44%) suivis par ceux de taille moyenne avec 1322 individus (19,07%) et c'est toujours ceux de grandes tailles les moins nombreux avec 380 individus (5,48%).

III.2- Production de plantes.

Les valeurs de la production de plantes (en feuilles, en fleurs, et en fruits) dans le site N5 sont représentées dans l'annexe 16 et ceux du CS7 dans l'annexe 17. Pour les deux sites, ces valeurs sont presque équivalentes durant les deux périodes de recherche. Pour plus d'informations sur la variation saisonnière de production de plante dans les deux sites, les figures 10 et 11 donnent plus de détails.

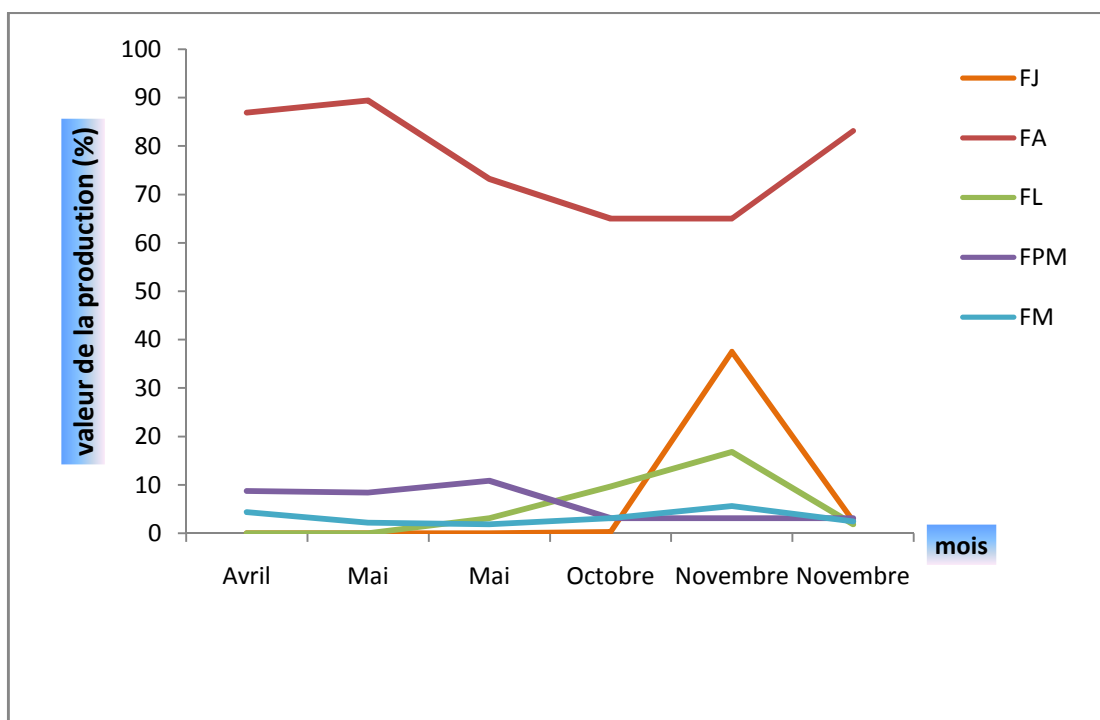


Figure 10 : Variation de la production de plantes dans le site exploité (N5).

FJ : feuille jeune ;

FA : feuille adulte ;

FL : fleur ;

FPM : fruit pas mûr ;

FM : fruit mûr.

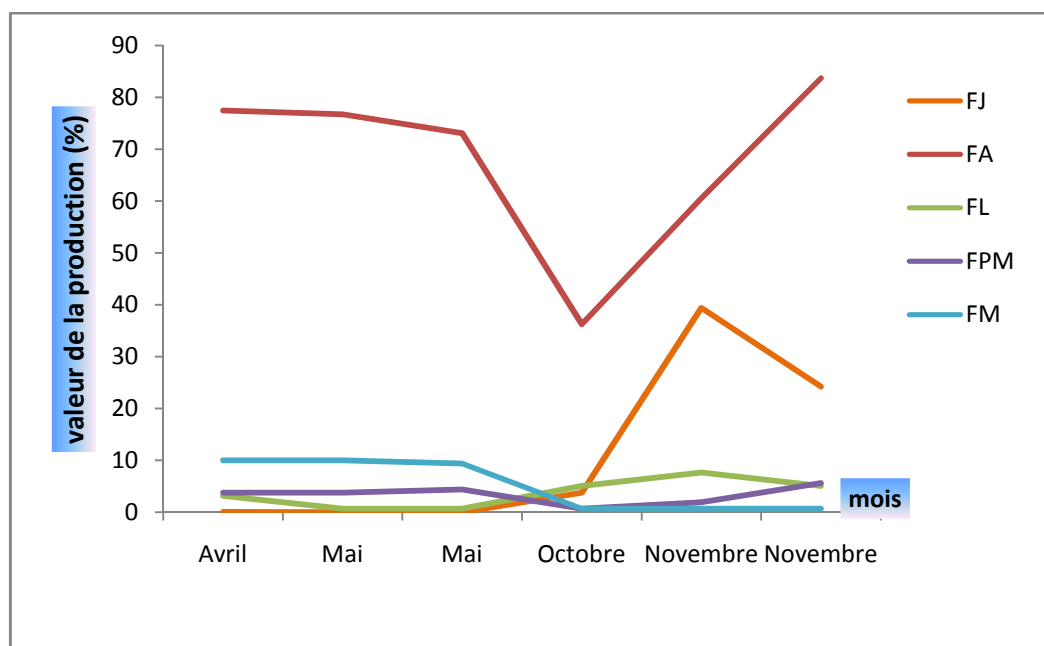


Figure 11 : Variation de la production de plantes dans le site intact (CS7).

FJ : feuille jeune ;

FA : feuille adulte ;

FL : fleur ;

FPM : fruit pas mûr ;

FM : fruit mûr.

Durant la période d'étude, la majorité de la production est constituée des feuilles adultes. La forêt dense sèche de Kirindy est une forêt caducifoliée, cela explique la chute de la valeur de production des feuilles durant la première période de recherche (avril-juin 05). L'arrivée de la pluie durant la deuxième période de recherche (octobre-novembre 05) a favorisé l'augmentation de la production des feuilles jeunes puis après des feuilles adultes ainsi que des fleurs.

III.3- Variables climatiques

Tableau 7 : Valeurs moyennes des variables climatiques de l'année 2005.

Mois	Température moyenne (°C)	Humidité moyenne (%)	Précipitation (mm)	Saison
janvier	28,84±0,96 (n=26)	64,19±4,11 (n=26)	149,37±159,28 (n=19)	Saison humide
février	29,47±0,70 (n=23)	60,75± 2,15 (n=23)	20 (n=1)	
mars	28,59±0,53 (n=22)	63,75±3,4 (n=22)	162,5±101,28 (n=6)	
avril	27,14±2,13 (n=26)	58,6±4,28 (n=26)	110 (n=1)	Début saison sèche
mai	25,48±1,56 (n=30)	55,65±5,87 (n=30)	11,33±12,88 (n=4)	
juin	24,04±1,2 (n=22)	52,85±4,68 (n=22)	17,33±2,82 (n=3)	Saison sèche
juillet	22,52±1,42 (n=20)	49, 22±6,57 (n=20)	0	
août	24,27±1,34 (n=26)	49,75±5,47 (n=26)	0	
septembre	26,1±1,34 (n=20)	49,68±4,12 (n=20)	0	
octobre	28,18±1,1 (n=29)	55,83±3,88 (n=29)	360 ±307,94 (n=3)	Début saison humide
novembre	28,95±1,23 (n=30)	56,98±4,05 (n=30)	41,27±44,81 (n=3)	

Les valeurs moyennes des variables climatiques durant l'année d'étude sont représentées dans le tableau 7. D'après ce tableau, la valeur moyenne minimale de la température est de 22.49°C. Cette dernière est la valeur moyenne du mois de juillet. La température commence à diminuer en mai et augmenter en septembre. Pour le cas de l'humidité relative la valeur

moyenne minimale est de 49,4% en septembre. Comme la température, l'humidité relative commence à diminuer en mai et à augmenter en octobre. Enfin pour la précipitation, durant les six premiers mois, les valeurs varient entre 20 et 292 mm. Les mois les plus secs avec 0 mm de précipitation sont juillet, août et septembre. La saison de pluie commence en octobre avec une valeur moyenne de 358.33 mm. Durant cette année 2005, la présence d'une saison sèche très sévère est observée car même durant la saison de pluie, la valeur moyenne de la précipitation ne dépasse pas les 400 mm.

III.4- Fluctuation saisonnière d'abondance des différents Ordres d'insectes.

III.4.1- Dans le site exploité (N5)

a) Insectes du sol.

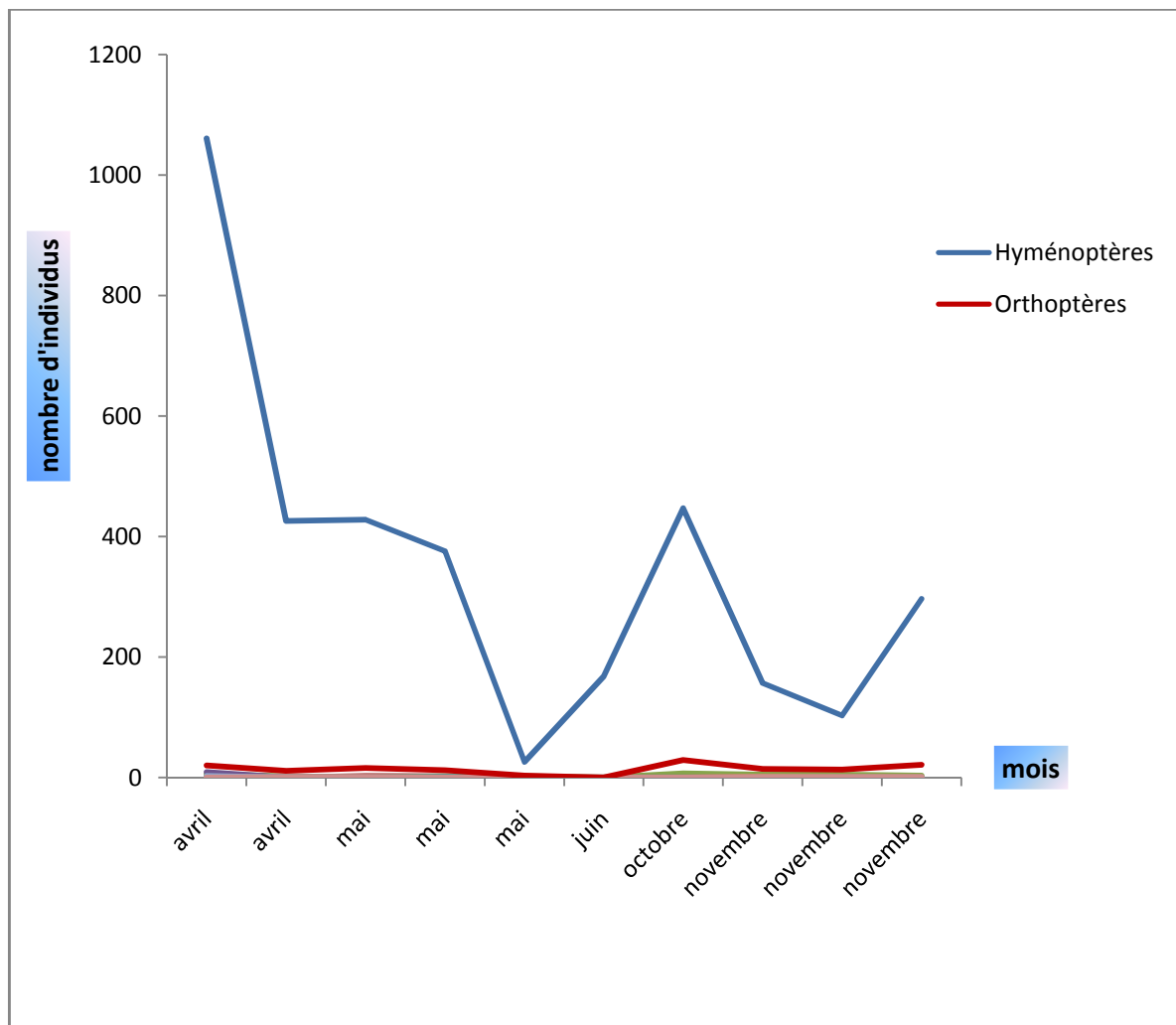


Figure 12: Fluctuation saisonnière d'abondance des différents Ordres d'insectes du sol dans le site exploité (N5).

Les insectes du sol capturés dans le site exploité (N5) sont généralement des Hyménoptères Formicidae avec 3491 individus (94,52%) et des Orthoptères avec 139 individus (3,77%). Les restes sont formés par des Dictyoptères, des Coléoptères, des Orthoptères, des Collembolles, des Isoptères et des Lépidoptères. La figure 10 représente seulement la fluctuation saisonnière d'abondance des Hyménoptères Formicidae et des Orthoptères. Les autres ne figurent pas sur le

graphe car leurs nombre sont très petits. Pour les Formicidae, le pic se trouve au mois d'avril (fin de la saison humide et début de la collecte) avec 1061 individus (30,40% des Formicidés collectés) et le minimal au mois de mai avec seulement 26 individus (0,74%). Cette diminution est provoquée par l'arrivée de la saison sèche. L'augmentation de la précipitation à la fin du mois de Mai (292mm) cause un léger accroissement du nombre des Formicidae interceptés 168 individus (4,55%) durant la sixième et dernière collecte (au milieu de la saison sèche). De même, pour la deuxième période de recherche (octobre – novembre 05, début de la saison humide), l'arrivée de la première pluie d'octobre provoque l'augmentation 447 individus (12,11%) durant la première récolte (début de la saison humide). La période d'intersaison est très sèche, cela explique la diminution du nombre des individus récoltés durant la deuxième et la troisième récolte. Au début de la saison humide (quatrième et dernière collecte), une augmentation est observée (8,04%). L'arrivée de la saison humide (mi-novembre) favorise l'accroissement du nombre des Formicidae interceptés.

Pour les Orthoptères, le pic se trouve au mois d'octobre avec 29 individus collectés (20%) et le minimum au mois de juin avec 0 individu.

Malgré les résultats non significatifs ($p > 0,05$) obtenus sur l'étude des relations entre les insectes du sol et les variables climatiques d'une part et entre eux et les productions de plantes d'autre part (annexe 13 et 14), la saison sèche, l'hiver et le manque de ressource alimentaire pourraient provoquer le déclin chez les insectes du sol.

b) Insectes volants dans le site exploité (N5).

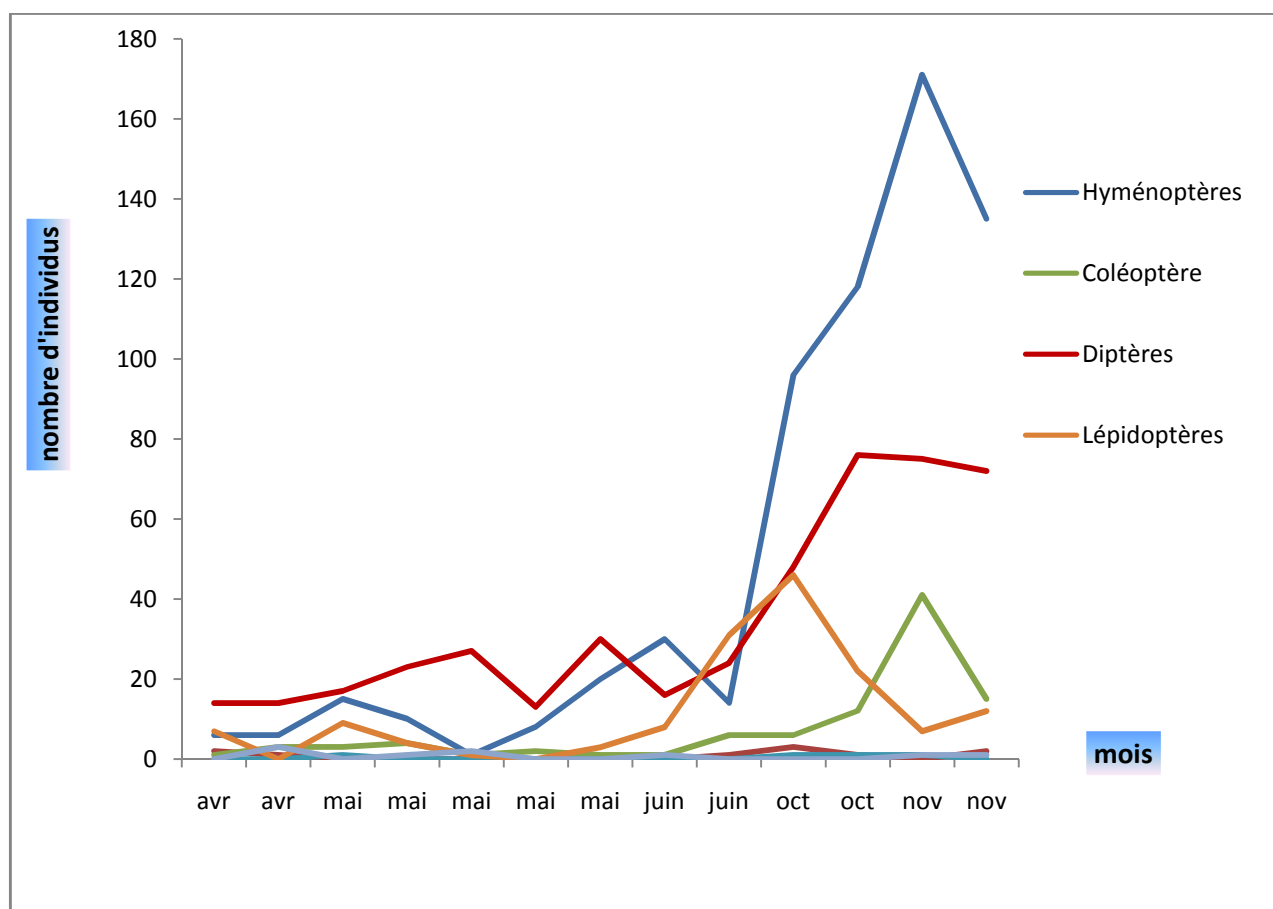


Figure 13: Fluctuation saisonnière d’abondance des différents Ordres d’insectes volants dans le site exploité.

Les insectes volants capturés dans le site exploité sont généralement des Hyménoptères non Formicidae avec 608 individus (46,73%), des Diptères avec 449 individus (33,30%), des Lépidoptères avec 150 individus (11,12%) et des Coléoptères avec 96 individus (7,12%). Dans ce site, des corrélations positives sont observées ($p < 0,05$) entre les insectes volants et la température d’une part et entre eux et la production de fleurs et des jeunes feuilles d’autre part (annexe 13 et 14). L’accroissement de la température et de la production des ressources alimentaires disponibles favorisent l’augmentation d’abondance d’insectes volants. Par contre, une corrélation négative est obtenue ($p < 0,05$) entre l’abondance d’insectes volants et la production des feuilles adultes (annexe 13 et 14). Quand les jeunes feuilles deviennent adultes, cela entraîne le manque de ressources alimentaires et provoque le déclin de ces insectes volants. Ces observations expliquent le décroissement du nombre d’insectes volants capturés durant la

première période de recherche (avril-juin 05) et l'augmentation lors de la deuxième période de recherche (octobre –novembre 2005). Une diminution de la température et la chute des valeurs de la production de plantes sont notées pendant la première phase d'étude. Et c'est le cas contraire qui se produit lors de la deuxième phase d'étude. Durant la première période de recherche le nombre des insectes capturés est moins nombreux car pour chaque Ordre, il reste au-dessous de 40 individus par collecte (2,96%). En plus, d'après la figure 11, les pics d'abondance sont tous obtenus durant la deuxième phase d'étude. Pour les Diptères, le minimum se trouve au mois de mai avec 13 individus capturés (2,89%), le pic au mois de novembre avec 76 individus (16,92%). Pour les Hyménoptères le maximum est atteint au mois de novembre avec 171 individus capturés (27,14%) et le minimum au mois de mai avec seulement un individu collecté (0,1%). Pour les Lépidoptères, le maximum est obtenu au mois d'octobre avec 46 individus (30,66%). Pour les Diptères, il est atteint au mois d'octobre avec 76 individus (16,32%). Et enfin pour les Coléoptères, il est acquis au mois de novembre avec 41 individus (42,70%).

Une corrélation négative est aussi observée ($p < 0,05$) entre ces insectes volants et la production des fruits non mûrs dans ce site (annexe 13 et 14). D'après les interprétations précédentes, l'accroissement d'abondance de ces insectes volants dépend de l'augmentation de la température, de la production des fleurs et des feuilles jeunes. C'est évident car la période de fructification des plantes se produit après la floraison.

c) Insectes nocturnes.

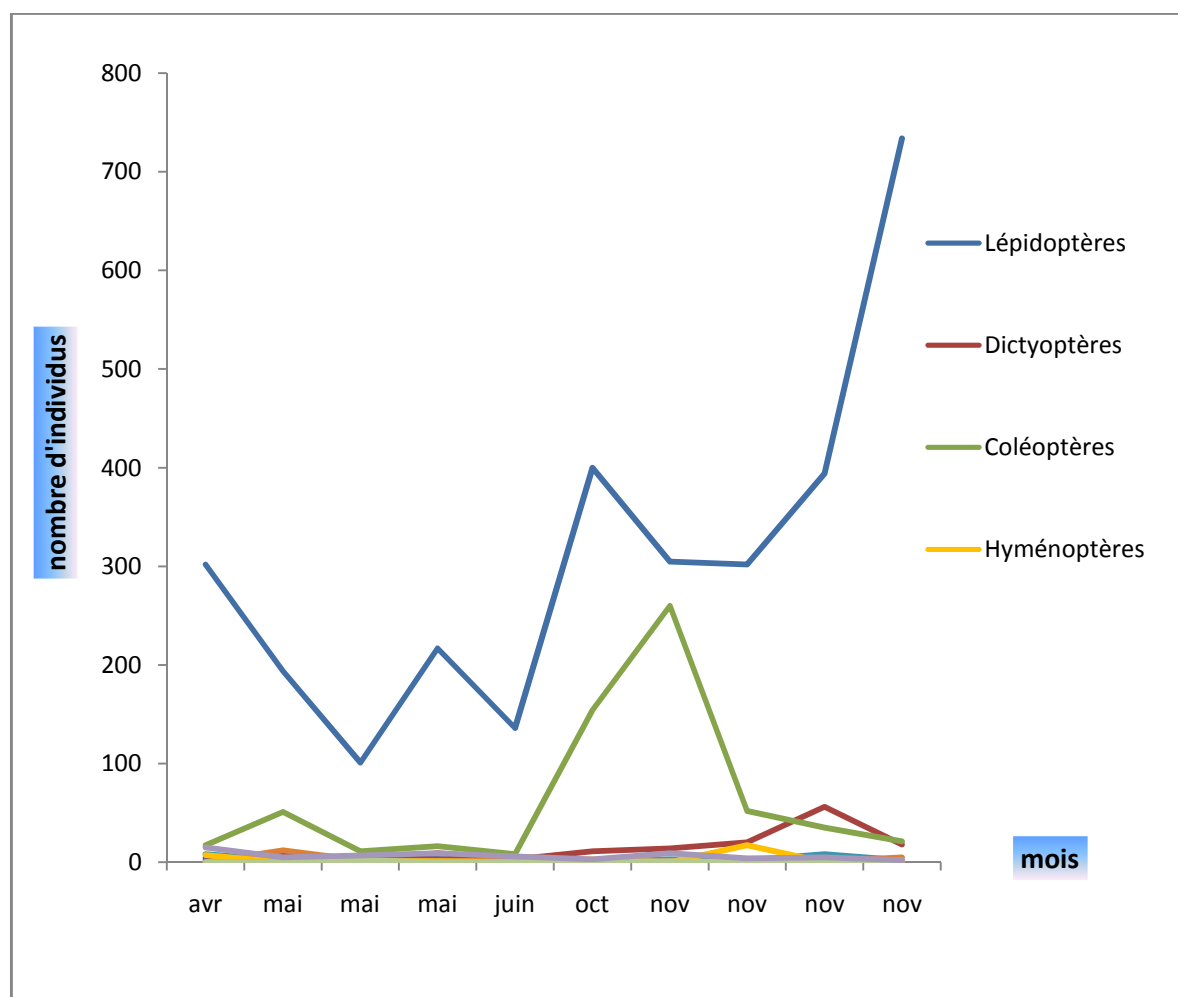


Figure14 : Fluctuation saisonnière d’abondance des différents Ordres d’insectes nocturne dans le site exploité (N5).

Comme dans les cas des insectes rampants et volants, plusieurs Ordres sont aussi représentés ici mais la majorité d’entre eux sont négligeables. Parmi les onze Ordres présents, seuls quatre sont représentés dans la figure 12. Les Lépidoptères sont les plus abondants avec 3083 individus (76,79%), suivis par les Coléoptères avec 625 individus (15,55%) ensuite par les Dictyoptères avec 142 individus (3,53%) et enfin par les Hyménoptères avec 29 individus (0,72%). D’après les résultats d’étude des relations entre l’abondance d’insectes avec les variables climatiques et les productions de plantes, deux corrélations significatives sont obtenues (annexe 13 et 14). L’une positive ($p < 0,05$) entre les insectes nocturnes et la température et l’autre négative ($p < 0,05$) entre eux et la production des fruits non mûrs. Ces résultats sont semblables avec ceux

qui sont obtenus avec les insectes volants. C'est évident car les insectes interceptés par le piège lumineux sont aussi des insectes volants. Donc l'augmentation de la température favorise l'accroissement d'abondance de ces insectes et sa diminution entraîne le déclin. Une diminution de la température est observée pendant la première période d'étude (avril- juin). Et c'est le cas contraire qui se produit lors de la deuxième phase d'étude. Ces observations expliquent le décroissement du nombre d'insectes nocturnes capturés durant la première période de recherche (avril-juin) et l'augmentation pendant la deuxième période de recherche (octobre –novembre). D'après la figure 12, les pics d'abondance sont tous obtenus durant la deuxième phase d'étude (octobre-novembre). Pour les Lépidoptères, il se trouve au mois de novembre avec 734 individus capturés (23,79%), au mois de novembre aussi avec 260 individus (41,6%) pour les coléoptères et enfin au mois de novembre encore avec 56 individus capturés (39,43%) pour les dictyoptères. Pour la majorité des insectes, le pic d'abondance ne coïncide jamais avec la saison sèche.

III.4.2- Dans le site intact (CS7)

a) Insectes du sol.

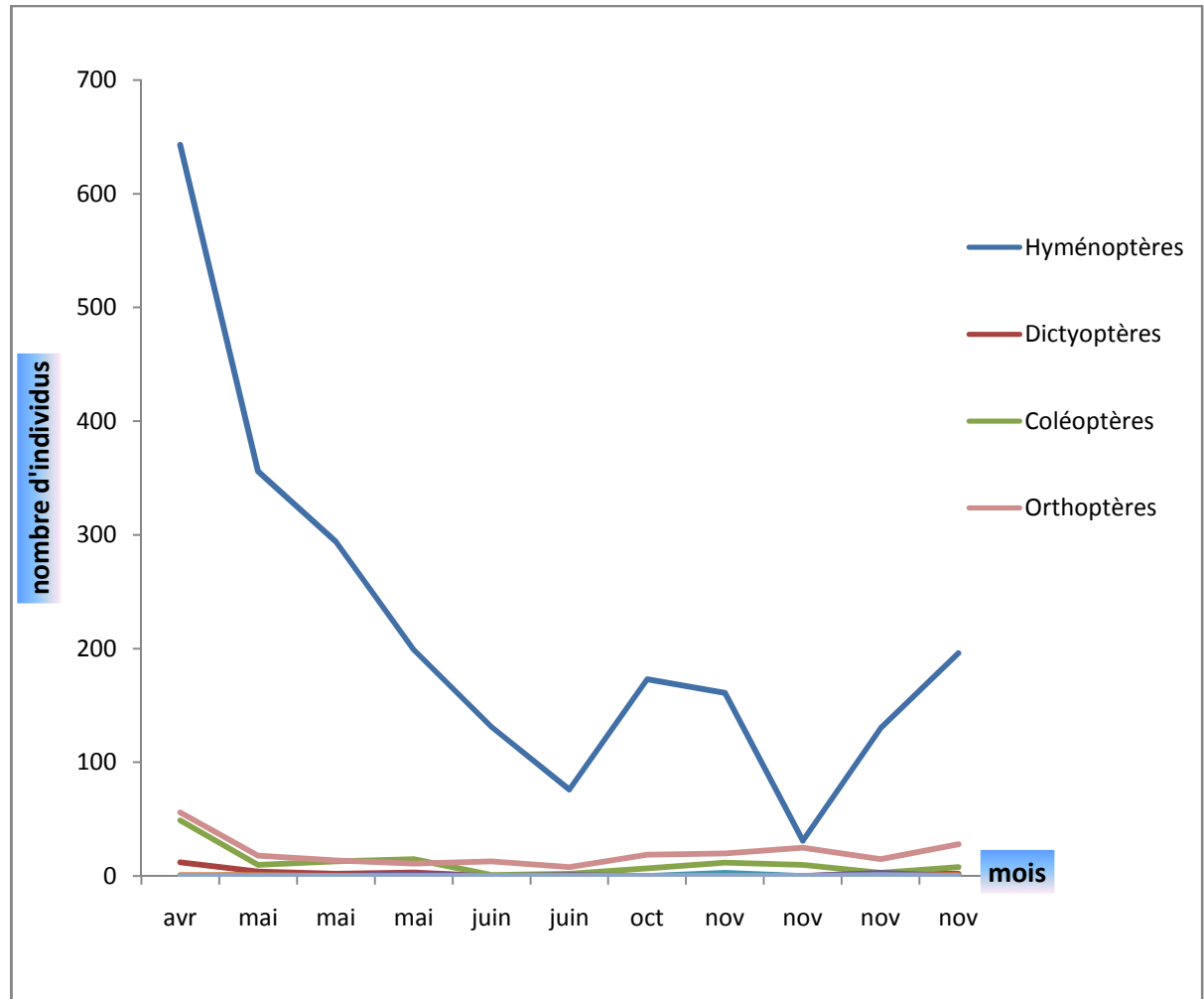


Figure 15: Fluctuation saisonnière d'abondance des différents Ordres d'insectes du sol dans le site intact (CS7).

La variation d'abondance saisonnière des insectes rampants dans le site intact (CS7) représente la même variation que celle du site exploité (N5) mais en plus des Hyménoptères Formicidae avec 2390 individus (85,75%) et les Orthoptères avec 227 individus (8,14%), il y a aussi des Coléoptères avec 130 individus (4,66%) et des Dictyoptères avec 26 individus (0,9%). Pour le cas des Formicidae, la variation d'abondance saisonnière est très claire ici. Le pic d'abondance est obtenu avec 643 individus interceptés (26,90%) lors de la première capture d'avril. Depuis, une diminution du nombre des Formicidae capturés est observée jusqu'à un

minimum 76 individu (3,17%) au mois de juin. L'augmentation est reprise au mois d'octobre (chaud et avec l'arrivée de la première pluie) et à la fin du mois de novembre (début de la saison de pluie). Une diminution est aussi observée à la mi-novembre (chaud et sec). De même pour les Coléoptères, les Dictyoptères et les Orthoptères leurs pics d'abondances sont tous obtenus lors de la première capture d'avril, 49 individus (37,69%) pour les Coléoptères, 12 individus (46,15%) pour les Dictyoptères et 56 individus (24,87%) pour les Orthoptères.

Comme dans le cas d'insectes du sol dans le site exploité, malgré les résultats non significatifs ($p > 0,05$) obtenus sur l'étude des relations entre les insectes du sol et les variables climatiques d'une part et entre eux et les productions de plantes d'autre part (annexe 13 et 14), la saison sèche, l'hiver et le manque de ressource alimentaire pourraient provoquer le déclin chez les insectes du sol.

b) Insectes volants dans le site intact (CS7).

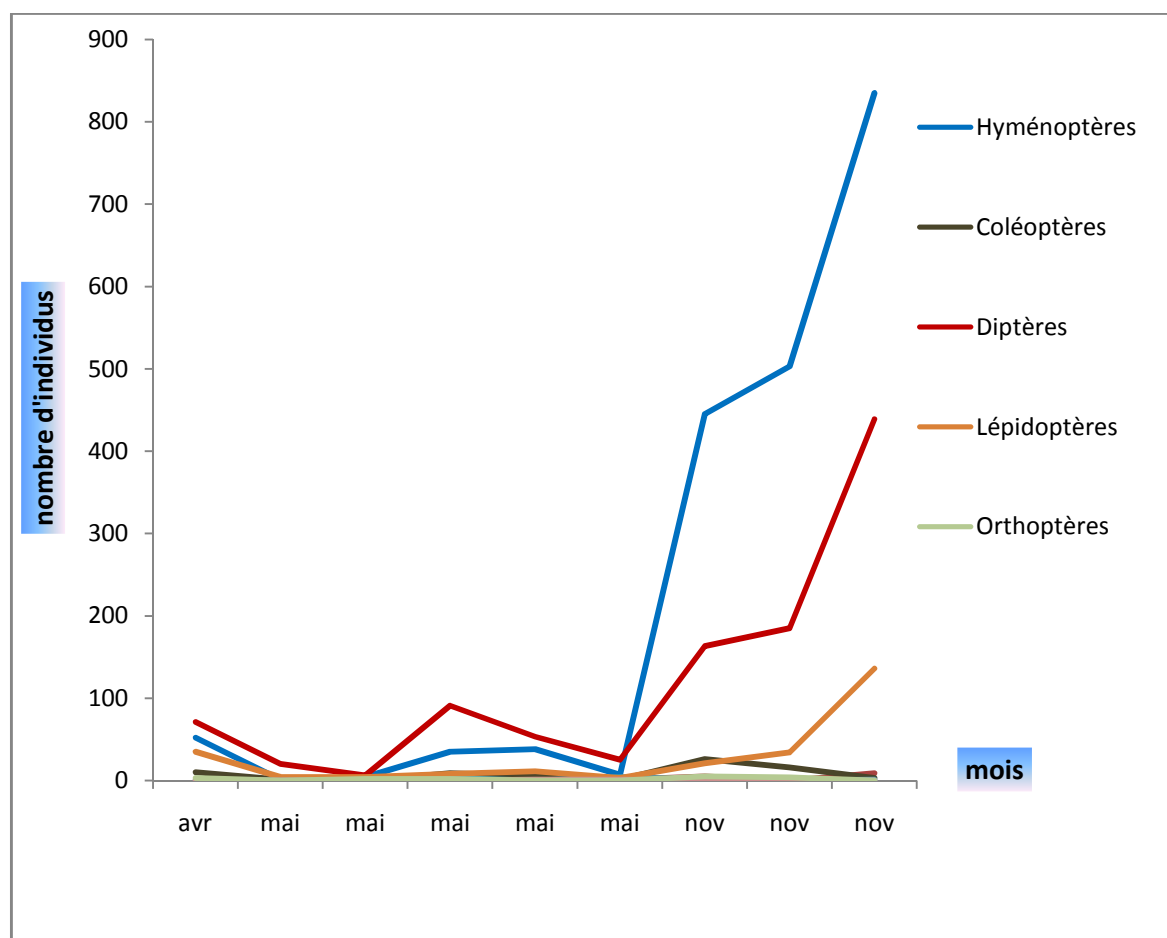


Figure 16: Fluctuation saisonnière d'abondance des différents Ordres d'insectes volants dans le site intact (CS7).

Comme dans le site exploité (N5), les insectes volants capturés dans les sites intacts (CS7) sont généralement des Hyménoptères non Formicidae avec 1920 individus (57,34%) puis des Diptères avec 1053 individus (31,45%) ensuite des Lépidoptères avec 256 individus (7,64%) et enfin des Coléoptères avec 72 individus (2,15%). D'après les résultats d'étude des relations entre l'abondance d'insectes et les variables climatiques, deux corrélations significatives sont obtenues (annexe 13 et 14) entre l'étude des relations entre les variables climatiques. L'une positive ($p < 0,05$) entre les insectes volants et la température et l'autre négative ($p < 0,05$) entre eux et la précipitation. L'accroissement de la température favorise l'augmentation d'abondance d'insectes volants. Cela veut dire que l'augmentation de la température favorise les conditions de vie des insectes. La première observation conforme à celle qui est obtenue avec les insectes volants dans

le site exploité. Ces observations expliquent le décroissement du nombre d'insectes volants capturés durant la première période de recherche (avril-juin) et l'augmentation lors de la deuxième période de recherche (octobre –novembre 2005). Une diminution de la température est notée pendant la première phase d'étude. Et c'est le cas contraire qui se produit lors de la deuxième phase d'étude. La seconde observation veut dire que l'augmentation de la précipitation défavorise les conditions de vol des insectes. De même, deux corrélations positives sont aussi observées ($p < 0,05$) entre les insectes volants et la production de plantes. L'une positive ($p < 0,05$) entre les insectes volants et la production des fleurs et l'autre négative ($p < 0,05$) entre eux et la production des fruits mûrs (annexe 13 et 14). La première observation conforme aussi à celle qui est obtenue avec les insectes volants dans le site exploité. L'accroissement de la production des ressources alimentaires disponibles favorisent l'augmentation d'abondance d'insectes volants. La seconde observation c'est aussi évident car la période de fructification s'effectue après la floraison. Quand les fleurs deviennent à des fruits lors de processus de fructification, cela entraîne le manque de ressources alimentaires et provoque le déclin de ces insectes volants. D'après la figure 14, les pics d'abondance sont tous obtenus durant la deuxième phase d'étude (octobre-novembre). Pour les Lépidoptères, il se trouve au mois de novembre avec 136 individus capturés (53,12%), au mois de novembre aussi avec 835 individus (43,89%) pour les Hyménoptères, encore au mois de novembre avec 439 individus capturés (41,69%) pour les Diptères et enfin au mois d'octobre pour les Coléoptères avec 62 individus (36,11%).

c) Insectes nocturnes dans le site intact (CS7).

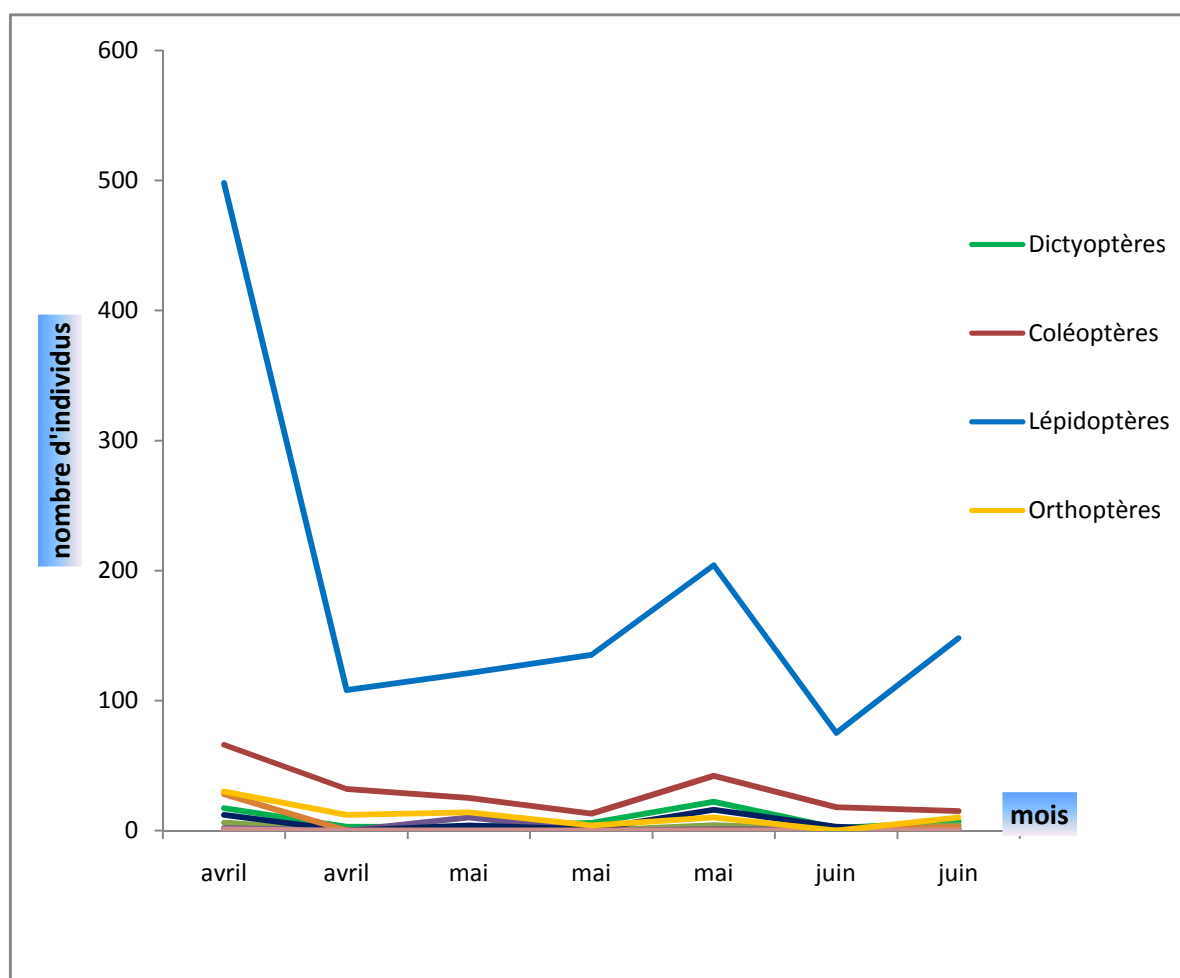


Figure 17: Fluctuation saisonnière d'abondance des différents Ordres d'insectes nocturnes dans le site intact (CS7).

Dans le site intact, l'étude de la fluctuation d'abondance d'insectes nocturnes a été effectuée seulement durant la première période d'étude (avril-juin). Comme dans les cas des insectes rampants et volants, plusieurs Ordres sont aussi représentés ici mais la majorité d'entre eux est négligeable. Les Lépidoptères sont les plus abondants avec 1289 individus (74,16%), suivis par les Coléoptères avec 211 individus (12,14%) puis les Orthoptères avec 80 individus (4,60%) et enfin les Dictyoptères avec 60 individus (3,45%). D'après la figure 15, les pics d'abondance sont tous obtenus durant la première capture du mois d'avril. Depuis, une diminution du nombre d'insectes capturés est observée. Pour les Lépidoptères, le minimum est obtenu au mois de juin avec seulement 75 individus collectés (5,81%), au mois de mai avec 13 individus capturés (6,16%)

pour les Coléoptères et au mois de juin avec 0 individu pour les Orthoptères. Malgré les résultats non significatifs ($p > 0,05$) obtenus sur l'étude des relations entre les insectes nocturnes dans le site intact et les variables climatiques d'une part et entre eux et les productions de plantes d'autre part (annexe 13 et 14), la saison sèche, l'hiver et le manque de ressource alimentaire pourraient provoquer le déclin chez ces insectes.

III.5- Période d'activité des insectes nocturnes.

En comparant statistiquement à l'aide du test t de student le nombre d'insectes nocturnes capturés de 18h00 à 21h00 et de 21h00 à 24h00 dans le site exploité, la différence est significative ($p = 0,042$; ddl 18), cela veut dire que les insectes sont plus actifs durant la première période de capture (de 18 h00 à 21 h00) et deviennent moins actifs durant la seconde période de capture (21 h00 à 24 h00). Leur période d'activité maximale se situe entre 18h à 21h.

III.6- Effets de l'exploitation sélective de la forêt

D'après le résultat du test de comparaison (annexe 15), entre les fluctuations d'abondance saisonnière des insectes dans les deux sites exploité et intact (N5 et CS7) les résultats du test t ne sont pas significatifs ($p > 0,05$) quel que soit les mœurs d'insectes. Cela veut dire que l'état de la forêt et la présence ou non de la rivière n'ont pas d'effet sur la fluctuation d'abondance saisonnière d'insectes.

Quatrième partie : DISCUSSION

IV – DISCUSSION

Rappelons que les objectifs de cette recherche sont : d'observer les fluctuations saisonnières d'abondance d'insectes dans une forêt dense sèche, d'analyser les relations entre la fluctuation saisonnière d'abondance des insectes et les variables climatiques, d'étudier les relations entre la fluctuation d'abondance des insectes et la production de plantes et de déterminer les effets de l'exploitation sélective de la forêt sur la fluctuation d'abondance des insectes. Pour cela, trois techniques de piégeages ont été utilisés pour collecter les insectes durant les deux périodes d'étude (piège malaise, piège lumineux et le piège fosse ou trou piège).

IV-1 Fluctuations d'abondance saisonnières des insectes.

Cette étude a été limitée par le facteur temps. Normalement, elle doit être effectuée durant au moins une année pour bien suivre les variations d'abondance durant chaque saison de l'année. Pourtant, elle a permis d'observer les fluctuations durant les intersaisons durant lesquelles a eu lieu la présente étude. La première période d'étude a été faite depuis la fin de la saison humide jusqu'au milieu de la saison sèche (12 avril 05 au 08 juin 05) et la seconde pendant la fin de la saison sèche et le début de la saison humide (26 octobre 05 au 30 novembre 05).

Les différents types de piège utilisés interceptent seulement une portion de la communauté (Wolda & Wong 1988 ; Casson & Hodkinson 1991). Le trou piège attrape en général les insectes du sol (Formicidae, Coléoptères, Orthoptères), le piège malaise intercepte les insectes volants nocturnes et diurnes (Hyménoptères, Diptères, Lépidoptères et Coléoptères) et le piège lumineux collecte les insectes volants nocturnes (Lépidoptères, Coléoptères et Dictyoptères).

Plusieurs recherches similaires effectuées dans des zones tropicales montrent que les insectes sont plus abondants durant la saison humide et se trouvent en déclin durant la saison sèche (Tanaka & Tanaka 1982 ; Levings & Windsor 1985) ; Pearson & Janice, 1986 ; Derlinger 1986 ; Frith & Frith 1990 ; Pinheiro & al 2002 ; Vijayan & Arun 2004).

Pour cette étude, les résultats de chaque type de piège utilisés montrent que le nombre des insectes capturés (les Formicidés, les Coléoptères, les Diptères, les Lépidoptères et les Orthoptères) commence à diminuer juste après la saison de pluie durant laquelle débute la première période d'étude et ce nombre augmente de nouveau juste après l'arrivée de la première pluie au mois d'octobre où commence la seconde période de l'étude.

Le majeur problème que les insectes doivent subir durant la saison sèche est la maintenance de la balance de l'eau (Baetes 1945, Dobzhansky & Pavan 1950, Janzen & Schoener 1968). Pour faire face à ces conditions défavorables pour la survie, les insectes possèdent des séries de stratégies et d'adaptation : la dormance, la diapause et la migration (Janzen, Schoner 1968 ; Derlinger 1980 ; Wolda 1988).

Pour les insectes, en général, la saison sèche ne coïncide pas avec l'augmentation et le pic d'abondance (Janzen 1973 ; Pinheiro & al 2002). Ces observations rejoignent nos résultats car durant cette étude, le nombre des insectes volants (Lépidoptères, Hyménoptères, Diptères, Coléoptères) diminuent progressivement en saison sèche (avril-juin) et devient plus nombreux dès le début de la saison humide (octobre). Exceptionnellement, d'après Robinson et Robinson (1970), Smythe (1974), quelques insectes se trouvent en déclin à la mi-saison de pluie et quelque fois ils démontrent une abondance de moins que ce qu'on observe durant la saison sèche. Selon Boinski et Fowler (1989), la mi-saison humide provoque le manque de nourriture pour les arthropodes. D'après Wolda 1989, le début de la saison de pluie est aussi un drame pour les nymphes de cigale. Au Costa Rica, selon Janzen (1973) une augmentation d'abondance était observée durant la saison sèche, cette dernière est vérifiée par Boinski et Scott (1988) pour le cas des Lépidoptères car ils sont plus nombreux durant la saison sèche et en déclin pendant la saison humide.

IV-2 Relation entre les fluctuations d'abondances des insectes et les variables climatiques.

D'après Wolda (1988), dans les régions tropicales, la précipitation a une influence plus importante sur le nombre des invertébrés que la température. Cette dernière est plus importante dans les zones subtropicales (Basset 1991). Plusieurs études effectuées dans les régions tropicales montrent aussi que l'augmentation d'abondance des insectes durant la saison humide est causée premièrement par l'augmentation de la précipitation (Baetes 1945, Dobzhansky & Pavan 1950, Frith 1975, Owen 1969, Robinson & Robinson 1970 & Tanaka & Tanaka 1982).

Pour la présente étude, une corrélation positive existe entre les fluctuations d'abondance saisonnière d'insectes volants et la température. L'accroissement de la température favorise donc les conditions de vol des insectes. Par contre, l'augmentation de la précipitation défavorise les conditions de vol des insectes (test de corrélation de Pearson). D'après nos résultats, c'est la température qui a une influence plus importante sur le nombre des insectes que la précipitation.

D'après Pinheiro & al (2002) au Cerrado (Brésil), l'abondance des Coléoptères seulement a une relation significative avec les variables climatiques. Mais pour la présente étude, les insectes volants (Coléoptères, Diptères, Lépidoptères et Hyménoptères) ont des relations significatives avec la température et la précipitation. Pour le cas de la température, son accroissement favorise le vol des insectes (test de corrélation de Pearson). Mais pour le cas de la précipitation, son augmentation défavorise les conditions de vols des insectes (test de corrélation de Pearson).

IV-3 Relation entre les fluctuations d'abondances des insectes et les productions de plantes.

D'après Wolda (1988), la fluctuation d'abondance des insectes peut changer dans le temps pour des raisons diverses : le changement des microclimats et macroclimats et la variation des ressources alimentaires disponibles.

En raison de la longue saison sèche, la végétation de la forêt dense sèche de kirindy présente des caractères biologiques d'adaptation au stress hydrique (J.-P. Sorg & U. Rhoner. 1996). Les différentes espèces de plantes de Kirindy possèdent diverses stratégies phénologiques sur la production des feuilles jeunes, des fleurs et des fruits durant chaque saison de l'année.

D'après Pinheiro & al (2002), différentes espèces d'insectes herbivores ont atteint le pic d'abondance quand les ressources sont abondantes. Ces observations rejoignent nos résultats sur l'étude des relations entre les fluctuations d'abondances des Insectes et les productions de plantes (pour le cas des fleurs et feuilles jeunes). Dans les deux sites, l'augmentation de la production des fleurs provoque l'accroissement du nombre des insectes volants (test de corrélation positive). De même dans le site N5, l'augmentation de la production des feuilles jeunes entraîne aussi l'accroissement du nombre de ces insectes volants (test de corrélation positive). Par contre, la diminution de la production des fruits non mûrs accompagne l'accroissement du nombre des insectes volants (test de corrélation négative). Ces insectes ne dépendent pas des fruits non mûrs.

D'après Buskirk & Buskirk 1976, Wolda 1978, Coley 1980, 1982, il y a une corrélation entre l'abondance de nouvelles feuilles et l'abondance des insectes, et ce dernier est aussi prouvée par d'autres travaux de recherche effectués par quelques chercheurs (Kai & Corlett 2002). Ces observations correspondent avec nos résultats pour le cas des insectes volants.

L'augmentation de la production des feuilles jeunes entraîne l'accroissement d'abondance de ces insectes (test de corrélation positive).

La précipitation est un facteur très important pour la production des nouvelles feuilles. Le pic d'abondance en production des feuilles jeunes a été observé durant le début de la saison de pluie pour la majeure partie des espèces de plantes. Les insectes phytophages ont aussi leurs pics d'abondance durant le début de la saison humide et se trouvent en déclin à la mi-saison de pluie durant lequel se coïncide une réduction de feuilles jeunes (Kai & Corlett 2002). La première observation a été vérifiée par nos résultats des captures des insectes sur les différents types de pièges utilisés durant le début de la deuxième période de recherche (Octobre 05). Pour le cas des insectes volants (Lépidoptères, Hyménoptères, Diptères, Coléoptères) une augmentation d'abondance est observée durant le début de la saison humide (Octobre-Novembre). Tandis que pour la seconde observation, nous n'avons pas des résultats durant la mi-saison de pluie.

IV-4 Effets de l'exploitation sélective de la forêt sur les fluctuations d'abondance des insectes.

L'exploitation de la forêt entraîne la destruction de l'habitat et provoque des perturbations. De même, les plantes constituent les sources alimentaires des espèces animales natives (Johns 1986, 1988 ; Skorupa 1986). En plus, cette exploitation affecte le comportement et la structure de la population des vertébrés (primates), rongeurs et insectivores. Les insectes jouent des rôles très importants dans la forêt car ils représentent la première ressource alimentaire des mammifères insectivores, oiseaux, reptiles et amphibiens. Donc, il est nécessaire de savoir les effets de cette exploitation sélective sur la communauté des insectes de la forêt dense sèche de Kirindy. D'après Olson. D. M & Andriamiadana. A. (1996), les coupes des bois sélectives pratiquées dans la forêt de Kirindy ne semblent pas avoir d'effet sur la faune d'invertébrés de la litière des feuilles. Cette observation est conforme à nos résultats sur les insectes du sol, volants et nocturnes.

IV.5- Influence de la variation d'abondance d'insectes dans la forêt tropicale.

Dans les écosystèmes forestiers, les fluctuations saisonnières des insectes ont des implications importantes pour leurs consommateurs. D'après Frith & Frith 1990, elles régulent la fonction de nutrition et de reproduction des diverses espèces des vertébrés. Plusieurs auteurs ont observé que les insectes jouent des rôles importants: pollinisateurs (Frankie, 1975), ressources alimentaires pour les vertébrés (Scott, 1976 ; Pearson, 1977 ; Toft 1982, Hails ; 1982) et pour les invertébrés (Paarmann, 1977), décomposeurs (Erwin & Erwin, 1976 ; Okwakol, 1980). D'après l'étude effectuée par Ralisata Mahefatiana 2005 sur le comportement alimentaire des Chiroptères (*Hipposideros commersoni commersoni*), cette espèce se nourrit d'insectes appartenant à onze Ordres. Le présent travail concerne seulement l'étude des fluctuations saisonnière d'abondance des insectes et ses relations avec les variables climatiques et les productions de plantes. Malgré tout, il est nécessaire de préciser ici que d'après ces auteurs les insectes jouent des rôles capitaux pour le bon fonctionnement de l'écosystème forestier.

CONCLUSION

V-CONCLUSION

Dans la forêt dense sèche de l'ouest de Madagascar (forêt de Kirindy, CFPF Morondava), une étude sur la phénologie des insectes a été menée.

Afin de donner des informations très utiles pour les futurs projets de recherche en relation avec les insectes et pour les projets de conservation des forêts tropicales, cette recherche a pour but d'observer les relations qui existent entre les fluctuations d'abondance des insectes et les variables climatiques d'une part et entre les fluctuations d'abondance des insectes et les productions de plantes d'autre part.

L'étude a été effectuée en deux périodes : la première a été faite depuis la fin de la saison humide jusqu'au milieu de la saison sèche (12 avril 05 au 08 juin 05) et la seconde pendant la fin de la saison sèche et le début de la saison humide (26 octobre 05 au 30 novembre 05).

D'après l'étude sur la fluctuation d'abondance saisonnière des insectes dans une forêt dense sèche, les activités des insectes ne durent pas toute l'année. Ces activités diminuent durant la saison sèche. Les groupes taxonomiques et les compositions numériques de la communauté des insectes montrent des changements saisonniers. Le nombre des insectes interceptés (rampants, volants nocturnes et diurnes) diminue durant la saison sèche (avril à juin).

Parmi les trois variables climatiques, seule la température a une relation positive avec les fluctuations d'abondance des insectes. Ce résultat est obtenu pour le cas des insectes volants et nocturnes. L'augmentation de la température favorise le développement, les conditions de vol et les activités nocturnes des insectes. L'accroissement de la précipitation entraîne le décroissement du nombre des insectes volants (test de corrélation négative). Contrairement à la température, l'augmentation de la précipitation défavorise les conditions de vol des insectes. Pour les productions de plantes, l'accroissement de la production des fleurs et des feuilles jeunes provoque l'augmentation du nombre des insectes volants (test de corrélation positive). Ces insectes ont atteint leur pic d'abondance quand les ressources alimentaires (feuilles jeunes, fleurs) sont abondantes. L'accroissement d'abondance des insectes volants dépend de l'augmentation de la température, de la production des fleurs et des feuilles jeunes. C'est évident si les insectes volants ont des relations négatives avec la production des fruits car les processus de fructification des plantes se produisent après la floraison.

En outre, cette étude a permis aussi de savoir les effets de l'exploitation sélective de la forêt et les effets de la présence saisonnière de la rivière Kirindy sur les fluctuations d'abondance des communautés des insectes. D'après le résultat du test t de student, la coupe de bois sélectif et

la présence de la rivière ne semblent pas avoir d'effet sur les fluctuations d'abondances d'insectes de la forêt dense sèche de Kirindy.

Cependant, cette étude est faite sur les différents ordres des insectes seulement. Une étude jusqu'à la famille peut compléter la présente étude. En plus, cette étude peut être réalisée en parallèle avec l'étude de comportement alimentaire des insectivores (les microcèbes, les chauves-souris...)

Le changement climatique actuel peut entraîner des effets néfastes pour les invertébrés y compris les insectes qui font partie des régimes alimentaires de beaucoup d'espèces animales et pollinisatrices de beaucoup d'espèces végétales. Pour éviter ce problème, il faut protéger l'environnement naturel et les habitats des animaux.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- Baetes, M. 1945. Observations on climate and seasonal distribution of mosquitoes in Eastern Colombia. *Journal Animal Ecology*. **14**, 17-25.
- 2- Basset, Y. 1991. The seasonality of arboreal arthropods foraging within an Australian rainforest tree. *Ecological entomology*. 16, 265-278.
- 3- Boinski, S. & Fowler, N.L. 1989. Seasonal patterns in a tropical forest. *Biotropica* **21**, 223-233.
- 4- Boinski S & Scott P.E. 1988. Association of birds with monkeys in Costa Rica. *Biotropica* 20, 223-233.
- 5- Buskirk, R. E. & W. H. Buskirk. 1976. Change in arthropod abundance in hignland Costa Rica forest. *Amer. Midland naturalist*. **95**, 288-298.
- 6- Casson D. S. & Hodkinson I. D. 1991. The Hemiptera (Insecta) communities of tropical rain forest in Sulawens. *Zoology Journal Linnaean Socio-biology*. **102**, 235-275.
- 7- Chinery. M. 1993. Field Guide Insects of Britain and Northern Europe. *Collins, London*.
- 8- Coley, P. D. 1980. Effects of leaf age and plant life history pattern on herbivory. *Nature* **284**, 545-546.
- 9- Coley, P. D. 1982. Rates of herbivory on different tropical trees. In E. G. Leigh, Jr., A. S. Rand, and D. M. Windsor (Eds). *The ecology of a tropical forest: seasonal rhytms and and long-term changes*. *Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.*
- 10- Derlinger 1986. Dormancy in tropical insect. *Annual Review of entomology*. Vol 31, 239-264.

- 11- Derlinger, D.L. 1980. Seasonal and annual variation of insect abundance in the Nairobi National Park, Kenya. *Biotropica* **12**, 100-190.
- 12- Dobzhansky & Pavan C. 1950. Local and seasonal variations in relative frequencies of species of *Drosophila* in Brasil. *Journal Animal Ecology*. **19**,770-778.
- 13- Erwin & L. J. M. Erwin. 1976. Relationships of predaceous beetles to tropical forest wood decay. Part II. The natural history of Neotropical *Eurycoleus macularis* Chevrolat (Carabidae: Lebiini) and its implications in the evolution of ectoparasitoidism. *Biotropica* **8**, 215-224.
- 14- Frankie, G. W. 1975. Tropical forest phenology and pollinator plant coevolution. In L. E. Gilbert and P. H. Raven (Eds.). *Coevolution of animals and plants*, pp. 192-209. Univ. of Texas Press, Austin, Texas, U.S.A.
- 15- Frith, D. W. 1975. A preliminary study of insect abundance on West Island, Aldabra atoll. Indian Ocean. *Trans. R. ent. Soc. Lond.* **127**, 209-229.
- 16- Frith, D. Frith & C. Frith 1990. Seasonality of litter invertebrate populations in an Australian upland tropical rain forest. *Biotropica* **22**, 181-190.
- 17- Ganzhorn, J.U. 1995. Low-level forest disturbance effects on primary production, leaf chemistry, and lemur populations. *Ecology* **76**, 637- 644.
- 18- Ganzhorn & Kappeler, 1996. Lemurs of the Kirindy forest. P. 257 – 274 in: J.U Ganzhorn & J.-P, Sorg, Ecology and Economy of a tropical Dry Forest in Madagascar. *Primate report*. **46**(1).
- 19- Ganzhorn, J.U. & Sorg, J.P. 1996. Ecology and Economy of a tropical Dry Forest in Madagascar. *Göttingen: Erich Goltze GmbH & Co KG*.
- 20- Green, G.M. & Sussman, R. W. 1990. Deforestation history of the eastern rain forest of Madagascar with Satellite images. *Sciences*. 478p.

- 21- Hails, C. J. 1982. A comparison of tropical and temperate aerial insect abundance. *Biotropica* **14**, 310-313.
- 22- Janzen D. H. 1973 Sweep samples of tropical foliage insects: Description of study sites, with data on species abundances and size distributions. *Ecology* **54**, 600-686.
- 23- Janzen D.H. & Schoener T. W. 1968. Differences in insect abundance and diversity between wetter and drier sites during a tropical dry season. *Ecology* **49**, 96-110.
- 24- Jons, A.D.1986: Effects of selective logging on the ecological organization of a peninsular Malaysian rain forest avifauna. *Forktail* **1**, 65-79.
- 25- Jons. A.D. 1988. Effects of selective timber extraction on rain forest structure and composition and some consequences for frugivores and folivores. *Biotropica* **20**, 31-37.
- 26- Kai, H.K. & Corlett, R.T. 2002. Seasonality of forest invertebrates in Hong Kong, South China. *Journal. of Tropical Ecology* **18**, 637-644.
- 27- Larousse 2.0. Bibliorom (CD. ROM). Ed. Microsoft (1995-1998).
- 28- Levings, S.C. & Windsor, D.M. 1982. Seasonal and annual variation in litter arthropod population. In E. G. Leigh, A. S. & D. M. Windsor (Eds). The ecology of a tropical rain forest: seasonal rhythms and long-term changes, pp. 355-387. *Smithsonian Institution Press, Washington*.
- 29- Levings, S.C. & Windsor, D.M. 1985. Litter arthropod populations in a tropical deciduous forest: relationships between years and arthropod groups. *Journal. Animal. Ecology*. **54**, 61-69.
- 30- Mittermeier. R. A. & I. Tattersal & W. R. Kostant & D. M. Meyers & R. B. Mast. 1994. Lemur of Madagascar . *Conservation International. Washington D.C*.
- 31- Moeed, A. & Meads, M.J. 1987. Seasonality of arthropods caught in a Malaise trap in mixed lowland forest of the Orongorongo Valley, New Zealand. *Journal of Zoology* **14**, 197-208.

- 32- Okwakol, M. J. N. 1980. Estimation of insects in Australian monsoon forests. *Memoirs of the Queenslan Museum* **20**, 533-543.
- 33- Olson. D. M & Andriamiadana. A. 1996. The effets of selective loggin on the leaf litter invertebrate P. 175 – 187 in: J.U Ganzhorn & J.-P, Sorg, Ecology and Economy of a tropical Dry Forest in Madagascar. *Primate report*. **46**(1).
- 34- Owen, D. F. 1969. Species diversity and seasonal abundance in tropical Sphingidae (Lepidoptera). *Proc. R. ent. Soc. Lond. Ser. A*. **44**, 162-168.
- 35- Paarmann, W. 1977. Propagation rhythm of subtropical and tropical Carabidae (Coleoptera) and its control by exogenous factors. In *Advances in Invertebrate Reproduction, Vol. 1*, ed. K. G. Adiyodi, R. G. Adiyodi, pp. 49-60. Peralam-Kenoth, Karivellur, India.
- 36- Paulian, R. 1996. Reflexion sur la zoogéographie de Madagascar. In W.R. Lourenço (Ed). *Biogéographie de Madagascar* 219-230. *Orostrom, Paris*.
- 37- Pearson & Janice A. Derr. 1986. Seasonal Patterns of lowland Forest Floor Arthropod Aboundance in Southeastern Perú. *Biotropica* **18**(3):244-256.
- 38- Pearson, D. L. 1977. A pantropical comparaison of bird community structure on six lowland forest sites. *Condor* **79**: 232-244.
- 39- Pinheiro, F.; Dinis, I.R.; Coelho, M.P.S. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austal Ecology* **27**, 132-136.
- 40- Ralisata Mahefatiana. 2005. Contribution à l'étude du comportement alimentaire de la Chauve-souris à nez feuillu : *Hipposideros commersoni commersoni* dans le parc national Ankarafantsika. *Mémoire de D.E.A Univ. Antananarivo*.

- 41-Rasamson. 1997. Contribution à l'étude biologique, écologique et éthologique de *Cryptoprocta ferox* dans la forêt de Kirindy à Morondava. *Mémoire de D.E.A Univ. Antananarivo*.
- 42-Robinson M. H. & Robinson B. 1970. Prey caught by a sample population of spider *Argiope argentata* (Araneae: Araneidae) in panama: A year's census data. *Zoology Journal Linnaean Sociobiology*.49, 345-358.
- 43-Schmid, J. & Kappeler, P.M. 1998. Fluctuating sexual dimorphism and differential hibernation by sex in a primate, the gray mouse lemur (*Microcebus murinus*). *Behavior. Ecology. Sociobiology*. **43**, 125-132.
- 44-Scholtz. C. H. & E. Holm. 1986. Insects of Southern Africa. *Part-I; Part-II. Bertterworths. Durban*.
- 45-Skorupa, J.P. 1986. Responses of rain forest primates to selective logging in Kibale forest, Uganda: a summary report. Pages 57-70 in K. Benirschke, editor. *Primates the road to self-sustaining population. Springer, New York*.
- 46-Scott, N. J., Jr. 1976. The abundance and diversity of the herpetofaunas of tropical forest litter. *Biotropica* **8**: 41-58.
- 47-Silvio Covi. 1992. Inventaire forestière en forêt dense sèche dans la forêt du CFPP Morondava Côte ouest de Madagascar. *Fiche technique N°23 CFPP, 1992*.
- 48-Smythe N. 1974. Biological monitoring and Base-Line data (ed. R. W. Rubinoff). *Smithsonian Institution environmental Science Program, Washington, DC*. 70-115.
- 49-Sorg, J.P.;Ganzhorn, J.U. & Kappeler, P.M. 2003. Forestry and research in Kirindy Forest/ Centre de formation Professionnelle Forestière. In: the Natural History of Madagascar (Ed. By S.M. Goodman & J.P. Benstead). *Chicago Press*, 1512-1519.

- 50- Sorg, J.P. & Rohner, U. 1996. Climate and tree phenology of the dry deciduous forest of the Kirindy Forest. *In: Ecology and Economy of a tropical Dry Forest in Madagascar* (Ed. By J.U. Ganzhorn & J.P. Sorg). Göttingen, Erich Goltze GmbH & Co KG, 57-80.
- 51- Southwood, T.R.E. & Henderson, P.A. 2000. Ecological methods. *Oxford, Blackwell Sciences Ltd.*
- 52- Tanaka, L.K. & Tanaka, S.K. 1982. Rainfall and seasonal changes in arthropod abundance on a tropical oceanic island. *Biotropica* **14**, 114-123.
- 53- Toft, C. A. 1982. Community structure of litter anurans in a tropical forest, Makokou, Gabon: A preliminary analysis in the minor dry season. *Revue d'Ecologie, La terre et la Vie* **36**, 223-232.
- 54- Vijayan & Arun. 2004. Pattern in abundance and Seasonality of Insect in the Siruvani Forest of Western Ghats, Nilgiri Biosphere Reserve, Southern India. *Sciences World Journal* **4**, 381-392.
- 55- Wolda H. 1978. Fluctuations in abundance of tropical insects. *American Natur.* **112**, 1017-1045.
- 56- Wolda H. 1988 Insect seasonality: Why? *Annual Review Ecology Systematic.* **19**, 1-18.
- 57- Wolda H. 1989. Seasonal cues in tropical organisms. Rainfall? Not necessarily! *Oecologia.* **80**, 437-442.
- 58- Wolda H. & Wong M. 1988. Tropical insect diversity and seasonality, sweep-samples vs. light-traps. *Proc. Konin Nederland Academy Wetens.* **C91**, 203-216.
- 59- Zar, Jerrold. H. 1984. Biostatistical analysis 2nd edition. *Prentice-Hall international Editions.* 478p

ANNEXE

Annexe 1: Insectes du sol dans le site N5

mois	Hym	Dict	Co	Col	Di	He	Iso	Lep	Ort	Grand total
avril	1064	2	6	9	0	0	3	0	20	1104
avril	426	0	2	0	1	0	0	1	11	441
mai	428	3	0	0	0	0	0	1	16	448
mai	376	2	2	0	1	0	0	0	12	393
mai	26	0	2	0	0	0	0	0	3	31
juin	168	0	0	0	0	0	0	0	0	168
octobre	447	4	7	0	0	0	0	0	29	487
novembre	157	0	5	0	0	1	0	1	14	178
novembre	102	0	5	0	0	0	0	1	13	121
novembre	297	0	3	0	0	0	0	1	21	322
total	3491	11	32	9	2	1	3	5	139	3693

Annexe 2 : Insectes du sol dans le site CS7.

mois	Hym	Dict	Co	Di	He	Lep	Neu	Ort	grand total
avr	643	12	49	0	0	1	0	56	761
mai	356	4	10	1	0	1	0	18	390
mai	294	2	13	0	0	0	0	14	323
mai	199	3	15	2	0	0	0	11	230
juin	131	0	1	0	0	0	0	13	145
juin	76	0	2	1	0	0	0	8	87
octobre	173	0	7	0	0	0	0	19	199
novembre	161	1	12	0	3	0	0	20	197
novembre	31	0	10	0	0	0	0	25	66
novembre	130	2	3	3	0	0	1	15	154
novembre	196	2	8	0	0	1	0	28	235
total	2390	26	130	7	3	3	1	227	2787

Annexe 3 : Insectes volants dans le site N5.

mois	Hym	Dict	Co	Di	He	Lep	Ort	Grand total
avr	6	2	1	14	0	7	0	30
avr	6	1	3	14	0	0	3	27
mai	17	0	3	17	1	9	0	47
mai	10	0	4	23	0	4	1	42
mai	1	0	1	27	0	1	2	32
mai	8	0	2	13	0	0	0	23
mai	20	0	1	30	0	3	0	54
juin	30	0	1	16	0	8	1	56
juin	14	1	6	24	0	31	0	76
octobre	73	3	6	48	1	46	0	177
octobre	118	1	12	76	1	22	0	230
novembre	171	0	41	75	1	7	1	296
novembre	134	2	15	72	0	12	1	236
total	608	10	96	449	4	150	9	1326

Annexe 4 : Insectes volants dans le site CS7.

mois	Hym	Dict	Co	Di	He	Lep	Neu	Od	Ort	Grand total
avr	52	0	10	71	0	35	0	0	3	171
mai	1	0	1	20	0	4	0	0	0	26
mai	4	0	0	6	1	4	0	0	2	17
mai	35	3	9	91	3	8	1	0	2	152
mai	38	0	6	53	0	11	0	1	0	109
mai	7	1	1	25	4	3	0	1	0	42
novembre	445	5	26	163	1	21	0	0	5	666
novembre	503	0	16	185	0	34	0	0	4	742
novembre	835	9	3	439	1	136	0	0	0	1423
Total	1920	18	72	1053	10	256	1	2	16	3348

Annexe 5 : Insectes nocturnes dans le site N5.

mois	Lep	Dict	Co	Der	Di	He	Hym	Iso	Neu	Ort	Grand total
avr	302	2	17	4	8	0	7	0	0	15	355
mai	194	7	51	2	2	12	0	0	0	5	273
mai	101	2	11	2	0	2	1	0	2	7	128
mai	214	9	16	3	1	1	1	0	0	9	254
juin	136	3	8	0	1	2	0	0	0	6	156
oct	401	11	154	0	0	0	3	2	0	3	574
nov	305	14	260	0	3	1	0	0	1	9	593
nov	302	20	52	0	2	0	17	0	0	4	397
nov	394	56	35	0	8	1	0	0	2	5	501
nov	734	18	21	0	2	5	0	0	2	2	784
Total	3083	142	625	11	27	24	29	2	7	65	4015

Annexe 6 : Insectes nocturnes dans le site CS7.

Mois	Dict	Co	Der	Di	He	Hym	Lép	Od	Ort	Grand total
avril	17	66	6	2	12	28	498	1	30	660
avril	3	32	0	0	0	0	1013	0	12	160
mai	3	25	0	10	4	0	121	0	14	177
mai	6	13	0	0	1	0	135	0	4	159
mai	22	42	4	1	16	0	207	0	10	302
juin	2	18	1	1	3	0	75	0	0	100
juin	7	15	4	1	0	3	149	0	10	189
total	60	211	15	15	36	31	1289	1	80	1747

Annexe 7 : Classes de taille des différents Ordres d'insectes dans le site N5.

Ordre	petite	moyenne	grande	total
Dict	47	107	9	163
Co	583	125	45	753
Col	8	1	0	9
Der	9	2	0	11
Di	374	63	41	478
He	18	5	6	29
Hym	3428	665	59	4152
Iso	3	1	1	5
Lép	1804	556	854	3214
Neu	0	1	6	7
Ort	122	59	32	213
grand total	6396	1585	1053	9034

Annexe 8 : Classes de taille des différents Ordres dans le site CS7.

Ordre	petite	moyenne	grande	total
Dict	27	39	15	81
Co	305	20	9	334
Der	0	9	0	9
Di	754	219	105	1078
He	27	9	0	36
Hym	3615	1023	85	4723
Lép	777	404	147	1328
Neu	0	1	1	2
Ort	189	66	34	289
Od	0	0	2	2
grand total	5284	1380	398	7882

Annexe 9 : Pic d'activité des insectes nocturnes dans le site N5.

mois	18h-21h	21h-24h	somme
avril	260	95	355
mai	140	133	273
mai	83	45	128
mai	139	115	254
juin	87	69	156
octobre	351	223	574
novembre	393	200	593
novembre	248	149	397
novembre	426	75	501
novembre	455	329	784

Annexe 10 : Résultats des tests de normalité des données sur les différents mœurs d'insectes.

		Classes de taille				
Mœurs d'insectes	Site	PETIT	MOYEN	GRAND	SOMME	signification
Rampants	N5	$p=0,799$ n=10	$p=0,839$ n=10	$p=0,075$ n=10	$p=0,568$ n=10	donnée normale
	CS 7	$p=0,406$ n=11	$p=0,909$ n=11	$p=0,976$ n=11	$p=0,422$ n=11	donnée normale
Nocturnes	N5	$p=0,995$ n=10	$p=0,965$ n=10	$p=0,193$ n=10	$p=0,996$ n=10	donnée normale
	CS 7	$p=0,530$ n=8	$p=1$ n=8	$p=0,996$ n=8	$p=0,904$ n=8	donnée normale
Volants	N5	$p=0,167$ n=13	$p=0,171$ n=13	$p=0,069$ n=13	$p=0,196$ n=13	donnée normale
	CS 7	$p=0,372$ n=9	$p=0,246$ n=9	$p=0,304$ n=9	$p=0,284$ n=9	donnée normale

p : Probabilité pour un seuil donné.

Annexe 11: Résultats de test de normalité sur les variables climatiques.

Variables climatiques	Valeur de p	Signification
Température	0,381 n=11	donnée normale
Humidité	0,981 n=11	donnée normale
Précipitation	0,534 n= 8	donnée normale

Annexe 12 : Résultats des tests de normalité sur les données phénologiques des plantes.

Site	Production des plantes	Valeur de p	signification
N5	FJ	0,175	donnée normale
N5	FA	0,953	donnée normale
N5	FL	0,729	donnée normale
N5	FPM	0,629	donnée normale
N5	FM	0,964	donnée normale
CS7	FJ	0,601	donnée normale
CS7	FA	0,724	donnée normale
CS7	FL	0,983	donnée normale
CS7	FPM	0,818	donné normale
CS7	FM	0,574	donnée normale

p : Probabilité pour un seuil donné.

Annexe 13 : Résultats des tests de corrélation entre les fluctuations d'abondance saisonnière des insectes et les variables climatiques.

Mœurs d'insectes	Site	Variables	Valeur de $\langle r \rangle$	Valeur p	Signification
Rampants	N5	température	0,276	0,441	
	N5	humidité	0,506	0,136	
	N5	précipitation	0,089	0,807	
	CS7	température	0,141	0,680	
	CS7	humidité	0,521	0,100	
	CS7	précipitation	0,240	0,478	
Volants	N5	température	0,611*	0,026	<i>corrélation à 0,05</i>
	N5	humidité	0,126	0,682	
	N5	précipitation	-0,161	0,600	
	CS7	température	0,778*	0,014	<i>corrélation à 0,05</i>
	CS7	humidité	0,430	0,248	
	CS7	précipitation	-0,820**	0,007	<i>corrélation à 0,01</i>
Nocturnes	N5	température	0,817**	0,004	<i>corrélation à 0,01</i>
	N5	humidité	0,520	0,123	
	N5	précipitation	-0,345	0,328	
	CS7	température	0,154	0,771	
	CS7	humidité	0,184	0,727	
	CS7	précipitation	0,162	0,760	

p : Probabilité pour un seuil donné.

Annexe 14 : Résultats des tests de corrélation entre les fluctuations d'abondance saisonnière des insectes et les productions de plantes.

Mœurs d'insectes	Site	Variables	Valeur de $< r >$	Signification
Rampants	N5	FJ	-0,389	
	N5	FA	0,520	
	N5	FL	-0,434	
	N5	FPM	0,52	
	N5	FM	0,120	
	CS7	FJ	-0,374	
	CS7	FA	0,258	
	CS7	FL	-0,236	
	CS7	FPM	0,072	
	CS7	FM	0,447	
Nocturnes	CS7	FJ	0,080	
	CS7	FA	0,444	
	CS7	FL	0,080	
	CS7	FPM	-0,323	
	CS7	FM	0,323	
	N5	FJ	0,285	
	N5	FA	0,424	
	N5	FL	0,302	
	N5	FPM	-0,757*	corrélation à 0,05
	N5	FM	0,361	
	CS7	FJ	0,628	
Volants	CS7	FA	-0,51	
	CS7	FL	0,707*	corrélation à 0,05
	CS7	FPM	0,047	
	CS7	FM	-0,894**	corrélation à 0,01
	N5	FJ	0,626*	corrélation à 0,05
	N5	FA	-0,608*	corrélation à 0,05
	N5	FL	0,817**	corrélation à 0,01
	N5	FPM	-0,868**	corrélation à 0,01
	N5	FM	0,464	

Annexe 15 : Résultats du test t pour les différentes mœurs d'insectes entre les deux sites.

Mœurs d'insectes	dd.l	Valeur de p	signification
Rampants	19	0,303	non significative
Volants	9	0,081	non significative
Nocturnes	20	0,060	non significative

dd.l : Degré de liberté.

Annexe 16: Production de plantes dans le site N5.

Mois	FJ (%)	FA (%)	FL (%)	FPM (%)	FM (%)
Avril	0	86,87	0	8,75	4,375
Mai	0	89,375	0	8,437	2,207
Mai	0	73,175	3,125	10,859	1,875
Octobre	0,25	65	9,675	3,125	3,125
Novembre	37,5	65	16,793	3,125	5,625
Novembre	2,5	83,125	1,875	3,125	2,5

FJ : feuille jeune ;

FA : feuille adulte ;

FL : fleur ;

FPM : fruit pas mûr ;

FM : fruit mûr.

Annexe 17 : Production de plantes dans le site CS7.

Mois	FJ (%)	FA (%)	FL(%)	FPM (%)	FM (%)
Avril	0,06	77,5	3,125	3,75	10
Mai	0	76,75	0,625	3,75	10
Mai	0	73,125	0,625	4,375	9,375
Octobre	3,75	36,25	5	0,625	0,625
Novembre	39,375	60,5	7,625	1,875	0,625
Novembre	24,218	83,75	5	5,625	0,625

FJ : feuille jeune ;

FA : feuille adulte ;

FL : fleur ;

FPM : fruit pas mûr ;

FM : fruit mûr.

Annexe 18 : Exemple d'une fiche de collecte des données phénologiques pour un site.

Localité	Nom vernaculaire	N° de l'arbre	Dist (m)	Diamètre (mm)	Date	FJ	FA	FL	FPM	FM

Dist : distance en mètre du pied d'arbre par rapport à l'observateur ;

FJ : feuille jeune ;

FA : feuille adulte ;

FL : fleur ;

FPM : fruit pas mûr ;

FM : fruit mûr.

Annexe 19: Noms vernaculaires des plantes étudiées dan le site CS7

localité	nom vernaculaire	N°	Distance (m)	Diamètre (mm)
K2	Mampandry	1	8,6	134
K2	Tsivonimbezo	2	9	55
K2	Handy	3	6,6	105
K2	Latabarika	4	6,3	165
K2	Beholitsy	5	4,8	59
K2	Hazomby	6	6,4	176
K2	Alampo	7	2,6	83
K2	Manary	8	8,1	170
I2	Valotsy	9	6,9	246
I2	Latabarika	10	4,8	192
I2	Menabaho	11	7,5	2,2
I2	Valo	12	2,2	62
I2	Menabaho	13	5,8	130
I2	Amaninomby	14	7,4	80
I2	Sakoamband	15	6,7	453
I2	Somotsoy	16	7,2	133
M2	Fengoky	17	6,5	556
M2	Handy	18	1,1	168
M2	Tsiandala	19	8,6	224
M2	Hazomby	20	7,3	110
M2	Tsingena	21	5,6	91
M2	Tsilaiby	22	3,6	380
M2	Latabarika	23	4,8	190
M2	Sely	24	5,8	103
N2	Manary	25	4,5	228
N2	Apeny	26	7,3	133
N2	Sely	27	6,5	155
N2	Taly	28	4,2	68
N2	Lopingo	29	7,5	217

N2	Sely	30	4,5	66
N2	Tsilavondria	31	5,2	68
N2	Votango	32	6,2	210
O2	Maronono	33	5,6	62
O2	Mampandry	34	6,9	114
O2	Katrafay	35	9,4	165
O2	Boramena	36	5,6	75
O2	Anakaraka	37	6,4	384
O2	Latabarika	38	5,1	50
O2	Mpanjakaben	39	4	265
O2	Tolakena	40	3	55

Annexe 20 : Noms vernaculaires des plantes étudiées dan le site N5.

localité	nom vernaculaire	N°	Distance (m)	diamètre (mm)
K1	Lopingo	1	5	58
K1	Manjakabentany	2	4,6	180
K1	Anatsiko	3	1,9	87
K1	Piropitsokala	4	2,8	50
K1	Hazomby	5	1,5	56
K1	Anatsiko	6	2,7	116
K1	Piropitsokala	7	4,6	47
K1	Sarisakoamb	8	8,9	295
K2	Somotsoy	9	2,6	84
K2	Sarisakoamb	10	4,2	150
K2	Somotsoy	11	2,9	78
K2	Sarisakoamb	12	7,3	166
K2	Beholitsy	13	6,3	209
K2	Mantora	14	5	81
K2	Mangiliankelk	15	1	130
K2	Hazondadiala	16	2,6	54
K3	Anatsiko	17	5,4	93
K3	Fatikahitsy	18	4,5	62
K3	Handy	19	2,1	179
K3	Anatsiko	20	3,4	64
K3	Manabakanin	21	5,2	66
K3	Manjakabentany	22	3,5	295
K3	Lopingo	23	1,8	81
K3	Anatsiko	24	4,1	113
K4	Piropitsokala	25	2,5	41
K4	Beholitsy	26	5,4	156
K4	Fatikahitsy	27	2,3	116
K4	Mamiaho	28	6,7	69
K4	Mampilazy	29	4,7	55

K4	Kitakitakala	30	4,2	98
K4	Tsiadala	31	7,7	155
K4	hazomboenga	32	3	60
K5	Boramena	33	2,9	68
K5	Anatsiko	34	3,8	142
K5	Anatsiko	35	3,1	72
K5	sarigoavy	36	1,5	46
K5	Mampilazy	37	1,9	63
K5	Anatsiko	38	6	138
K5	Anatsiko	39	1,4	174
K5	Piropitsokala	40	3	48

Annexe 21 : Quelques photos d'insectes



Photo d'un Dictyoptère



Photo d'un Lépidoptère nocturne



Photo d'un Hyménoptère Formicidae



Photo d'un grand Coléoptère



Photo d'un Diptère



Photo d'un Orthoptère

Nom et Prénom : ANDRIAMPARANY Roger

Titre : Etude de la phénologie des insectes de la forêt tropicale dense sèche du Sud Ouest de Madagascar (Forêt de Kirindy Morondava)

Pagination : 69

Tableau : 7

Photos : 6

Figure : 17

Planche : 2

RESUME

Dans la région de Menabe, une saison sèche très sévère durant approximativement six mois rend la vie très difficile aux insectes de la forêt de Kirindy. Dans l'écosystème forestier, les insectes jouent des rôles très importants. Mais, jusqu'à maintenant, il n'existe aucune information sur leurs fluctuations saisonnières d'abondance. Ainsi, cette étude concerne l'étude de la phénologie des insectes afin de savoir la relation entre les fluctuations saisonnières d'abondance des insectes et les variables climatiques d'une part et la relation entre les fluctuations saisonnières d'abondance des insectes et les productions de plantes d'autre part. Le test de corrélation de Pearson a été utilisé pour l'analyse de ces différentes relations. Ce travail a été effectué en deux périodes, du 12 avril 2005 au 08 juin 2005 et du 26 octobre 2005 au 30 novembre 2005. Le climat de la région est caractérisé par une longue saison sèche entre les mois d'avril et octobre. Pour la méthode de capture, le piège malaise, le piège lumineux et le trou piège ont été utilisés. Au total, 16916 individus répartis dans 12 Ordres ont été interceptés. Les six Ordres les moins abondants constituent 0,72% des individus capturés (Collembolles, Dermaptères, Hétéroptères, Isoptères, Neuroptères et Odonates). Les restes sont représentés par des Dictyoptères (1,47%), des Orthoptères (3,11%), des Coléoptères (6,75%), des Diptères (9,66%), des Lépidoptères (25,67%) et des Hyménoptères (52,34%). Ces insectes ont été récoltés dans deux sites (le site N5 déjà exploité et le site CS7 intact). Dans cette étude, les effets de l'exploitation sélective de la forêt et de la présence de la rivière Kirindy sur les fluctuations saisonnières d'abondance des insectes sont aussi mis en évidence en utilisant le test t de Student. Dans l'ensemble, les coupes de bois sélectives et la présence de la rivière ne semblent pas avoir d'effet significatif sur la communauté d'insectes. Cependant, cette exploitation pourrait provoquer des effets néfastes sur d'autres communautés d'animaux.

Mots clés : Phénologie, insectes, abondance, climat, plantes, piège malaise, piège lumineux, trou piège, forêt dense sèche, Kirindy, Madagascar.

Encadreur : Madame RAMILJAONA RAVOAHANGIMALALA Olga
Professeur Titulaire

Adresse de l'auteur : Cité Universitaire d'Ambatomaro Porte 419GH, Bloc IV Antananarivo

Ou à Moratsiazo Ampefy Soavinandriana (118)