

## SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
GENERALITES.....	4
I. MATERIELS ET METHODES.....	9
<i>I.1. Matériel biologique</i> .....	9
<i>I.2. Milieu d'étude</i> .....	11
<i>I.3. Période et sites d'étude</i> .....	12
<i>I.4. Méthodes de collecte des données</i> .....	15
I.4.1. Etudes préliminaires.....	15
I.4.2. Capture et marquage des individus.....	15
I.4.3. Observations sur le mode d'alimentation.....	16
I.4.4. Etude des facteurs écologiques potentiels de variations du mode d'alimentation.....	19
I.4.5. Utilisation du microhabitat.....	24
I.4.6. Habitat favorable à la survie des espèces étudiées.....	24
<i>I.5. Traitement des données</i> .....	26
I.5.1. Analyse des facteurs de variations du mode d'alimentation.....	26
I.5.2. Analyse des relations entre facteurs écologiques.....	27
I.5.3. Analyses de l'utilisation du microhabitat et de l'abondance par kilomètre des espèces étudiées entre N5 et CS7.....	28

II. RESULTATS .....	29
II.1. Tendance générale et variations du mode d'alimentation .....	29
II.2. Facteurs de variations du mode d'alimentation dans chaque espèce étudiée .	32
II.2.1. Exploration des variations du mode d'alimentation .....	32
II.2.2. Influence des classes d'âge sur le mode d'alimentation.....	34
II.2.3. Influences des facteurs écologiques sur le mode d'alimentation.....	34
II.2.4. Relations entre les facteurs écologiques.....	37
II.3. Utilisation du microhabitat.....	40
II.4. Habitat favorable à la survie .....	40
III. DISCUSSION .....	42
III.1. Tendance générale du mode d'alimentation de <i>Zonosaurus karsteni</i> et <i>Zonosaurus laticaudatus</i> .....	42
III.2. Variations du mode d'alimentation de <i>Zonosaurus karsteni</i> .....	43
III.3. Mode d'alimentation et utilisation du microhabitat.....	46
III.4. Mode d'alimentation et habitat favorable à la survie .....	47
CONCLUSION .....	49
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	51
ANNEXES .....	I

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Répartition géographique de (A) <i>Zonosaurus karsteni</i> , (B) <i>Zonosaurus laticaudatus</i> . (Sources : Ramanamanjato et al., 2002 ; Rakotondravony, 2007 ; Glaw et Vences, 2007 ; Raselimanana, 2008 ; Raselimanana et al., 2009 ; Raselimanana et al., 2011 ; Randriamoria, 2011 ; contributeurs d' Openstreetmap, 2017).....	8
Figure 2: <i>Zonosaurus karsteni</i> , forêt de Kirindy : A. juvénile. B. adulte (Photos : H. F. Razafindrabe, 2017).....	10
Figure 3: <i>Zonosaurus laticaudatus</i> de la forêt de Kirindy : A. juvénile (Photo : H. F. Razafindrabe, 2017). B. adulte (Photo : K. Lassells, 2003).....	11
Figure 4: Localisation géographique de la forêt de Kirindy et des deux blocs forestiers (CS7 et N5) avec les sites d' étude (Sources : DPZ, 2010 ; contributeurs d' Openstreetmap, 2017. Adaptées par H. F. Razafindrabe, 2017) .....	14
Figure 5: Mesure de l' épaisseur d' une couche de la litière à l' aide d' un pied à coulisse analogique à vernier. ....	22
Figure 6: Organisation d' un site d' étude de 250 m de long avec des plots de 25 m de côtés.....	23
Figure 7: Résultats de l' AFC : A. Lien entre les différentes modalités des variables et la position de chaque individu par rapport à ces liens. B. Liens entre les différentes variables catégoriques considérées.....	33
Figure 8: Densité des différentes catégories de plantes dans forêt en CS7 et N5. ....	37
Figure 9: Epaisseur moyenne des deux couches composant la litière en CS7 et N5.....	38
Figure 10: Rendement de piégeage moyen de chaque groupe d' Arthropodes en CS7 et N5 .....	38

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Détermination du mode d'alimentation basée sur le nombre de mouvements de déplacements par minutes (MPM, en mvt/mn) et le pourcentage de temps dépensé pour les mouvements de déplacements (PTM, en %) (Huey et Pianka, 1981 ; Razafindrakoto, 2006 ; Randrianarisoa, 2010).....	19
Tableau 2: Nombre de mouvement de déplacement par minute (MPM), pourcentage de temps dépensé pour les mouvements de déplacements (PTM), vitesse moyenne par mouvement de déplacement (MS), vitesse moyenne par observation (AS) et durée total d'observation (Durée) pour les deux espèces et classe d'âges étudiées. ....	31
Tableau 3: Importance des axes factoriels extraits par l'AFC.....	32
Tableau 4: Résultats des régressions multiples .....	35
Tableau 5: Importance des différents axes avec contraintes (RDA) et composantes principales (PC) extraites par l'analyse de redondance dans l'explication des variations des facteurs écologiques .....	39
Tableau 6: Centroids : lien respectif des variables bloc forestier et orientation du site d'étude avec les axes avec contraintes.....	40
Tableau 7: Résultats du recensement de <i>Zonosaurus karsteni</i> et de <i>Zonosaurus laticaudatus</i> .....	41

## LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES

PLNB : plantes ligneuses non-buissonnantes

AC : mode d'alimentation actif typique

AD : Adulte

AFC : Analyse Factorielle de Correspondance

AGE : classe d'âge à laquelle appartient l'individu observé

AIC : « Akaike Information Criterion » ou informations critères d'Akaike

AL : Allongée

AM : matin

APK : Abondance par kilomètre

AS : « Average Speed » ou vitesse moyenne

AI : Arbrisseaux

CAS : « Californian Academy of Science »

CFPF : Centre de Formation Professionnelle Forestière

CNFEREF : Centre National de Formation, d'Etude et de Recherche en Environnement et Foresterie

CR : mode d'alimentation actif de type croisière

CS7 : « Conoco South at 7 km » Sud du Conoco à 7 km de la RN8

D : densité

DBH : « Diameter at Breast Height » ou diamètre à hauteur de poitrine

$d_M$  : distance parcourue durant chaque mouvement de déplacement

DPZ : « Deutsch Primatenzentrum »

$d_T$  : distance parcourue durant chaque observation

EE : effort d'échantillonnage

EO : Orienté Est-Ouest

I : Incliné

JU : Juvénile

L : longueur total de transect (km)m

M : Mort

MA : Mode d'alimentation de l'individu observé

mn : minutes

MPM : « Movement Per Minute » ou nombre de mouvements de déplacements par minute

MS : « Movement Speed » ou vitesse par mouvement de déplacement

mvt : mouvements de déplacements

Mvt : Mouvements de déplacements

n : effectif

N5 : « North at 5 km » ou Nord du Conoco à 5 km de la RN 8

$n_M$  : nombre de mouvements de déplacements

$n_{np}$  : nombre de nuits de piégeage

NS : Orienté Nord-Sud

NSE : numéro du site d'étude dans le bloc forestier

$n_{tp}$  : nombres de trous-pièges

$n_v$  : nombre de visites par transect

ONG : Organisation Non-Gouvernementale

OSE : L'orientation du site d'étude où a eu lieu l'observation

$p$  : probabilité d'erreur

PC : « Principal Component » ou composantes principales

PLNB : plantes ligneuses non-buissonnantes

PM : après-midi

PS : mode d'alimentation passif

PTM : « Percent Time per Move » ou pourcentage de temps dépensé pour les mouvements de déplacements

QGIS : Quantum Geographic Information System

RDA : « Redundancy Axes », ou axes avec contraintes obtenus par l'analyse de redondance

RN 8 : Route Nationale 8

RP : Rendement de piégeage

s : secondes

SB : Végétation du sous-bois

SE : surface d'échantillonnage

SP : Sur pied

Sp : espèce

$t_M$  : durée de chaque mouvement de déplacement

$t_O$  : durée d'observation

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

V : Vivant

ZE : bloc forestier où a eu lieu l'observation

ZK : *Zonosaurus karsteni*

ZL : *Zonosaurus laticaudatus*



## INTRODUCTION

L'étude du mode d'alimentation des lézards est important pour comprendre leur évolution (Vitt et Congdon, 1978 ; Verwajen et Van Damme, 2007) et divers aspects de leur écologie (Huey et Pianka, 1981 ; Bowker, 1984 ; Vitt, 1990 ; Cooper, 1995, 1997, Menezes *et al.*, 2006). Actuellement, deux modes d'alimentations sont reconnus chez les prédateurs : celui passif et celui actif (Pianka, 1966). Le premier fait que le chasseur attend à un point fixe puis attaque les proies qui se trouvent suffisamment à sa portée. Le second se caractérise par la recherche active de proies en se déplaçant. Un type de mode d'alimentation actif dit « croisière » (Regal, 1978) est caractérisé par une recherche active de la nourriture avec des mouvements de déplacements rares mais de longue durée, à la différence du mode d'alimentation actif typique, caractérisé par des mouvements de déplacements plus fréquents. Dans une étude sur le mode d'alimentation, il est important de prendre en compte les facteurs bioécologiques, en raison des influences qu'ils peuvent avoir (Lister et Aguayo, 1992 ; Greeff et Whiting, 2000 ; Wymann et Whiting, 2002 ; Razafindrakoto, 2006 ; Zero *et al.*, 2009). Le mode d'alimentation peut déterminer l'utilisation du microhabitat (Cooper *et al.*, 1997 ; Wymann et Whiting, 2002 ; Razafindrakoto, 2006), le régime alimentaire, les prédateurs potentiels (Huey et Pianka, 1981 ; Menezes *et al.*, 2006), la régulation comportementale de température (Bowker, 1984) et bien d'autres aspects de l'écologie des lézards. Par exemple, les lézards pratiquant le mode d'alimentation actif chassent des proies peu mobiles et/ou regroupées, contrairement aux lézards pratiquant le mode d'alimentation passif (Huey et Pianka, 1981 ; Menezes *et al.*, 2006).

A Madagascar, le mode d'alimentation des lézards a été peu documenté. D'après les études menées à Ankarafantsika, *Oplurus cuvieri* pratique le mode d'alimentation passif en fin de saison sèche et début de saison humide (Mori et Randriamahazo, 2002) et en milieu de saison humide (Razafindrakoto, 2006) alors que *Zonosaurus laticaudatus* pratique celui actif en milieu de saison humide (Razafindrakoto, 2006 ; Randrianarisoa, 2010). Cette différence correspond à une séparation des niches écologiques qui permet aux deux espèces de cohabiter sans être en compétition. Aucune information n'est disponible sur le mode d'alimentation des lézards malgaches en fin de saison humide et en début de saison sèche.

Parmi les sous-familles de lézards malgaches, celle des Zonosaurinae (Famille Gerrhosauridae), présente un intérêt particulier du point de vue biogéographique. Cette sous-famille est un groupe monophylétique, endémique à Madagascar et elle compte 19 espèces (4,53 % de tous les lézards de l'île) (Lang, 1991 ; Uetz *et al.*, 2018). Malgré cela, elle a été peu étudiée du point de vue écologique et comportementale (Blanc, 1967 ; Razafindrakoto, 2006 ; Randrianelona, 2009 ; Randrianarisoa, 2010). Le genre *Zonosaurus* représente 17 de ces 19 espèces et les deux espèces restantes sont du genre *Tracheloptychus* (Lang, 1991 ; Uetz *et al.*, 2018). Ce constat a motivé la présente étude qui se focalise sur *Zonosaurus laticaudatus* et *Zonosaurus karsteni*, deux espèces de grande taille. Bien qu'ils fassent partie d'un même genre, ces deux espèces affichent des différences notables au niveau écologique : leurs gestions du temps, leurs distribution (Raselimanana *et al.*, 2011 ; Raxworthy et Vences, 2010), leurs préférences d'habitats et leurs régimes alimentaires (Randrianelona, 2009). Ces différences pourraient signifier que *Zonosaurus laticaudatus* et *Zonosaurus karsteni* pratiqueraient également des modes d'alimentations différents. La taille relativement grande de ces deux espèces et leur mode de vie terrestre constituent un autre avantage, facilitant les observations ininterrompues, nécessaires à l'étude du mode d'alimentation des lézards. Très peu d'informations existent sur le mode d'alimentation de *Zonosaurus laticaudatus* alors qu'aucune n'existe sur celui de *Zonosaurus karsteni*. Selon ces informations, *Zonosaurus laticaudatus* pratique généralement le mode d'alimentation actif d'après les études menées en saison humide par Razafindrakoto (2006) et Randrianarisoa (2010) dans le Parc d'Ankarafantsika. Pourtant, cette espèce peut également pratiquer un mode d'alimentation passif quand des proies de grandes tailles facilement repérables sont disponibles (Razafindrakoto, 2006). *Zonosaurus karsteni* et *Zonosaurus laticaudatus* peuvent vivre en sympatrie (Raselimanana, 2008 ; Randrianelona, 2009). C'est le cas dans certains endroits de la forêt de Kirindy (Randrianelona, 2009) où cette étude a été menée. La forêt de Kirindy est une forêt sèche du Menabe central. Elle figure parmi les écosystèmes considérés comme plus vulnérables à cause de fortes dégradations (Moat et Smith, 2007).

Compte tenu des informations ci-dessus, les principales questions abordées dans ce mémoire sont les présentes : le mode d'alimentation de *Zonosaurus laticaudatus* et celui de

*Zonosaurus karsteni* sont-ils les mêmes ? Ce comportement est-il lié à l'écologie des espèces étudiées ?

Pour répondre à ces questions, les objectifs spécifiques suivants ont été visés :

- Déterminer le mode d'alimentation de *Zonosaurus laticaudatus* et celui de *Zonosaurus karsteni* dans la forêt de Kirindy.
- Identifier les facteurs potentiels de variations du mode d'alimentation (habitat, âge, disponibilité alimentaire) de chacune de ces deux espèces.

Les principales hypothèses de la présente étude sont les suivantes :

- Le mode d'alimentation de *Zonosaurus laticaudatus* et celui de *Zonosaurus karsteni* seraient les mêmes. Dans ce cas, les deux espèces sont sympatriques. L'hypothèse non confirmée pourrait signifier une spécialisation de l'une ou de l'autre espèce.
- Le mode d'alimentation est uniforme dans chacune des deux espèces. Un rejet de cette hypothèse pour une espèce indiquerait sa capacité à s'adapter rapidement aux possibles changements de son habitat.

Le présent mémoire comporte trois grandes parties. Après une brève synthèse des généralités sur le domaine d'étude, la première partie présente les matériels et méthodes utilisés. Ensuite, la deuxième partie expose les résultats obtenus et les interprétations correspondantes. Puis, la dernière partie discute les résultats. Des conclusions et des recommandations pour les études ultérieures terminent ce document.

## GENERALITES

Dans le monde, 10793 espèces de Reptiles ont été répertoriées dans les bases de données du Reptile Database (Uetz *et al.*, 2018) et de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN, 2017). Parmi elles, les lézards sont particulièrement diversifiés avec 6512 espèces (60,34 %). Les autres groupes sont constitués par les serpents (3709 espèces : 34,36 %), les tortues (351 espèces : 3,25 %), les Amphisbènes<sup>1</sup> (196 espèces : 1,82 %), les crocodiles (24 espèces : 0,22 %) et les tuataras ou rhynchocéphales<sup>2</sup> (2 espèce : 0,02 %). En plus de leur diversité notable, les lézards présentent des particularités remarquables au niveau morphologique (exemple : les ventouses des geckos), bioécologiques (exemple : relation entre température du milieu d'incubation et sexe des petits) et comportemental (exemple : présence des deux modes d'alimentations reconnus chez les prédateurs (Pianka, 1966)).

Chez les lézards, le mode d'alimentation a été intensivement étudié depuis les années 80 (Huey et Pianka, 1981 ; Bowker, 1984 ; Vitt, 1990 ; Cooper, 1995, 1997 ; Menezes *et al.*, 2006 ; Verwaijen et Van Damme, 2007). En terme de prédation, le mode d'alimentation est généralement catégorisé en deux (Pianka, 1966) : celui passif ou en embuscade et celui actif. Toutefois, il faut noter que cette vision dichotomique du mode d'alimentation ait été remise en question par certaines études (Pietruszka, 1986 ; Etheridge et Wit, 1993 ; Perry, 1999). D'après ces dernières, le mode d'alimentation actif et celui passif sont deux extrêmes dans un continuum en fonction des variables bioécologiques. Un type de mode d'alimentation actif dite « croisière », plus passive que le mode d'alimentation actif typique a alors été identifié (Regal, 1978). Le mode d'alimentation actif de type croisière est caractérisé par une recherche active de la nourriture avec des mouvements de déplacements rares mais de longues durée (Regal, 1978), à la différence du

---

<sup>1</sup> Un sous-ordre de Squamates aux pattes absentes ou réduites, nettement différents des lézards et des serpents

<sup>2</sup> Ce groupe dont les plus anciens fossiles connus remontent au Trias ne comprend plus que deux espèces actuelles, des sphénodons endémiques de Nouvelle-Zélande (IUCN, 2017). Pour certains auteurs, les sphénodons sont mieux décrits comme étant une seule espèce, à savoir *Sphenodon punctatus* (Hay *et al.*, 2010 ; Uetz *et al.*, 2018).

mode d'alimentation actif typique qui implique des mouvements de déplacements à la fois fréquents et de longue durée (Huey et Pianka, 1981). En général, le mode d'alimentation demeure le même pour les espèces d'une même famille de lézards insectivores (Cooper, 1994a, 1994b, 1995 ; Cooper *et al.*, 1997 ; Cooper *et al.*, 1999 ; Mori et Randriamahazo, 2002). Néanmoins, il arrive que les espèces d'une même famille ne pratiquent pas le même mode d'alimentation (Cooper et Whiting, 1999, 2000 ; Verwajen et Van Damme, 2008). Il peut même varier dans une espèce en fonction de l'âge des individus (Greeff et Whiting, 2000 ; Wymann et Whiting, 2002), de leur longueur tête-corps (Zero *et al.*, 2009), de leur sexe (Lister et Aguayo, 1992), du risque de prédation (Lister et Aguayo, 1992), de la disponibilité des proies (Lister et Aguayo, 1992), du type de proies visées (Razafindrakoto, 2006), du type d'habitat (Lister et Aguayo, 1992 ; Wymann et Whiting, 2002 ; Zero *et al.*, 2009) ou des saisons (Lister et Aguayo, 1992 ; Wymann et Whiting, 2002). C'est le cas constaté pour *Anolis nebulosus*, une espèce arboricole mexicaine, qui pratique le mode d'alimentation passif durant la saison sèche, à cause d'une raréfaction des proies, et celui actif typique durant la saison humide (Lister et Aguayo, 1992). C'est également le cas pour *Mabuya margaritifera*, une espèce terrestre d'Afrique du Sud, chez laquelle le mode d'alimentation des femelles est plus passif que celui des juvéniles durant la période de reproduction (Wymann et Whiting, 2002). Il a été montré que certains lézards pratiquant le mode d'alimentation actif peuvent chasser les proies sédentaires à distribution aléatoire ou en regroupement alors que d'autres pratiquant celui passif sont des chasseurs à vues visant des proies plus mobiles (Huey et Pianka, 1981, Magnusson *et al.*, 1985 ; Menezes *et al.*, 2006). Le mode d'alimentation est ainsi en relation avec le régime alimentaire. Par rapport à ceux pratiquant le mode d'alimentation passif, les lézards pratiquant celui actif peuvent capturer plus de proies par jour (Huey et Pianka, 1981). En revanche, ceci les expose à un risque plus élevé de croiser différents prédateurs (Salt, 1967) et cause un surplus de dépenses énergétiques journalières (Bennett et Gorman, 1979). Le mode d'alimentation est aussi lié à l'évolution des traits morphologiques. Par exemple, les espèces de lézards appartenant à des familles au mode d'alimentation passif tendent à avoir un corps plus trapu, une queue plus courte et une tête plus large par rapport à ceux appartenant à des familles au mode d'alimentation actif (Vitt et Congdon, 1978 ; Verwajen et Van Damme, 2007). Cependant, l'importance de cette relation

peut varier suivant les groupes de lézards. Ceci peut indiquer des relations plus complexes que de simples coïncidences.

Quant au mode d'alimentation des lézards malgaches, il demeure encore peu étudié. Les seules informations sur ce sujet concernent *Oplurus cuvieri* et *Zonosaurus laticaudatus* qui pratiquent respectivement le mode d'alimentation passif et celui actif (Mori et Randriamahazo, 2002 ; Razafindrakoto, 2006 ; Randrianarisoa, 2010).

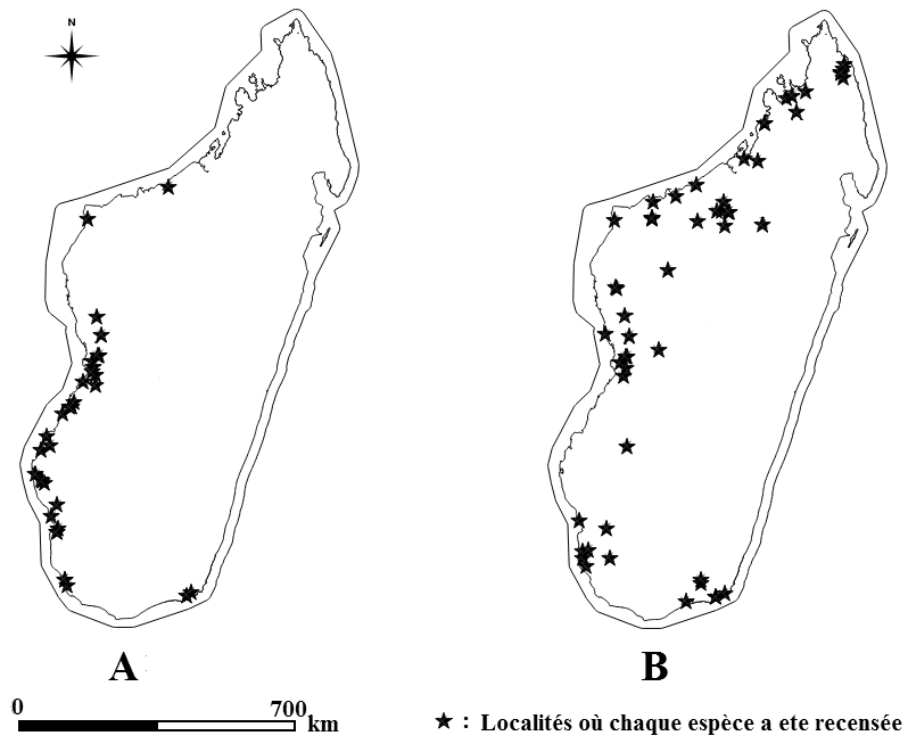
Le genre *Zonosaurus* appartient à la sous-famille des Zonosaurinae (Famille Gerrhosauridae), une sous-famille endémique à Madagascar (Lang, 1991 ; Uetz *et al.*, 2018). Les espèces de ce genre ont été classifiées en deux groupes selon la longueur tête-corps (Raselimanana, 2003) :

- Les *Zonosaurus* de moyenne et de grande taille (87 mm – 235 mm), comprenant 10 espèces. Elles sont généralistes en terme d'habitat et affichent une distribution large.
- Les *Zonosaurus* de petite taille (61 mm – 87 mm), comprenant 7 espèces. Elles sont spécialistes et affichent une distribution plus restreinte.

Les Zonosaurinae se trouvent surtout à l'Ouest de la grande île dans les forêts sèches occidentales (Glaw et Vences, 2007). Ce type de forêt est supposé être l'habitat des plus récents ancêtres communs des Zonosaurinae (Blair *et al.*, 2015). Les forêts sèches du Menabe central figurent parmi les écosystèmes les plus vulnérables et sont marquées par une forte dégradation de leurs habitats naturels (Moat et Smith, 2007). Dans une des forêts du Menabe central, la forêt de Kirindy, certaines zones ont été quadrillées par un réseau de pistes étroites équidistantes de 25 m ou de 50 m pour faciliter les différentes activités de recherches qui y sont effectuées. *Zonosaurus laticaudatus* Grandidier, 1869 et *Zonosaurus karsteni* Grandidier, 1869, deux espèces de *Zonosaurus* de grande taille, habitent dans la forêt de Kirindy (Raselimanana, 2008 ; Randrianavelona, 2009). Ces deux espèces sont classées « least concern » ou « à préoccupation mineur » par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) (Raxworthy et Vences, 2010 ; Raselimanana *et al.*, 2011). Une analyse phylogénétique basée sur plusieurs gènes a montré une forte similitude génétique entre ces deux espèces (Recknagel *et al.*, 2013). Pourtant, elles présentent quelques différences notables :

- Selon Randrianavelona (2009) :

- Leurs gestions du temps sont différentes : par rapport à *Zonosaurus karsteni*, *Zonosaurus laticaudatus* dépense moins de temps pour se déplacer sur une distance correspondant au double ou triple de la longueur de son corps et plus de temps pour le repos, surtout à partir de 13h30.
  - Leurs façons de réguler leurs températures sont différentes : *Zonosaurus laticaudatus* se poste sur des endroits ensoleillés pour réguler sa température alors que *Zonosaurus karsteni* préfère une température proche de l'air.
  - La taille des Arthropodes avalés par les deux espèces sont différents : les Arthropodes avalés par *Zonosaurus laticaudatus* sont de plus grande taille que ceux avalés par *Zonosaurus karsteni*.
- Leurs répartitions géographiques sont différentes (Figure 1): *Zonosaurus karsteni* habite les zones bioclimatiques subarides et sèches du Sud et à l'Ouest de l'Ile, de Mahajanga (15°43' S, 46°19' E) au Nord à Bemananteza (24°51' S, 43°45' E) au Sud et à Petriky (25°04' S, 46°53' E) au Sud-Est (Glaw et Vences, 2007 ; Raselimanana, 2008). *Zonosaurus laticaudatus*, par contre, possède une aire de distribution plus large, 153770 km<sup>2</sup> (Raselimanana *et al.*, 2011) le long de la partie Ouest de Madagascar, de Ambanja (13°39' S, 48°26' E) au Nord à Toliara (23°21' S, 43°39' E) au Sud, au Nord-Est à Anjavobe (13°04' S, 49°41' E) et Ankaramy (13°17' S, 49°41' E) (Rakotondravony, 2007) et au Sud-Est à Ambatotsirongorongo (25°05' S, 46°47' E) et à Petriky (25°04' S, 46°53' E) (Ramanamanjato *et al.*, 2002 ; Glaw et Vences, 2007 ; Raselimanana *et al.*, 2011).



**Figure 1: Répartition géographique de (A) *Zonosaurus karsteni*, (B) *Zonosaurus laticaudatus*. (Sources : Ramanamanjato *et al.*, 2002 ; Rakotondravony, 2007 ; Glaw et Vences, 2007 ; Raselimanana, 2008 ; Raselimanana *et al.*, 2009 ; Raselimanana *et al.*, 2011 ; Randriamoria, 2011 ; contributeurs d'Openstreetmap, 2017)**

Tous les constats ci-dessus ont motivé la conduite de la présente étude pour contribuer à une meilleure connaissance de la biologie et de l'écologie de *Zonosaurus laticaudatus* et *Zonosaurus karsteni*. Etant deux espèces sympatriques de morphologie similaire, les données collectées vont aider à comprendre leurs exigences respectives, qui apporteront des informations utiles pour les efforts en vue de leur conservation dans la forêt de Kirindy. De même, étant une des rares études sur le mode d'alimentation des lézards malgaches, le présent mémoire peut servir d'exemple méthodologique à ce type de sujet.



## I. MATERIELS ET METHODES

### I.1. Matériel biologique

*Zonosaurus karsteni* Grandidier, 1869 et *Zonosaurus laticaudatus*, Grandidier, 1869, les deux espèces objets de cette étude, appartiennent à la classification ci-dessous selon Lang (1991):

Règne	:	ANIMALIA
Embranchement	:	CHORDATA
Classe	:	REPTILIA
Ordre	:	SQUAMATA
Famille	:	GERRHOSAURIDAE
Sous-famille	:	ZONOSAURINAE
Genre et espèces	:	<i>Zonosaurus karsteni</i> Grandidier, 1869 <i>Zonosaurus laticaudatus</i> Grandidier, 1869

Ce sont des lézards dont la longueur tête-corps des adultes varie entre 87 à 235 mm (Raselimanana *et al.*, 2000, 2009). Etant membres du genre *Zonosaurus* Boulenger, 1887, ces espèces ont les caractéristiques suivantes:

- Présence d'un sillon latéral couvert par un repli cutané qui commence au niveau de leur orifice tympanique et se plonge vers l'arrière jusqu'au niveau de la région inguinale.
- Ecailles dorsales formant des séries longitudinales et des séries transversales droites
- Ecailles ventrales hexagonales formant 8 rangées longitudinales
- Présence de plaques frontales
- Absences de fronto-pariétales
- Labiales supérieures antérieures au nombre de trois ou quatre à la plaque sous-oculaire
- Paupière inférieure écailleuse
- Narine percée entre les deux nasales, la rostrale et la première labiale supérieure
- Langue presque entièrement couverte par des papilles rhomboïdales
- Ecailles sous les doigts lisses ou tuberculeuses

Selon Raselimanana (2000), *Zonosaurus karsteni* (Figure 2) est généralement de couleur brune. Ses caractères diagnostiques sont les suivantes :

- Deux bandes claires latéro-dorsales jaunâtres, de même épaisseur, partent de l'arrière de l'œil et se prolongent jusqu'à la région caudale. Chacune d'elle est bordée vers l'intérieur par une ligne brune sombre. Des bandes transversales sombres et claires, plus ou moins nettes, sont en alternance sur la région caudale.
- Sur chaque coté latérale s'alignent trois séries longitudinales de ponctuations jaunes. Les cuisses et les jambes sont aussi tachetées de ces mêmes ponctuations.
- Les écailles nasales sont en contact sur la ligne médiane, tout comme les préfrontales. Entre le menton et l'orifice cloacal se trouvent au moins 51 écailles.



**Figure 2: *Zonosaurus karsteni*, forêt de Kirindy : A. juvénile. B. adulte (Photos : H. F. Razafindrabe, 2017)**

D'après Raselimanana (2000), Les adultes *Zonosaurus laticaudatus* ont une longueur tête-corps d'environ 130-174 mm, qu'ils soient males ou femelles. Les caractères diagnostiques de l'espèce sont les suivantes :

- Elle possède deux bandes claires latéro-dorsales de couleurs jaune fauve qui commencent juste derrière la tête et atteignent la base de la queue. Ces bandes sont unies au niveau des extrémités antérieures.
- Concernant la coloration, sa tête est uniforme, jaune fauve ou brunâtre. Des ponctuations claires se trouvent sur la partie dorsale du corps, de fond noirâtre, ainsi que sur la surface des cuisses et des jambes.
- Ses écailles caudales sont pointues et fortement carénées. Ses écailles nasales sont séparées et ses écailles préfrontales sont en contact sur la ligne médiane. Entre son menton et son orifice cloacal se trouvent 50 écailles au plus.



**Figure 3:** *Zonosaurus laticaudatus* de la forêt de Kirindy : A. juvénile (Photo : H. F. Razafindrabe, 2017). B. adulte (Photo : K. Lassells, 2003)

Selon Raselimanana (2000, 2018) et Randrianavelona (2009), *Zonosaurus laticaudatus* et *Z. karsteni* sont tous deux principalement insectivores mais *Z. laticaudatus* avale en plus des fruits, des petits lézards et des amphibiens. Ils se reproduisent principalement durant les mois janvier-février. *Z. karsteni* est terrestre, et *Z. laticaudatus*, qui est habituellement rupicole, pratique un mode de vie terrestre dans la forêt de Kirindy. *Z. karsteni* construit son trou dans le sol meuble tandis que *Z. laticaudatus* se réfugie dans des arbres morts.

## **I.2. Milieu d'étude**

La forêt de Kirindy ( $20^{\circ}3' - 20^{\circ}10' \text{ S}$ ,  $44^{\circ}28' - 44^{\circ}46' \text{ E}$ ) (Razafindramanga, 1990) se trouve dans la partie Centre-Ouest de Madagascar, dans la Région Menabe (Figure 4). Elle se situe à 20 km à l'Est des côtes et à 40 km au Nord-Est de Morondava, près de la Route Nationale 8 (RN 8) qui mène à la ville de Belo sur Tsiribihina. Sa superficie est de 12500 ha (Sorg *et al.*, 2008). C'est une concession forestière incluse dans la nouvelle aire protégée de Menabe Antimena ( $19^{\circ}38' - 20^{\circ}15' \text{ S}$ ,  $44^{\circ}18' - 44^{\circ}50' \text{ E}$ ) (ONG Fanamby, 2014). Elle est connue surtout à travers la station de recherche du Deutsches Primatenzentrum (DPZ) et le site écotouristique du Centre National de Formation, d'Etudes et de Recherche en Environnement et Foresterie (CNFEREF), anciennement appelé Centre de Formation Professionnelle Forestière (CFPF). Certaines zones de la forêt ont été subdivisées en plusieurs plots de 25 m de côté dans certaines parties et de 50 m de côté dans d'autres, séparés par des pistes de 0,3 m à 0,5 m de

largeur. Chaque bloc forestier quadrillé est nommé selon sa position par rapport à la piste principale dite Conoco et la distance qui le sépare de la RN 8.

Le climat de la région est de type tropical sec avec deux saisons bien distinctes : une saison humide, chaude et pluvieuse, de décembre à avril et une saison sèche de mai à novembre (Sorg et Ganzhorn, 1996). La formation végétale du site est définie comme étant une forêt dense sèche caducifoliée (Koechlin *et al.*, 1997) ou une forêt dense sèche de l'Ouest (Moat et Smith, 2007).

### **I.3. Période et sites d'étude**

La collecte des données s'est déroulée de mars à mai 2017, correspondant à la fin de la saison humide (mars-avril) et au début de la saison sèche (mai), une période durant laquelle le comportement des Reptiles malgaches est peu connu. L'investigation a été faite dans deux blocs forestiers quadrillés:

- N5 : situé au Nord de la piste Conoco et à 5 km à l'Est de la RN 8. Ce bloc de 140 ha a été exploité sélectivement en 1990 et en 1991 (Raharivololona, 1996).
- CS7 : situé au Sud de la piste Conoco et à 7 km à l'Est de la RN 8. Ce bloc de 100 ha n'a pas été exploité dû au fait qu'il possède moins d'essences commercialisables, c'est-à-dire, en arbre de diamètre supérieur ou égal à 37 cm (Raharivololona, 1996). Il est traversé par la rivière Kirindy qui s'est asséchée progressivement durant la période d'étude.

L'échantillonnage a été fait dans des sites d'études rectangulaires allongés au nombre de six par bloc forestier, dont trois sites d'étude, orientés Nord-Sud (NS), et trois autres orientés Est-Ouest (EO) (Annexe 1). Ces sites d'étude mesurent chacun 100 m de large et 250 m de long, à l'exception d'un site mesurant 100 m de large et 200 m de long et situé à l'extrême Est du bloc N5. Cette exception est dû au fait qu'une piste de 5 m de large environ traverse N5 à un peu plus de 200 m de sa limite Est. Les sites d'étude orientés Est-Ouest ont été choisis à partir du 7 avril 2017, après constatation de l'insuffisance des données obtenues en 16 jours de collecte sur les espèces étudiées. Ainsi, pour ces sites, la position Nord-Sud a été choisi de manière à trouver le maximum d'individus pour les observations : ceux situés dans N5 ont été positionnés sur des

pistes plus larges que les autres et ceux situés dans CS7 ont été placés de part et d'autre de la rivière. Mesurée sur QGIS version 2.14.2 (QGIS Development Team, 2016), la distance minimale entre deux sites d'étude du même côté de la rivière Kirindy est de 160 m et la distance minimale entre deux sites d'étude situés de deux côtés différents de la rivière Kirindy est de 136 m.



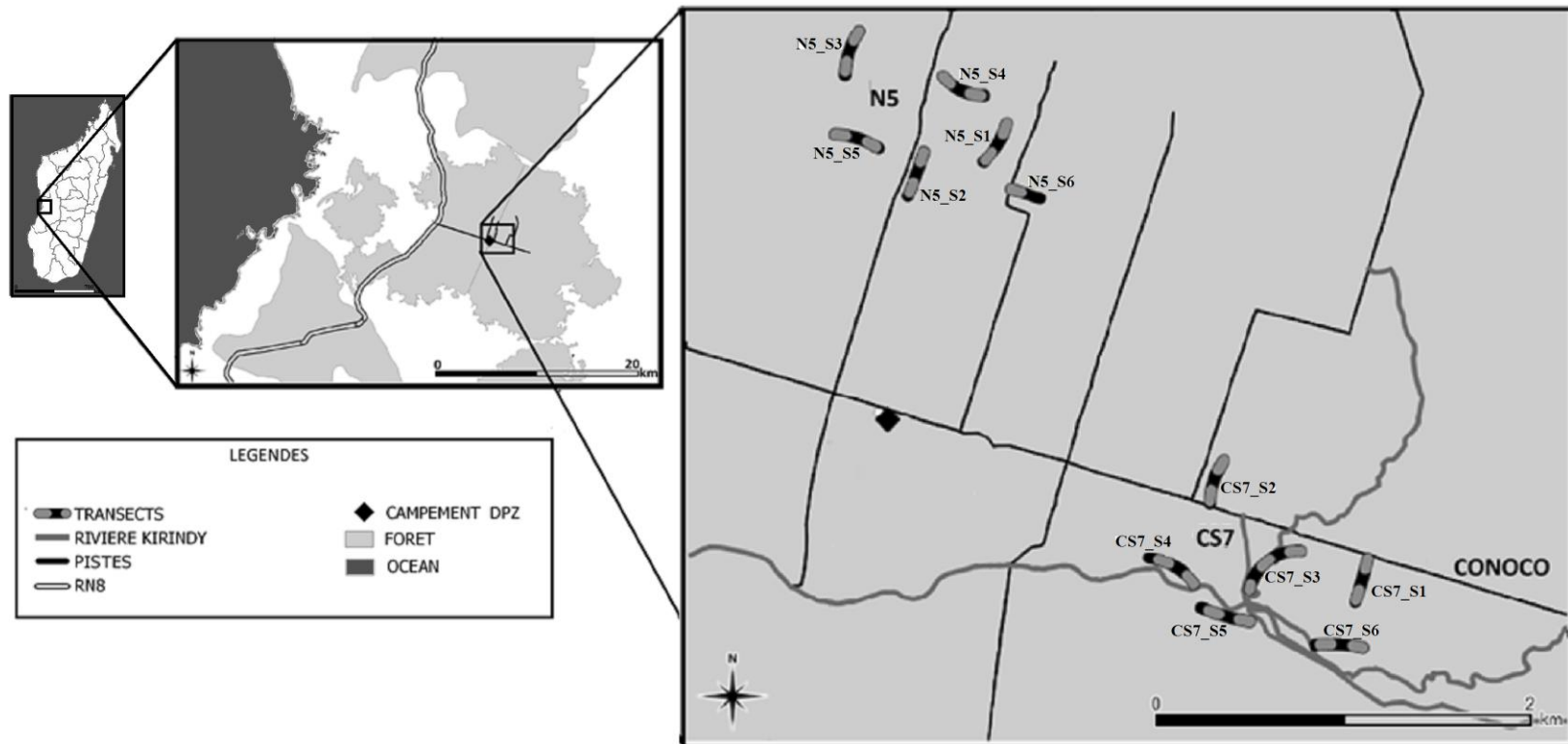


Figure 4: Localisation géographique de la forêt de Kirindy et des deux blocs forestiers (CS7 et N5) avec les sites d'étude (Sources : DPZ, 2010 ; contributeurs d'Openstreetmap, 2017. Adaptées par H. F. Razafindrabe, 2017)

## **I.4. Méthodes de collecte des données**

### **I.4.1. Etudes préliminaires**

Une étude préliminaire de sept (07) jours a été menée avant l'étude proprement dite. Différentes méthodes de collecte de données ont alors été essayées afin de déterminer leurs faisabilités et leurs adéquations aux objectifs de la recherche. L'étude préliminaire a aussi permis l'établissement du chronogramme d'observation ainsi que la familiarisation avec les méthodes d'étude, en particulier l'estimation visuelle de la distance de déplacement en cm des lézards objet de l'étude.

### **I.4.2. Capture et marquage des individus**

Pour faciliter les observations, des individus ont été capturés et marqués après l'étude préliminaire. La capture s'est faite à main nue et à l'épuisette (Annexe 2). La capture à main nue s'est faite en s'approchant lentement de l'individu cible et en le saisissant tout en évitant la queue (s'il est saisi par la queue, l'animal la coupe automatiquement par autotomie, pour s'enfuir). La capture à main nue paraît être plus efficace malgré qu'elle soit difficile sur les adultes qui sont très rapides, et qu'elle puisse blesser l'animal si non maîtrisée. La capture à l'épuisette s'est faite en approchant ce matériel vers l'animal, l'ouverture tournée vers le bas, puis en le recouvrant avec, et enfin en glissant un peu le filet sur le sol pour que l'animal soit bien piégé entre les mailles. Cette méthode est plus adéquate bien que sa faisabilité semble limitée à cause de la végétation qui peut gêner. Après la capture, le marquage des individus s'est fait à l'aide d'une peinture à l'huile rouge. La marque était de forme arrondie de 1 cm de diamètre environ. La position de la marque sur le corps du lézard était propre à chaque individu marqué.

Les individus capturés et marqués n'ont pas pu être retrouvés ultérieurement. Ceci peut être lié à un stress dû à la capture qui aurait encouragé les individus à s'éloigner des sites d'étude. Les individus observés dans l'étude proprement dite sont donc des individus qui n'ont pas été capturés. Certains individus observés ont pu être marqués sans capture. Pour cela, l'observateur s'est approché discrètement de chaque individu à marquer et a laissé tomber quelques gouttes de

la peinture à l'huile rouge sur une partie du corps de cet individu. La partie du corps visée avec ces gouttes de peinture était différente pour chaque individu marqué. La position précise des marques de peintures a ensuite été notée. Les individus qui ont été marqués de cette manière ont pu être retrouvés plus tard.

Pour les individus qui n'ont pas pu être marqués avec la peinture à l'huile rouge, la combinaison des paramètres suivant a été utilisée pour distinguer chacun d'eux des autres: sa classe d'âge (juvénile (JU) ou adulte (AD)), l'espèce à laquelle il appartient, et la distance qui le sépare des individus d'apparence semblables. Plus concrètement, quand deux individus non-marqués sont de même espèce et de même classe d'âge et qu'ils n'ont pas de marque de peinture ni de marque naturelle, ils sont considérés différents s'ils sont à plus de 100 m l'un de l'autre, ou s'ils ont été vus en même temps.

### **I.4.3. Observations sur le mode d'alimentation**

La collecte des données sur le mode d'alimentation a été faite uniquement durant les jours ensoleillés, durant lesquelles les lézards sont très actifs. La recherche d'individus à observer a eu lieu entre 9h30 et 16h00, avec une pause de 12h00 à 13h30. C'était la partie du jour suffisamment chaude durant laquelle les lézards font normalement la chasse, une constatation issue des études préliminaires. La recherche des individus cibles a été menée le long des pistes dans chaque site d'étude en marchant lentement pour éviter de les perturber. Cette étape s'est faite par vision directe ou avec l'aide d'une paire de jumelles.

Après repérage les perturbations de l'individu à observer ont été évitées au maximum. Ainsi, l'observateur est resté immobile autant que possible. La distance entre l'animal suivi et l'observateur a été maintenu à plus de 3 m, une précaution issue des études similaires (Razafindrakoto, 2006 ; Randrianarisoa, 2010) et des constats durant les études préliminaires. Toutefois, dans certains cas, l'animal s'est rapproché de l'observateur en continuant normalement ses activités. Ainsi, son comportement est enregistré. Dans le cas où la présence de l'observateur semble avoir influencé l'animal, tout comportement associé a été omis des analyses. Chaque lézard a été observé sans interruption par la méthode « focal sampling » (Altmann, 1974 ; Huey et Pianka, 1981). La durée d'observation optimale est de 10 minutes. Cependant, plusieurs



individus ont été perdus avant cette durée optimale. Ainsi, les observations de moins de 1 minute ont été omises de l'analyse.

Les données sur le mode d'alimentation de chaque individu ont été enregistrées vocalement avec un smartphone. Ensuite, les enregistrements ont été transcrits sur des feuilles de données. Pour chaque individu suivi, ces données concernent : le début et la fin de chaque mouvement de déplacement (l'heure avec minutes), la distance parcourue à chaque mouvement de déplacement (en cm) estimée visuellement et les paramètres permettant de distinguer l'animal (voir I.4.1). La différence entre le début et la fin de chaque mouvement de déplacement correspond à sa durée (en minutes). Ici, un mouvement de déplacement est défini comme étant une translation du corps en entier d'un point à un autre. Ainsi, les mouvements d'ajustements de position sont exclus. Le repos est enregistré quand le lézard arrête de se déplacer au moins une seconde (Huey et Pianka, 1981).

Des indices caractérisant le mode d'alimentation pour chaque individu et pour la population étudiée sont ensuite calculés à partir du nombre de mouvements de déplacements, de la durée d'observation, de la durée de chaque mouvement de déplacement, de la distance parcourue durant chaque mouvement de déplacement et de la distance parcourue durant chaque observation.

Dans le cadre de la présente étude, les indices suivants sont calculés pour caractériser le mode d'alimentation :

- « Movement Per Minute » (MPM) ou nombre de mouvements de déplacements par minute (en mvt/mn), de formule :

$$\text{MPM} = \frac{n_M}{t_O} \quad \text{Avec : } \begin{array}{l} n_M : \text{nombre de mouvements de déplacements (en mvt)} \\ t_O : \text{durée d'observation (en mn)} \end{array}$$

- « Percent Time per Move » (PTM) ou pourcentage de temps dépensé pour les mouvements de déplacements (en %), de formule :

$$\text{PTM} = \frac{\sum t_M \times 100}{t_O} \quad \text{Avec : } \begin{array}{l} t_M : \text{durée de chaque mouvement de déplacement (en mn)} \\ t_O : \text{durée d'observation (en mn)} \end{array}$$

- « Movement Speed » (MS) ou vitesse moyenne par mouvement de déplacement (en m/s/mvt), de formule :

$$MS = \frac{\sum \frac{d_M}{t_M}}{n_M} \quad \text{Avec : } \begin{array}{l} d_M : \text{distance parcourue durant chaque mouvement de} \\ \text{déplacement (en m)} \\ t_M \text{ (en s)} \\ n_M \text{ (en mvt)} \end{array}$$

- « Average Speed » (AS) ou vitesse moyenne par observation (en m/s), de formule :

$$AS = \frac{d_T}{t_O} \quad \text{Avec : } \begin{array}{l} d_T \text{ (en m)} \\ t_O \text{ (en s)} \end{array}$$

Le MPM et le PTM permettent de déterminer le mode d'alimentation et, avec le AS et le MS, on peut de comparer le degré d'activité du mode d'alimentation entre les deux espèces étudiées (Huey et Pianka, 1981). Ainsi, le mode d'alimentation a été déterminé grâce à la comparaison des valeurs obtenues après calcul du MPM et du PTM (pour chaque individu) et des moyennes de ces valeurs obtenues (pour chaque population en général) par rapport à une échelle préalablement établie de chacun de ces deux indices (Tableau 1). Les valeurs du AS et du MS pouvant augmenter avec la taille des lézards, aucune échelle universelle n'a été préalablement établie pour ces deux variables. Leur utilisation directe est donc limitée à la comparaison du mode d'alimentation entre espèces de tailles semblables à quelques centimètres près (Cooper *et al.*, 2005), comme c'est le cas pour les espèces ici étudiées. Ils nécessiteraient un ajustement selon la longueur tête-corps avant d'être utilisés dans la comparaison du mode d'alimentation entre espèces de tailles très différentes (Cooper et Whiting, 2000). Le mode d'alimentation d'une espèce est plus actif que celui d'une autre quand son MPM, son PTM et son AS sont plus élevés et son MS plus faible (Huey et Pianka, 1981).

**Tableau 1: Détermination du mode d'alimentation basée sur le nombre de mouvements de déplacements par minutes (MPM, en mvt/mn) et le pourcentage de temps dépensé pour les mouvements de déplacements (PTM, en %) (Huey et Pianka, 1981 ; Razafindrakoto, 2006 ; Randrianarisoa, 2010)**

Indice	Passif	Actif typique	Croisière
MPM (mvt/mn)	Faible < 1,5	Elevé $\geq$ 1,5	Faible < 1,5
PTM (%)	Faible < 15	Elevé $\geq$ 30	$15 \leq$ Intermédiaire < 30

#### **1.4.4. Etude des facteurs écologiques potentiels de variations du mode d'alimentation**

Le mode d'alimentation des lézards est sujet à des variations liées aux facteurs écologiques (Lister et Aguayo, 1992 ; Greeff et Whiting, 2000 ; Zero *et al.*, 2009 ; Drakeley *et al.*, 2015). Les facteurs considérés dans cette étude sont les suivants : la température de l'air, la densité de différentes catégories de plantes, l'épaisseur de la litière, l'abondance des proies potentielles et le passage progressif de la saison humide à la saison sèche. Ces facteurs écologiques ont été choisis car elles sont fortement susceptibles d'influencer le mode d'alimentation des lézards (Lister et Aguayo, 1992 ; Drakeley *et al.*, 2015).

##### **1.4.4.1. Facteur climatique : Température de l'air**

La température de l'air durant chaque observation a été incluse parmi les facteurs écologiques considérés car les lézards sont des ectothermes dont la température corporelle dépend de celle du milieu extérieur et leurs comportements peuvent être influencés par la température externe. Ainsi, ce paramètre a été mesuré à l'aide d'un thermomètre numérique (Annexe 2), en plaçant ce dernier sous l'ombre et en notant la valeur indiquée à la fin de l'observation.

#### 1.4.4.2. Densité de différentes catégories de plantes

La densité de différentes catégories de plantes a été incluse parmi les facteurs écologiques considérés car elle peut jouer différents rôles dans l'écologie des espèces étudiées. En effet, la densité des plantes détermine la facilité de repérage des proies (surtout si les espèces étudiées sont les chasseurs à vue) et/ou de déplacement, l'insolation (dont *Zonosaurus laticaudatus* a besoin pour ses bains de soleil), le risque d'être repéré par des prédateurs et l'abri face au danger. Pour mesurer ce facteur, les plantes ont été comptées dans des carrés de 5 m de côté. Chaque site d'étude de 250 m de long contient quatre (4) de ces carrés et le site d'étude de 200 m de long en contient trois (3), donnant un total de 24 carrés dans CS7 et 23 carrés dans N5. Les carrés dans un même site d'étude sont éloignés de 75 m les uns des autres et positionnés alternativement à droite et à gauche de la piste centrale longitudinale (Figure 6). Ces plantes ont été catégorisées selon leurs formes biologiques, selon qu'ils soient vivants (V) ou morts (M), selon leurs positions (pour les arbres, les arbustes et arbrisseaux morts), et selon leurs « Diameter at Breast Height » (DBH) ou diamètre à hauteur de poitrine, pour les arbres, les arbustes, et les arbrisseaux).

❖ Les positions considérées ici sont :

- Sur pied (SP) sans être soutenu par d'autres végétaux. Leurs ramifications peuvent compliquer la thermorégulation des lézards en bloquant les rayons du soleil.
- Inclins (I), c'est-à-dire soutenu par d'autres végétaux qui l'empêchent de s'allonger sur le sol. Les plantes de cette catégorie bloquent moins de lumière que les plantes sur pieds à cause de la décomposition plus avancée de leur ramification.
- Allongés (AL) sur le sol, pouvant servir de gîtes aux lézards de l'espèce *Zonosaurus laticaudatus*

❖ Les formes biologiques considérées ici sont :

- Plantes du sous-bois (SB) : plantes ayant moins de 1,30 m de hauteur. Comparés aux grands arbres, ils bloquent moins l'insolation et la vue.
- Arbrisseaux (AI) : plantes ligneuses avec ramifications à la base (Ramade, 1993), ayant plus de 1,30 m de hauteur. Ces ramifications pourraient protéger les lézards en faisant obstacle aux potentiels attaques d'oiseaux.

- Plantes ligneuses non-buissonnantes (PLNB) : plantes ligneuses sans ramifications à la base, ayant plus de 1,30 m de hauteur (arbres et arbustes). Ces plantes sont ceux qui bloquent le plus l'insolation.
- Lianes (L) : plantes ligneuses rampantes (Ramade, 1993).
- ❖ Le DBH est mesuré pour les PLNB et les arbrisseaux à 1,30 m de hauteur. Les catégories suivantes sont alors définies (Mevanarivo, 2008 ; Rajoelina, 2008) :
  - $0 < \text{DBH} \leq 5 \text{ cm}$  : petits PLNB ou petits arbrisseaux
  - $5 < \text{DBH} \leq 10 \text{ cm}$  : PLNB ou arbrisseaux de taille moyenne
  - $10 \text{ cm} < \text{DBH}$  : grands PLNB.

La densité D dans chaque site est calculée pour chaque catégorie de plantes.

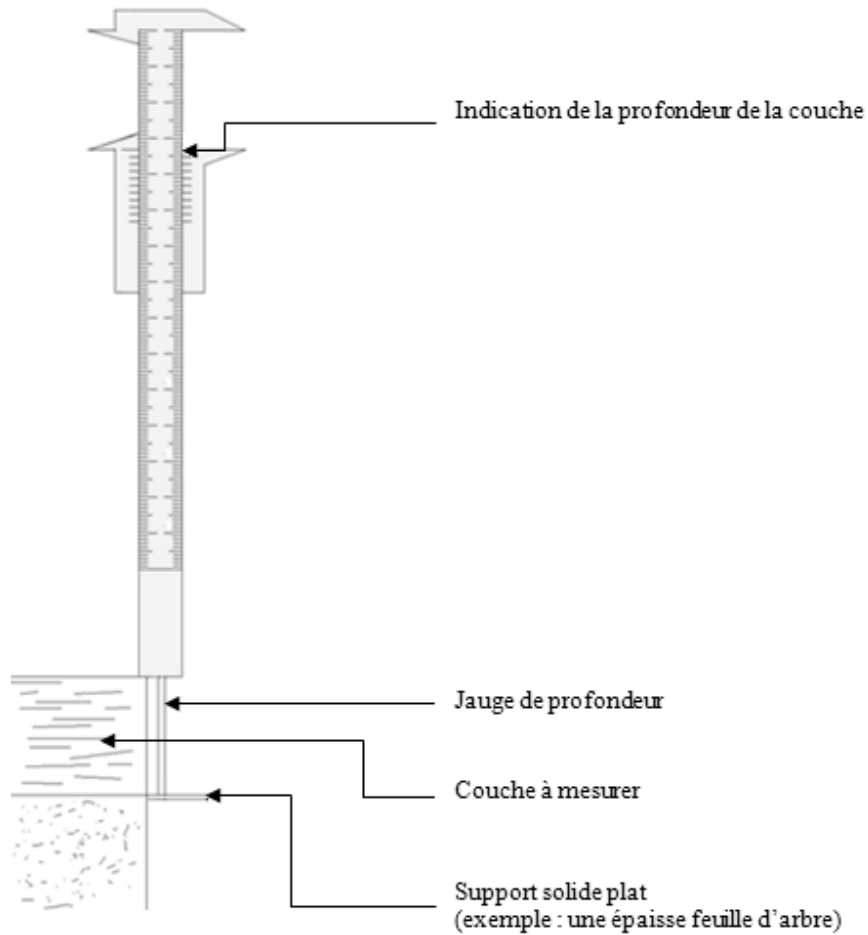
$$D = \frac{n}{SE}$$

Où :

- D : densité (plantes/ha)
- n : effectif (plantes)
- SE : surface d'échantillonnage (ha)

#### 1.4.4.3. Epaisseur de la litière

L'épaisseur de la litière a été considérée parmi les facteurs écologiques car les espèces étudiées, cherchent leurs proies dans la litière (Razafindrakoto, 2006 ; Randrianavelona, 2009). Par conséquent, l'épaisseur de la litière peut jouer un rôle dans l'accessibilité des proies et influencer le mode d'alimentation des espèces étudiées. Afin de vérifier la qualité des litières dans les deux blocs forestiers N5 et CS7, elle a été mesurée au centre de chacun des carrés de 5 m de côté définis précédemment. Pour cela, la couche supérieure, composée par des feuilles mortes et d'autres débris végétaux non décomposés, et la couche inférieure, composée par des feuilles mortes et d'autres débris en voie de décomposition, ont été mesurées séparément, à l'aide d'un pied à coulisse analogique à vernier. Ensuite, les deux mesures ont été additionnées afin d'obtenir l'épaisseur totale de la litière.



**Figure 5: Mesure de l'épaisseur d'une couche de la litière à l'aide d'un pied à coulisse analogique à vernier.**

#### 1.4.4.4. Abondance des proies potentielles

Les Arthropodes constituent les proies principales de *Zonosaurus karsteni* et de *Zonosaurus laticaudatus*. L'abondance des groupes (Ordres ou Classes) d'Arthropodes a été considéré parmi les facteurs écologiques car des études ont montré que ce paramètre peut influencer le mode d'alimentation et conduire à des variations de ce dernier dans une même espèce chez les lézards insectivores (Lister et Aguayo, 1992 ; Drakeley *et al.*, 2015). Le rendement de piégeage, qui n'est pas affecté par les différences d'effort d'échantillonnage entre les sites d'étude, a été choisi pour exprimer cette quantité. Pour cela, des trous-pièges ou pièges-bacs pour Arthropodes ont été utilisés pendant trois (03) jours dans chaque site d'étude. Ces

trous-pièges ont été disposés tous les 25 m alternativement à droite et à gauche de la piste centrale longitudinale dans chaque site d'étude, à 2,50 m de la piste (Figure 6). Ainsi, pour chaque site de 250 m de long, dix (10) trous-pièges ont été installés et pour le site de 200 m de long, 8 trous-pièges ont été installés. Pour constituer les trous-pièges, des bouteilles en plastique de 1,5 l sont chacune coupée en deux ; puis, chaque demi-bouteille est enfouie dans le sol ; après, on y verse environ 0,25 l d'eau savonneuse. Après leur utilisation dans un site d'étude et la collecte des Arthropodes capturés, l'ensemble de trous-pièges est réutilisé dans un autre site d'étude de l'autre bloc forestier, et ainsi de suite jusqu'à ce que cette méthode ait été utilisée dans tous les sites établis. Les insectes capturés ont été conservés dans de l'éthanol 70°. Ils seront ultérieurement identifiés avec une loupe binoculaire au laboratoire du « Californian Academy of Science » (CAS) à Tsimbazaza, en utilisant la clé de détermination de Borror *et al* (1989).

Le rendement de piégeage de chaque groupe d'Arthropodes capturé a été calculé pour chaque site. Ainsi, la formule suivante a été utilisée :

$$RP = \frac{100 \times n}{EE} \text{ avec } EE = n_{tp} \times n_{np}$$

Où :

- RP : Rendement de piégeage (%)
- n : effectif (ind)
- EE : effort d'échantillonnage (trous-nuits pièges)
- $n_{tp}$  : nombre de trous-pièges (trous-pièges)
- $n_{np}$  : nombre de nuits de piégeages (nuits-pièges).

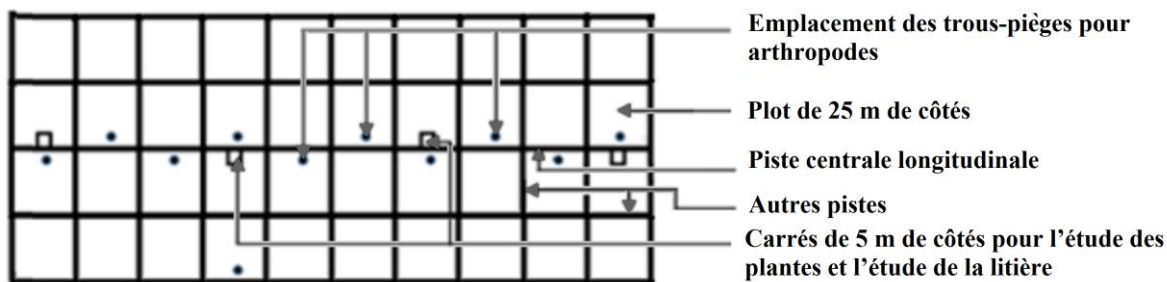


Figure 6: Organisation d'un site d'étude de 250 m de long avec des plots de 25 m de côtés.

#### 1.4.4.5. Passage progressif de la saison humide à la saison sèche

Le changement de saison peut induire des changements de mode d'alimentation chez différents groupes de lézards (Lister et Aguayo, 1992 ; Wymann et Whiting, 2002). Pour cette raison, le passage progressif de la saison humide à la saison sèche, qui a eu lieu durant la période d'étude a été considérée parmi les facteurs écologiques. Pour quantifier ce facteur, les jours de suivi ont été numérotés.

#### 1.4.5. Utilisation du microhabitat

Le mode d'alimentation peut déterminer l'utilisation du microhabitat dans une espèce donnée. Donc, si des variations du mode d'alimentation existent chez les espèces étudiées, cela peut entraîner des variations dans l'utilisation du microhabitat. En effet, durant la recherche de proies, un lézard pratiquant le mode d'alimentation actif se déplace fréquemment sur le sol pour augmenter ses chances de rencontrer des proies, alors qu'un lézard pratiquant le mode d'alimentation passif préfère se reposer sur un endroit plus élevé pour mieux repérer visuellement ses proies avant de les attaquer (Cooper *et al.*, 1997 ; Wymann et Whiting, 2002 ; Razafindrakoto, 2006). De plus, *Zonosaurus laticaudatus* fouille régulièrement la litière pour rechercher activement les proies à Ankarafantsika (Razafindrakoto, 2006). Ainsi, le type du microhabitat où le lézard se trouve a été catégorisé et le nombre de fois que chaque lézard l'utilise pour se placer a été compté. Ceci est pour déterminer le type de microhabitat le plus utilisé par l'animal pendant le repos. À Kirindy, deux principaux types ont été considérés :

- Litière : couche de feuilles mortes et de brindilles tapissant le sol.
- Bois morts : troncs d'arbres et d'arbustes allongés sur le sol.

#### 1.4.6. Habitat favorable à la survie des espèces étudiées

Connaitre laquelle des deux zones d'étude CS7 et N5 est la plus favorable à la survie des lézards étudiés peut aider à expliquer de potentielles variations de leurs modes d'alimentation. L'abondance est une variable qui peut exprimer cette préférence.



La préférence pour un mode d'alimentation donnée peut être liée à une préférence pour un habitat particulier. Par exemple, la préférence d'une espèce pour le mode d'alimentation actif l'expose à un risque de prédation élevé (Salt, 1967) et peut ainsi entraîner une préférence pour les habitats offrant plus d'abris où se cacher en cas d'attaque. L'abondance dans chaque habitat est une variable qui peut exprimer cette préférence. Pour déterminer l'abondance de *Zonosaurus karsteni* et celle de *Zonosaurus laticaudatus* dans chacun des blocs forestiers N5 et CS7, les individus appartenant à ces deux espèces ont été comptés le long de la piste centrale longitudinale de chaque site d'étude. Au total, 1,25 km de pistes ont été parcourus dans CS7 contre 1,20 km dans N5. Le comptage dans chaque site a été effectué en une journée, durant deux visites consécutives : une fois la matinée à partir de 09h30 et une autre l'après-midi à partir de 13h30. Chaque visite est effectuée à une vitesse de 125 m/h. Pour que les comparaisons entre N5 et CS7 représentent la réalité malgré les changements journaliers de conditions météorologiques, ce comptage a été effectué uniquement durant des jours ensoleillés et les blocs forestiers ont été alternés d'un jour à l'autre. Les individus sont repérés par observation directe ou avec l'aide d'une paire de jumelles. Le numéro du plot, dans lequel chaque individu a été repéré, et la distance perpendiculaire, qui le sépare de la piste au moment où il a été trouvé, ont été notés.

Les données obtenues à la fin n'étant pas suffisantes, un calcul de densité des lézards étudiés par distance sampling (Buckland *et al.*, 2001) serait biaisé et a donc été évité. La distance perpendiculaire entre la piste et chaque individu n'a donc pas été utile. Par conséquent, l'abondance par kilomètre (APK) appelé aussi abondance relative par Randrianelona (2009) a été choisie pour exprimer l'abondance de chaque espèce dans chaque bloc forestier. Sa formule est la suivante :

$$APK = \frac{n}{L \times n_v}$$

Où :

- APK : Abondance par kilomètre
- n : effectif (ind)
- L : longueur total de transect (km)

- $n_v$ : nombre de visites par transect (visites)

## **I.5. Traitement des données**

Tous les tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel R version 3.4.1 (R Core Team, 2017). L'échantillonnage n'ayant pas été fait au hasard, les tests utilisés seront des tests par permutations. Il est à noter que les tests de ce type n'exigent pas une distribution normale des données. Ainsi, les analyses suivantes ont été menées : une analyse exploratoire par Analyse Factorielle de Correspondance (AFC) utilisant le package FactoMineR version 1.32 (Husson *et al.*, 2016), une analyse de redondance avec 999 permutations utilisant le package vegan version 2.4-5 (Oksanen *et al.*, 2017), un test d'indépendance général asymptotique utilisant le package coin version 1.2-2 (Hothorn *et al.*, 2008), une régression multiple avec 999 permutations utilisant le package lmPerm version 2.1.0. (Wheeler et Torchiano, 2016) et une analyse de variance avec permutation utilisant ce même package.

### **I.5.1. Analyse des facteurs de variations du mode d'alimentation**

Pour déterminer les facteurs de variations du mode d'alimentation, trois analyses ont été menées :

- L'Analyse Factorielle de Correspondance (AFC : fonction MCA) a été utilisée pour explorer les variations du mode d'alimentation entre différentes catégories d'individus dans chacune des espèces étudiées. Les variables catégoriques considérées ici sont : le mode d'alimentation, la classe d'âge, le bloc forestier où a eu lieu l'observation, l'orientation du site d'étude et la partie du jour correspondant à l'observation, matin (AM) ou après-midi (PM).
- La régression multiple (fonction lmp) a été utilisée pour tester les variations de chaque indice du mode d'alimentation (MPM, PTM, MS, AS) de chaque espèce en fonction de différentes variables explicatives, à savoir : les variables des facteurs écologiques et l'heure de début d'observation (sous forme décimale). Grace à une procédure automatique par étape (fonction step), différents modèles ont été générés et le modèle possédant la plus

faible valeur de l'Akaike Information Criterion (AIC) a été sélectionné pour exprimer la relation. Dans le cas de l'indice AS, les observations correspondant aux valeurs manquantes ont dû être omises pour pouvoir effectuer cette analyse.

- La différence entre les valeurs des indices du mode d'alimentation chez *Zonosaurus laticaudatus* et chez *Zonosaurus karsteni* a été testée, en tenant compte de l'âge des individus observés. Si des influences de facteurs écologiques ont été mises en évidence par la régression multiple, ces influences sont également prises en compte. Pour cela, l'analyse de variance avec permutation (fonction aovp) a été effectuée. Par la même occasion, ce test détecte l'influence isolée de l'âge si elle existe.

### **I.5.2. Analyse des relations entre facteurs écologiques**

Dans la régression multiple dont on parle dans l'étape précédente (voir I.1.5.2.), des variables explicatives fortement corrélées entre elles ne peuvent être incluses dans le même modèle. Donc, il se peut que des variables ayant une influence significative sur les indices du mode d'alimentation aient été exclus du modèle que la procédure automatique par étape a sélectionné. Alors, l'analyse de redondance (fonction rda) avec 999 permutations (fonction anova.cca) a été utilisée pour voir la corrélation des facteurs écologiques entre eux. Leurs variations en fonction du bloc forestier et de l'orientation du site d'étude seront testées par la même occasion. Si des variations en fonction de l'orientation du site d'étude par rapport aux points cardinaux sont mises en évidence, les variations en fonction du bloc forestier seront testées une seconde fois, en prenant cette fois-ci l'orientation comme variable condition. Pour cette analyse, deux types de facteurs écologiques ont été considérés, à savoir :

- Les facteurs liés à la végétation qui ont été collectées en même temps et dans les mêmes carrés de 5 m de côté, comprenant la densité des différentes catégories de plantes, l'épaisseur totale de la litière et l'épaisseur de chacune des couches qui la composent,
- Le rendement de piégeage des différents groupes d'Arthropodes capturés par les trous-pièges.

Les données sur ces deux types de facteurs écologiques n'ayant pas été collectées en même temps, l'analyse de redondance est d'abord utilisée pour tester l'influence du passage

progressif de la saison humide à la saison sèche sur chacun de ces types de facteurs. Ensuite, si aucune influence significative n'est trouvée, ces données sont compilées puis standardisées pour supprimer la différence d'unité avant de tester leurs variations selon le bloc forestier et l'orientation du site d'étude. Dans le cas contraire, ces variations seront testées dans un type de facteur écologique à la fois, en spécifiant le passage progressif de la saison humide à la saison sèche comme variable condition.

### **I.5.3. Analyses de l'utilisation du microhabitat et de l'abondance par kilomètre des espèces étudiées entre N5 et CS7**

Le test d'indépendance général asymptotique (fonction `independence_test`) a été utilisé pour :

- Comparer la fréquence d'utilisation de chaque microhabitat entre les espèces étudiées et entre les classes d'âge dans chaque espèce.
- Comparer l'abondance par kilomètre selon le bloc forestier dans chacune des espèces étudiées et leurs classes d'âge.

Avec la régression multiple (fonction `lm`), l'effet des indices du mode d'alimentations sur la fréquence d'utilisation de chaque microhabitat a été testé dans chaque espèce.

## II. RESULTATS

### II.1. Tendance générale et variations du mode d'alimentation

Dans la population étudiée de *Zonosaurus karsteni*, sept (7) individus ont été observés dont trois (3) adultes et quatre (4) juvéniles (Tableau 2). Avec ce faible nombre d'individu observés, tous les résultats ont une fiabilité limitée. La valeur d'AS est manquante pour un (1) adulte et un (1) juvénile de cette espèce. Parmi les individus observés durant la présente étude, trois (3) pratiquent le mode d'alimentation actif (42,86 % des individus), dont deux (2) individu pratiquant celui actif typique (28,57 % des individus) et un (1) pratiquant celui actif de type croisière (14,29 % des individus) tandis que quatre (4) autres pratiquent celui passif (57,14 % des individus). Les individus les plus actifs oscillent la langue durant les mouvements de déplacements et fouillent fréquemment dans la litière au cours de l'arrêt. Le mode d'alimentation des individus observés semble donc varier d'un passif extrême (MPM= 0,10 mvt/mn < 2 mvt/mn; PTM= 3,33 % < 15 % ; AS~ 0 m/s ; MS= 0,03 m/s/mvt) à un actif extrême (MPM= 4,47 mvt/mn > 2 mvt/mn ; PTM= 57,45 % > 30 % ; AS= 0,02 m/s ; MS= 0,04 m/s/mvt). D'après les moyennes des indices du mode d'alimentations, *Z. karsteni* cherche ses proies par des mouvements de déplacements rares (MPM=  $1,29 \pm 1,51$  mvt/mn (n= 7)) mais de longues durées (PTM=  $22,01 \pm 23,45$  % (n= 7)), ce qui correspond au mode d'alimentation actif de type croisière (Tableau 2).

Concernant *Zonosaurus laticaudatus*, seulement deux (02) adultes, localisés respectivement dans CS7 et dans N5, ont pu être observés (Tableau 2). Avec ce nombre d'observation, non seulement les conclusions sont peu fiables, mais en plus, aucune analyse sur la variabilité du mode d'alimentation n'a pu être effectuée pour cette espèce. Ces deux adultes pratiquent respectivement le mode d'alimentation actif typique (MPM= 2,73 mvt/mn ; PTM= 32,95 %) et celui actif de type croisière (MPM= 1,85 mvt/mn ; PTM= 16,67 %). Les valeurs moyennes des indices du mode d'alimentation indiquent qu'ils recherchent leurs proies par des mouvements de déplacements fréquents (MPM=  $2,29 \pm 0,62$  mvt/mn (n= 2)) mais durant une proportion intermédiaire de leur temps (PTM=  $24,81 \pm 11,52$  % (n= 2)) (Tableau 2). Ceci

correspond au mode d'alimentation actif, mais le type est incertaine étant donné que les deux indices n'indiquent pas le même : le MPM est celui d'un chasseur actif typique alors que le PTM est celui d'un chasseur actif de type croisière.

Les moyennes plus élevées du MPM et du PTM et celles plus faibles du MS chez les adultes *Zonosaurus laticaudatus* semblent indiquer que cette espèce pratique un mode d'alimentation plus actif par rapport à *Zonosaurus karsteni* (Tableau 2). Toutefois, aucune différence significative entre ces deux espèces n'a été détectée au niveau des indices du mode d'alimentation (aovp. MPM :  $p= 0,27$  ; PTM :  $p= 0,90$  ; AS :  $p= 1$  ; MS :  $p= 1$ ).

**Tableau 2: Nombre de mouvement de déplacement par minute (MPM), pourcentage de temps dépensé pour les mouvements de déplacements (PTM), vitesse moyenne par mouvement de déplacement (MS), vitesse moyenne par observation (AS) et durée total d'observation (Durée) pour les deux espèces et classe d'âges étudiées.**

Espèce	Classes d'âge	MPM (mvt/mn)		PTM (%)		AS (m/s)		MS (m/s/mvt)		Durée (mn)
		Moyenne ± écart-type (n= effectif)	Min- Max	Moyenne ± écart-type (n= effectif)	Min-Max	Moyenne ± écart-type (n= effectif)	Min- Max	Moyenne ± écart-type (n= effectif)	Min- Max	
<i>Zonosaurus karsteni</i>	Adultes +	1,29 ± 1,51 (n= 7)	0,10- 4,47	22,01 ± 23,45 (n= 7)	3,33- 57,45	0,01 ± 0,01 (n= 5)	0-0,02	0,06 ± 0,05 (n= 7)	0,02- 0,13	45,60
	Juveniles		(n= 7)							
	Adultes	0,97 ± 0,55 (n= 3)	0,64- 1,60	23,05 ± 25,98 (n= 3)	5,83- 52,94	0,01 ± 0,01 (n= 2)	0,01- 0,01	0,06 ± 0,06 (n= 3)	0,02- 0,13	
	Juveniles	1,54 ± 2,04 (n= 4)	0,10- 4,47	21,22 ± 25,46 (n= 4)	3,33- 57,45	0,01 ± 0,01 (n= 3)	0-0,02	0,05 ± 0,05 (n= 4)	0,02- 0,12	28,62
<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	Adultes	2,29 ± 0,62 (n= 2)	1,85- 2,73	24,81 ± 11,52 (n= 2)	16,67- 32,95	0,01 ± 0 (n= 2)	0,01- 0,02	0,04 ± 0,03 (n= 2)	0,01- 0,06	10,67

## II.2. Facteurs de variations du mode d'alimentation dans chaque espèce étudiée

### II.2.1. Exploration des variations du mode d'alimentation

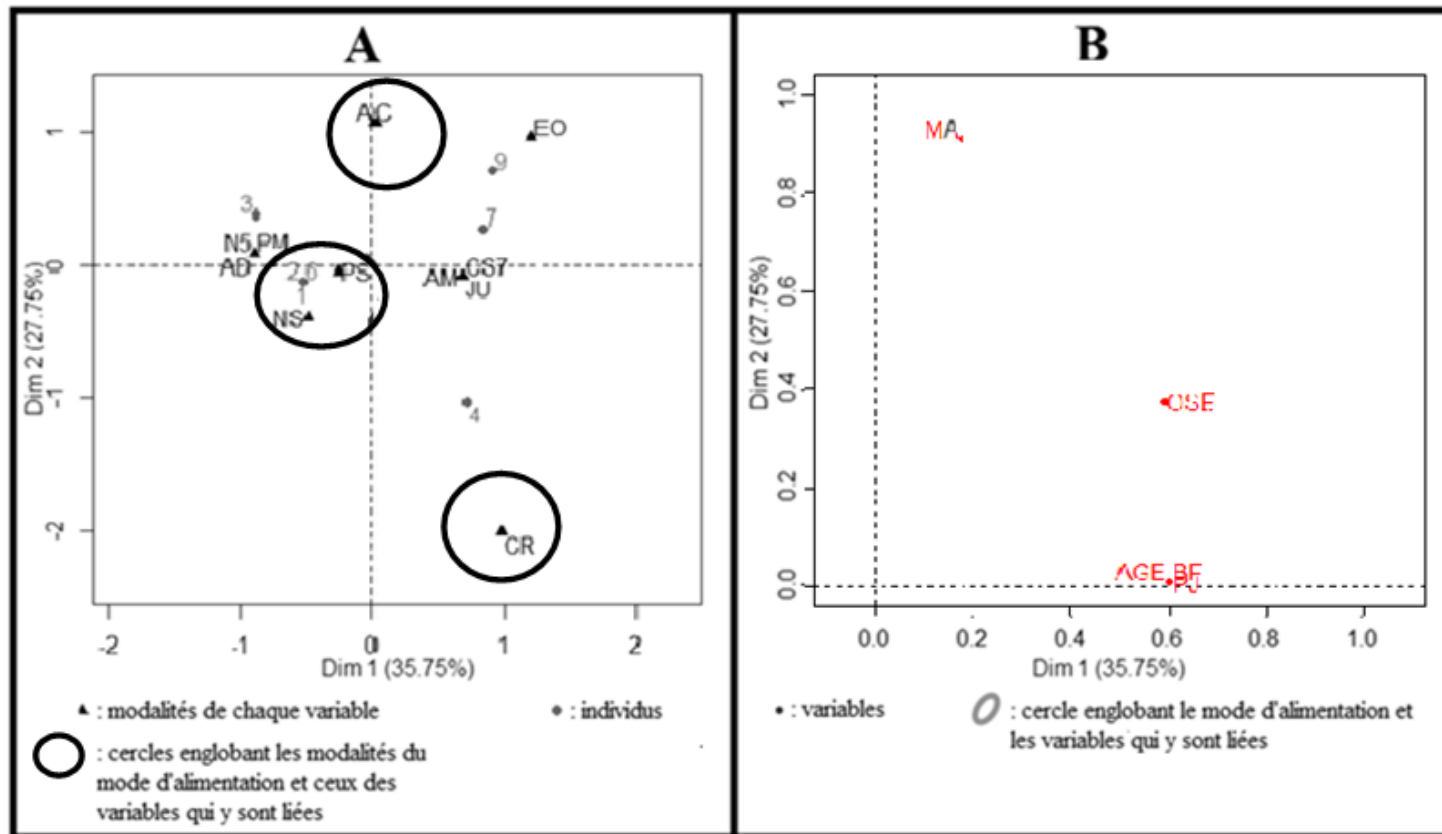
Etant donné que seulement deux individus ont pu être observés chez *Zonosaurus laticaudatus*, cette analyse n'a été effectuée que pour *Zonosaurus karsteni*. Les deux premiers axes factoriels obtenus par l'AFC expliquent 64,40 % (> 50 %) des variances détectées dans l'ensemble des variables catégoriques considérées (Tableau 3). Donc ils ont été choisis pour être examinés dans l'analyse des variations exprimées par ces variances. Les résultats de cette analyse suggèrent que :

- Le mode d'alimentation passif est pratiqué principalement par des individus observés dans les sites d'études allongés du Nord au Sud (Figure 7A).
- Le mode d'alimentation actif typique et celui actif de type croisière sont indépendants des modalités des autres variables catégoriques (Figure 7A).
- Les variances du mode d'alimentation de chaque individu observé ne sont pas liées à ceux des autres variables (Figure 7B).

**Tableau 3: Importance des axes factoriels extraits par l'AFC**

Axes factoriels	valeurs propres	pourcentage de variance expliquée	pourcentage cumulé de variance expliquée
Dim 1	0,51	42,65	42,65
Dim 2	0,26	21,75	64,40
Dim 3	0,19	15,89	80,29
Dim 4	0,12	9,72	90,01
Dim 5	0,12	9,72	99,73
Dim 6	0	0,27	100





**Figure 7: Résultats de l'AFC : A. Lien entre les différentes modalités des variables et la position de chaque individu par rapport à ces liens. B. Liens entre les différentes variables catégoriques considérées.**

Le mode d'alimentation de l'individu observé (MA) : passif (PS), actif typique (AC) ou actif de type croisière (CR). La classe d'âge à laquelle appartient l'individu observé (AGE) : adultes (AD) juvéniles (JU). Le bloc forestier où a eu lieu l'observation (BF) : N5 et CS7. L'orientation du site d'étude où a eu lieu l'observation (OSE) : Est-Ouest (EO) et Nord-Sud (NS). La partie du jour correspondant à l'observation (PJ) : matin (AM) ou après-midi (PM).

### **II.2.2. Influence des classes d'âge sur le mode d'alimentation**

Chez *Zonosaurus karsteni*, la moyenne du MPM semble être plus élevée chez les juvéniles ( $1,54 \pm 2,04$  mvt/mn (n= 4)) que chez les adultes ( $0,97 \pm 0,55$  mvt/mn (n= 3)) et la moyenne du PTM semble être plus élevée chez les adultes ( $23,05 \pm 25,98$  % (n= 3)) que chez les juvéniles ( $21,22 \pm 25,46$  % (n= 4)) (Tableau 2). Pourtant, ces différences de moyennes ne sont pas statistiquement significatives et les deux autres indices du mode d'alimentation (AS et MS) sont sensiblement égaux entre les deux classes d'âges. Les juvéniles et les adultes semblent donc pratiquer le même mode d'alimentation. Chez *Zonosaurus laticaudatus*, les différences entre classes d'âges au niveau des indices du mode d'alimentation n'ont pas pu être testées, vu qu'aucun juvénile de cette espèce n'a pu être observé.

### **II.2.3. Influences des facteurs écologiques sur le mode d'alimentation**

L'analyse des variations du MPM révèle que, dans 97 % des données, les mouvements de déplacements de *Zonosaurus karsteni*, tendent à être plus rares dans les sites présentant une densité plus élevée en petits arbrisseaux morts et allongés (Imp :  $r = -0,01$  ;  $p < 0,01$ ), mais tendent à être de plus en plus fréquents en passant de la saison humide à la saison sèche (Imp :  $r = 0,09$  ;  $p < 0,01$ ) (Tableau 4). Par contre, les variations des autres indices sont restées inexplicables. La valeur de p n'a pu être calculée pour aucun modèle de régression multiple sur l'AS pour *Zonosaurus karsteni* à cause des valeurs manquantes, ni sur aucune des indices du mode d'alimentation pour *Zonosaurus laticaudatus* à cause du nombre très limité d'individus observés.

**Tableau 4: Résultats des régressions multiples**

Espèce	Indices du mode d'alimentation	Multiple R-Squared	Valeur de p pour le modèle	Facteurs sélectionnés	Coefficients (r)	Valeur de p par variable
<i>Zonosaurus karsteni</i>	MPM	0,97	0,01	Passage progressif de la saison humide à la saison sèche	0,09	<0,01
				Densité des petits arbrisseaux morts allongés	-0,01	<0,01
				Densité des arbres de taille moyenne morts allongés	0	>0,91
	PTM	0,97	0,06	Densité des petits PLNB morts sur pied	0	<1
				Passage progressif de la saison humide à la saison sèche	0,98	>0,05
				Rendement de piégeage des Coleoptera	10,08	>0,06
				Heure de début	-0,14	>0,94
	AS	1	Non calculable	Température de l'air	0,01	<0,30
				Rendement de piégeage des Blattaria	-0,38	<0,38
				Passage progressif de la saison humide à la saison sèche	0	1
	MS	0,50	0,25	Densité des grands PLNB morts inclinés	0	>0,09
				Passage progressif de la saison humide à la saison sèche	0	>0,81

				sèche		
<i>Zonosaurus laticaudatus</i>	MPM	1	Non calculable	Passage progressif de la saison humide à la saison sèche	-0,07	1
	PTM	1	Non calculable	Passage progressif de la saison humide à la saison sèche	-1,36	1
	AS	1	Non calculable	Passage progressif de la saison humide à la saison sèche	0	1
	MS	1	Non calculable	Passage progressif de la saison humide à la saison sèche	0	1

## II.2.4. Relations entre les facteurs écologiques

Les plantes les plus rencontrées dans la forêt de Kirindy sont apparemment celles ayant un diamètre inférieur à 5 cm (Figure 8). Parmi elles, il y a les plantes du sous-bois qui dominent, surtout en N5, suivies des petits arbrisseaux et des petites PLNB, et enfin des lianes (Figure 8). L'épaisseur des couches de la litière ne montre pas de différence remarquable entre les blocs forestiers (Figure 9). Un total de 15 groupes d'Arthropodes a été recensé parmi ceux tombés dans les trous-pièges. Les plus abondants semblent être les groupes Hymenoptera, Arachnida, Coleoptera, Diptera et Orthoptera (Figure 10).

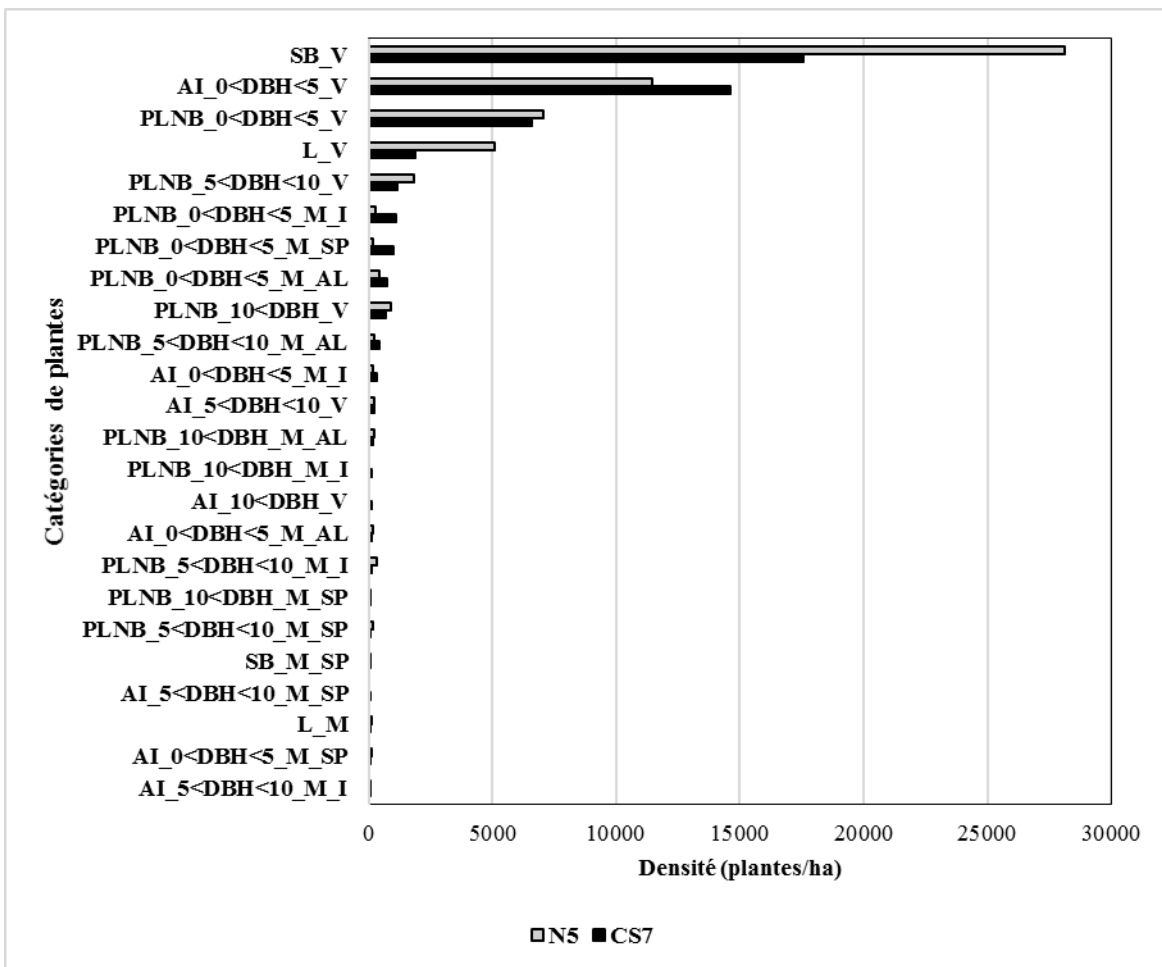


Figure 8: Densité des différentes catégories de plantes dans forêt en CS7 et N5.

PLNB : plantes non-buissonnantes. AI : Arbrisseaux. SB : Végétation du sous-bois. L: Lianes. DBH: "Diameter at Breast Height". M : Mort. V : vivant. AL : Allongée. I : Incliné. SP : Sur pied.

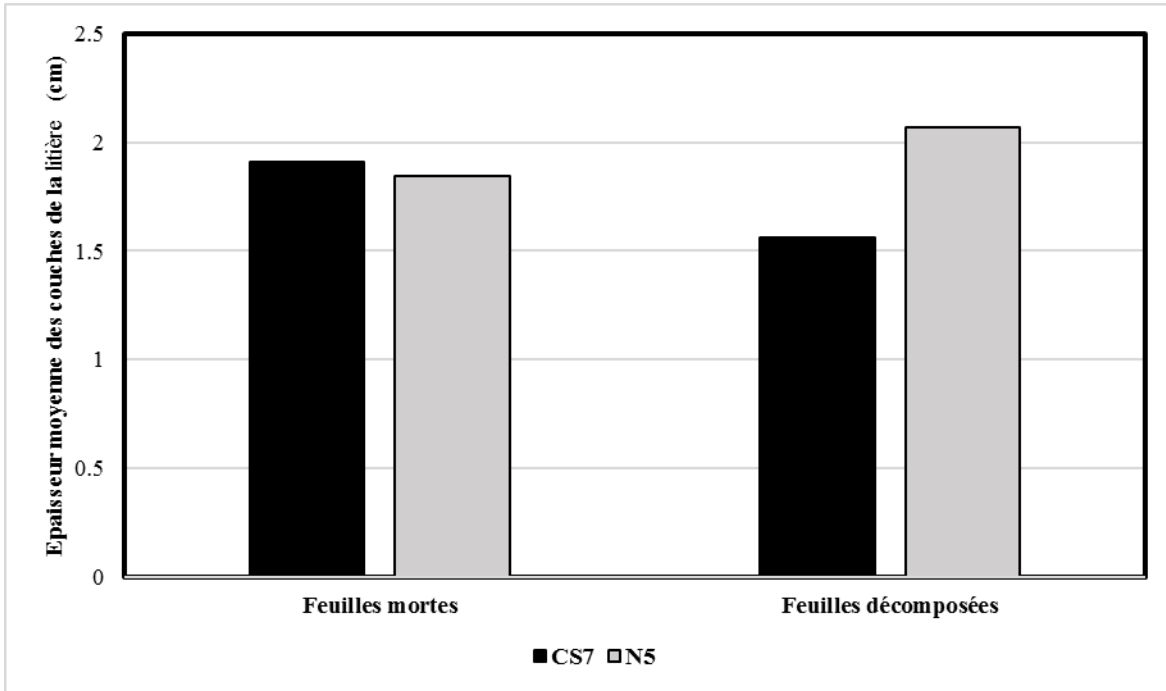


Figure 9: Epaisseur moyenne des deux couches composant la litière en CS7 et N5.

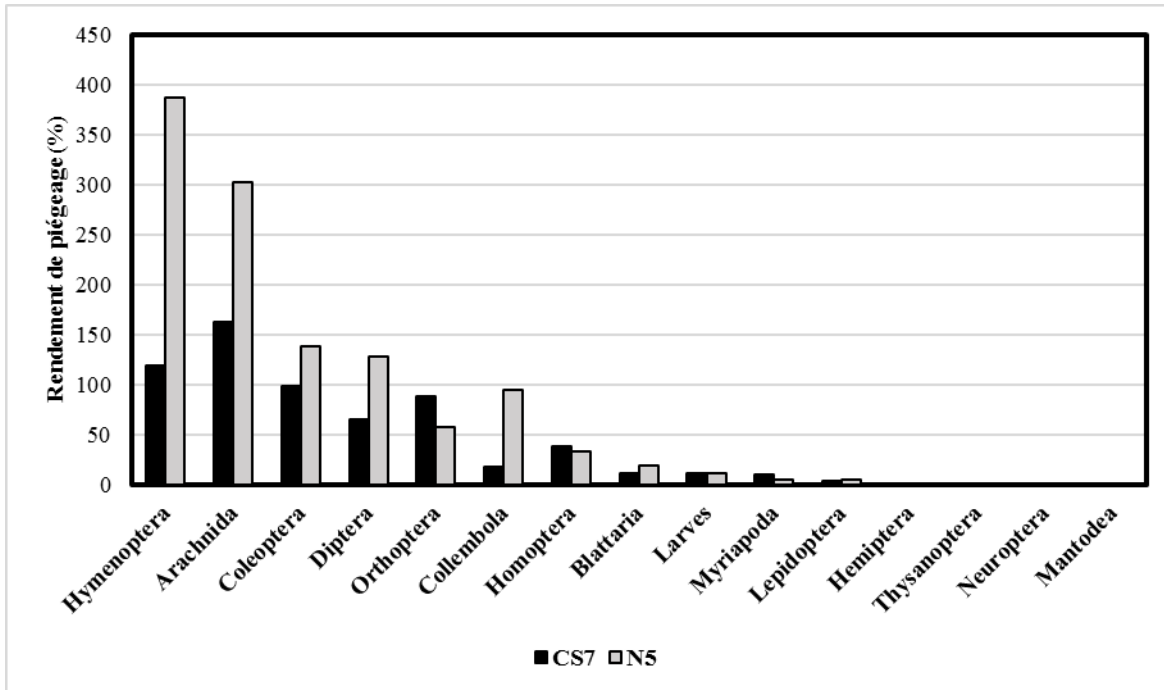


Figure 10: Rendement de piégeage moyen de chaque groupe d'Arthropodes en CS7 et N5

La modélisation par le biais de l'analyse de redondance n'a pas montré d'influence significative du passage progressif de la saison humide à la saison sèche sur les facteurs liés à la végétation, ni sur le rendement de piégeage des différents groupes d'Arthropodes. Dans une analyse de redondance, plus les variables analysées sont interdépendantes et moins il faut de composantes principales pour expliquer leurs variances. Or, six (06) composantes principales suffisent pour expliquer 78 % (dépassant la limite de 75% théorique de meilleur classement) des variances des quarante-deux (42) variables (Annexe 5) représentant ces facteurs (Tableau 5). La première composante principale avec contraintes (RDA1) en explique 15 % et la deuxième (RDA2) en explique 9 % (Tableau 5). Ceci corrobore de la présence d'une forte corrélation entre les variables considérées, et donc, d'un lien entre les facteurs qu'elles représentent. En revanche, la densité des petits arbrisseaux morts et allongés, celui qui influence le MPM de manière significative parmi ces variables (voir II-2-3), ne présente une forte corrélation avec aucun de ces six (06) composantes principales. De même, le passage progressif de la saison humide à la saison sèche, le deuxième facteur de variations significatives du MPM, n'a pas d'influence significative sur les facteurs considérés dans cette analyse. Etant donné ces deux derniers constats, les risques d'exclusion de facteur(s) de variations significatives du MPM par les modèles de régression multiple (voir II-2-3) sont réduits.

**Tableau 5: Importance des différents axes avec contraintes (RDA) et composantes principales (PC) extraites par l'analyse de redondance dans l'explication des variations des facteurs écologiques**

	RDA1	RDA2	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
valeurs propres	6,31	3,91	7,67	6,21	4,93	3,16	2,86	2,4	2,16	1,49	0,85
Proportions expliquées	0,15	0,09	0,18	0,15	0,12	0,08	0,07	0,07	0,05	0,04	0,02
Proportions cumulées expliquées	0,15	0,24	0,43	0,57	0,69	0,78	0,83	0,89	0,94	0,98	1

La variable bloc forestier influence surtout l'axe factoriel avec contrainte RDA1 (Tableau 6) qui est négativement corrélé au rendement de piégeage des Diptera (score= -0,56 ; Annexe 5). Par contre, la variable orientation du site d'étude influence surtout l'axe factoriel avec contrainte RDA2 (Tableau 6), qui n'est fortement corrélé à aucun facteur écologique (Annexe 5).

Ces deux influences sont fortement significatives (anova.cca, 999 permutations :  $F=1,45$  ;  $p=0,01$ ). Ainsi, les Diptera semblent plus abondants dans N5 (Rendement de piégeage=  $1,28 \pm 0,65$  ind/km) que dans CS7 (Rendement de piégeage=  $0,65 \pm 0,38$  ind/km).

**Tableau 6: Centroids : lien respectif des variables bloc forestier et orientation du site d'étude avec les axes avec contraintes**

	RDA1	RDA2
CS7	1,03	0,85
N5	-1,03	-0,85
Orientation Est-Ouest	0,85	-1,03
Orientation Nord-Sud	-0,85	1,03

### **II.3. Utilisation du microhabitat**

A l'exception d'un individu, les lézards observés utilisent uniquement la litière pour se reposer durant les observations. L'exception correspond à un adulte *Zonosaurus laticaudatus* qui a pratiqué le mode d'alimentation actif de type croisière. Durant l'observation, il s'est reposé une (1) fois (2,78 % des cas) sur un bois mort contre vingt-deux (22) fois (97,22 % des cas) sur la litière. Aucune différence significative n'a été mise en évidence au niveau de l'utilisation du microhabitat pour le repos entre *Zonosaurus karsteni* et *Zonosaurus laticaudatus*, ni entre les différentes classes d'âge chez l'espèce *Zonosaurus karsteni*, et les indices du mode d'alimentations n'ont eu aucun effet significatif sur ce paramètre dans chaque espèce. En revanche, durant les mouvements de déplacements, l'utilisation du bois mort et celui de la litière ont tous deux été remarqués, surtout chez l'espèce *Zonosaurus laticaudatus*, bien que ceci n'ait pas été quantifié.

### **II.4. Habitat favorable à la survie**

Les données sur le recensement des espèces dans les blocs forestiers sont présentées dans le Tableau 7. Les juvéniles *Zonosaurus karsteni* dans CS7 semblent plus abondants que dans N5 (independence\_test :  $Z= 2,06$  ;  $p= 0,04$ ). Ceci pourrait signifier que CS7 est plus favorable à la



survie des juvéniles par rapport à N5. Les adultes *Zonosaurus karsteni* ont aussi été recensés en plus grand nombre dans CS7 que dans N5 (Tableau 7). Toutefois, cette différence n'est pas significative. Quant à *Zonosaurus laticaudatus*, elle semble être extrêmement rare : seulement un adulte habitant CS7 a été recensé.

**Tableau 7: Résultats du recensement de *Zonosaurus karsteni* et de *Zonosaurus laticaudatus***

Age	<i>Zonosaurus karsteni</i>						<i>Zonosaurus laticaudatus</i>					
	Juvénile		Adulte		Juvéniles + adultes		Juvénile		Adulte		Juvéniles + adultes	
Bloc forestier	CS7	N5	CS7	N5	CS7	N5	CS7	N5	CS7	N5	CS7	N5
Abondance (ind)	12	2	4	2	16	4	0	0	1	0	1	0
APK (ind/km)	4,80	0,83	1,60	0,83	6,40	1,67	0,00	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00

### III. DISCUSSION

#### III.1. Tendance générale du mode d'alimentation de *Zonosaurus karsteni* et *Zonosaurus laticaudatus*

Dans la présente étude, trop peu d'individus ont pu être observés chez les deux espèces, surtout chez *Zonosaurus laticaudatus*. Une baisse du nombre de lézard actif durant la période d'étude, qui se limite à la fin de la saison humide (mars-avril 2017) et au début de la saison sèche (mai 2017), peut en être la cause. En effet, ce nombre peut varier au cours d'une année dans une région donnée : par exemple, dans la communauté des lézards de Côte d'Ivoire (Barbault, 1983), ce nombre atteint son maximum au milieu de la saison humide puis diminue progressivement pour atteindre son minimum au milieu de la saison sèche. De plus, Randrianelona (2009), qui a effectué son étude à Kirindy en milieu de saison humide (janvier-mars 2004), a pu observer six (6) individus chez chacune des espèces *Zonosaurus karsteni* et *Zonosaurus laticaudatus* rien que dans CS7 alors que dans ce même site, seulement quatre (4) individus *Zonosaurus karsteni* et un (1) individu *Zonosaurus laticaudatus* ont pu être observés durant cette recherche. Le nombre moins élevé d'individu *Zonosaurus laticaudatus* observé par rapport aux individus *Zonosaurus karsteni* peut être dû au besoin plus élevé en température de *Zonosaurus laticaudatus* par rapport à *Zonosaurus karsteni* (Randrianelona, 2009) et à la baisse de température à l'approche de la saison sèche. Pour une compréhension plus fiable du mode d'alimentation des espèces étudiées dans la forêt de Kirindy en fin de saison humide et en début de saison sèche, il faudrait donc reproduire cette recherche durant plusieurs années successives.

Les moyennes des indices du mode d'alimentation indiquent que les espèces *Zonosaurus karsteni* et *Zonosaurus laticaudatus* pratiquent tous deux le mode d'alimentation actif. Aucune différence significative n'a été détectée. Cela pourrait signifier que ces deux espèces pratiquent le même mode d'alimentation. L'appartenance de *Zonosaurus karsteni* et *Zonosaurus laticaudatus* à la même famille, celle des Gerrhosauridae, peut expliquer cette similarité de leur mode d'alimentation. D'ailleurs, deux autres espèces dans la famille Gerrhosauridae, *Cordylosaurus subtessellatus* et *Gerrhosaurus validus*, pratiquent aussi le mode d'alimentation actif en Afrique du Sud (Cooper *et al.*, 1997). En outre, l'uniformité du mode d'alimentation a été observée chez

de nombreux autres familles, dont les espèces de la famille Cordylidae en Afrique du Sud qui pratiquent le mode d'alimentation passif (Cooper *et al.*, 1997) et chez des groupes encore plus larges, dont celle des espèces d'iguanes insectivores qui pratiquent également le mode d'alimentation passif (Cooper, 1994a, 1994b, 1995 ; Cooper *et al.*, 1999 ; Perry, 1999 ; Mori et Randriamahazo, 2002 ; Razafindrakoto, 2006). Cependant, dans la présente étude, les individus observés sont trop peu nombreux pour tirer des conclusions fiables, surtout chez *Zonosaurus laticaudatus*. De plus, une étude comparant le mode d'alimentation d'un plus grand nombre d'espèces de la famille Gerrhosauridae est nécessaire pour vérifier l'uniformité du mode d'alimentation chez cette famille.

### **III.2. Variations du mode d'alimentation de *Zonosaurus karsteni***

Chez l'espèce *Zonosaurus karsteni*, trois (3) individus observés pratiquent le mode d'alimentation actif (42,86 % pour n=7), dont deux (2) individu pratiquant celui actif typique (28,57 % pour n= 7) et un (1) pratiquant celui actif de type croisière (14,29 % pour n= 7) tandis que quatre (4) autres pratiquent le celui passif (57,14 % pour n= 7). De ce fait, les indices du mode d'alimentation varient de manière considérable chez cette espèce. Cela pourrait signifier que *Zonosaurus karsteni* peut varier son mode d'alimentation. De telles variations du mode d'alimentation ont déjà été observées chez *Zonosaurus laticaudatus* à Ankarafantsika (Razafindrakoto, 2006), ainsi que chez *Platysaurus broadleyi* (autrefois nommée *Platysaurus capensis*) et *Mabuya margaritifera*, deux espèces de lézards terrestres sud-africains (Cooper *et al.*, 1997 ; Greeff et Whiting, 2000 ; Wymann et Whiting, 2002). Différents facteurs peuvent-être à l'origine de ces variations.

Aucune différence significative entre les juvéniles et les adultes de l'espèce *Zonosaurus karsteni* n'a été mis en évidence au niveau des indices du mode d'alimentation. D'un côté, ceci pourrait signifier que le mode d'alimentation de *Zonosaurus karsteni* est indépendant de son stade de développement. D'un autre côté, il est possible que cette absence de différence significative montrée soit due au faible nombre d'individus observés. Des vérifications par des observations supplémentaires sont donc requises. D'ailleurs, une différence entre classe d'âge au niveau des indices du mode d'alimentation a été montrée chez d'autres espèces. Par exemple,

Wymann et Whiting (2002) ont étudiée en Afrique du Sud le mode d'alimentation de *Mabuya margaritifer*, une espèce de lézard terrestre Africain, et ont découvert que les mouvements de déplacements des juvéniles de cette espèce prennent plus de temps (PTM plus élevé) que ceux des femelles adultes durant la période de reproduction et sont plus fréquents (MPM plus élevé) que ceux des femelles adultes après la période de reproduction, et plus rapides (AS plus élevé) que ceux des mâles adultes durant et après la période de reproduction.

Le mode d'alimentation des mâles et celui des femelles de *Zonosaurus karsteni* n'ont pas pu être comparés car les individus observés n'ont pas été capturés et aucune différence facilement visible ne distingue les deux sexes chez cette espèce. Pourtant, cette comparaison aurait peut-être permis d'expliquer les variations du PTM, du AS, et du MS, restés inexpliqués dans la présente recherche. Par exemple, Wymann et Whiting (2002) ont trouvés qu'en Afrique du Sud, après la période de reproduction, les mouvements de déplacements des mâles de l'espèce *Mabuya margaritifer* sont plus rapides (AS plus élevé) que ceux des femelles de la même espèce.

Aucun effet significatif de l'heure de début d'observation sur les indices du mode d'alimentation n'a été montré chez *Zonosaurus karsteni* durant la présente étude. Ceci pourrait signifier que *Zonosaurus karsteni* ne change pas son mode d'alimentation de 9h30 à 12h00 et de 13h30 à 16h00, heures durant lesquels les observations ont été effectuées. Des observations supplémentaires sont toutefois nécessaires pour vérifier cette absence d'effet. Pour causes, les données recueillis durant cette étude sont trop peu nombreux. Par ailleurs, l'AFC a montré que les individus *Zonosaurus karsteni* observés durant l'après-midi pratiquent un mode d'alimentation plus passif que celui des individus observés durant la matinée. De plus, selon Randrianelona (2009), cette espèce effectue plus fréquemment des déplacements sur une distance correspondant au double ou triple de la longueur de son corps, accompagnés de fouille de la litière, de 10h30 à 13h30 et de 14h30 à 16h30 par rapport aux autres heures de la journée. Egalement, Verwajen et Van Damme (2008) ont trouvés que dix (10) espèces de Lacertidae européens, dédient plus de temps aux mouvements de déplacements (PTM plus élevé) durant les heures les plus chaudes de la journée c'est-à-dire entre 11h et 16h.

Les mouvements de déplacements de *Zonosaurus karsteni* semblent de plus en plus fréquents (MPM de plus en plus élevé) en passant de la saison humide à la saison sèche sans

toutefois prendre plus de temps (absence de variations significative du PTM), ce qui peut indiquer que ces mouvements de déplacements sont de plus en plus entrecoupés. Ceci pourrait correspondre à une nécessité de plus en plus élevée de fouiller la litière pour débusquer des proies en passant de la saison humide à la saison sèche. Autrement dit, il se peut que les arthropodes soient plus souvent enfouis dans la litière. Wymann et Whiting (2002) ont également observé des variations du mode d'alimentation au cours de l'année chez *Mabuya margaritifer*, une espèce de lézard terrestre sud-africaine, dont les femelles se déplacent moins fréquemment durant la saison de reproduction qu'après cette période. En réalité, la période de trois (3) mois successifs durant laquelle la collecte des données a été effectuée ne suffit pas pour bien comprendre les variations saisonnières de la valeur des indices du mode d'alimentation. Une étude durant une période plus représentative des saisons et étendue sur deux ou plusieurs années est requise.

La densité des petits arbrisseaux morts et allongés semble également jouer un rôle : plus cette densité est élevée, plus les mouvements de déplacements des lézards dans la population étudiée de *Zonosaurus karsteni* sont rares (MPM plus faible), sans toutefois prendre moins de temps (absence de variation significative du PTM), ce qui peut indiquer que ces mouvements de déplacements sont plus continus. Ceci pourrait signifier que passer par-dessus ces petits arbrisseaux morts et allongés améliore le repérage des proies par la vue durant le mouvement de déplacement et réduit la nécessité de s'arrêter pour mieux utiliser les autres sens. Une quantification de l'utilisation de ces substrats durant les mouvements de déplacements est donc nécessaire. Zero *et al* (2009) ont eux aussi trouvé un lien entre la végétation et le mode d'alimentation : *Ameiva erythrocephala*, une espèce de lézard terrestre des Antilles Néerlandaises, recherche ses proies avec des mouvements de déplacements plus courts et des creusements du sol plus fréquents dans les broussailles que dans la forêt, bien que cela n'affecte pas les valeurs du MPM et du PTM chez cette espèce.

Chez *Zonosaurus laticaudatus*, les individus observés pratiquent tous deux le mode d'alimentation actif. Ceci pourrait indiquer une uniformité du mode d'alimentation chez cette espèce dans la forêt de Kirindy. Cependant, le nombre d'individus observés limité à deux (2) seulement dans ce travail ne permet pas d'avancer une explication suffisamment tangible. De plus, en observant six (6) individus de cette espèce à Ankarafantsika, Razafindrakoto (2006) a

découvert que cette espèce peut adapter son mode d'alimentation selon la position et la taille des proies disponibles : quand des proies de grande tailles et/ou assez visibles sont disponibles, elle pratique le mode d'alimentation passif ; autrement, elle passe au mode d'alimentation actif pour débusquer des proies petites et/ou cachées dans la litière.

### **III.3. Mode d'alimentation et utilisation du microhabitat**

Les deux espèces utilisent presque exclusivement la litière quand elles ne se déplacent pas durant la recherche alimentaire. Une telle observation a déjà été faite à Ankarafantsika sur *Zonosaurus laticaudatus* (Razafindrakoto, 2006) qui fouille continuellement la litière pour trouver des proies. Ceci est parfaitement normal pour des lézards utilisant le mode d'alimentation actif. Cependant, l'uniformité de l'utilisation du microhabitat, malgré les fortes variations des indices du mode d'alimentation chez *Zonosaurus karsteni*, contraste avec les résultats de l'étude faite par Cooper *et al.* (1997) sur *Platysaurus capensis* en Afrique du Sud : chez cette espèce, les individus pratiquant un mode d'alimentation plus passif passent la plupart de leur temps à se reposer sur des microhabitats élevés incluant les rochers et les arbres, pour mieux repérer visuellement les proies avant de les attaquer, tandis que les individus pratiquant un mode d'alimentation plus actif passent plus de temps au sol et se déplacent souvent pour augmenter leurs chances de croiser des proies. Wymann et Whiting (2002) ont aussi trouvé en Afrique du Sud que *Mabuya margaritifera* utilise trois (3) types de microhabitat (rocher, limite rocher-végétation, végétation) de manière égale, et pratique à la fois le mode d'alimentation actif et celui passif. Ceci pourrait signifier que l'utilisation de la litière, quand les individus se reposent durant la recherche alimentaire est préférée par *Zonosaurus karsteni* pour une autre raison, comme par exemple pour optimiser leur camouflage entre les mouvements de déplacements et réduire ainsi le risque de prédation. Par contre, quand les lézards se déplacent, ils utilisent aussi les bois-morts, surtout chez le cas de *Zonosaurus laticaudatus*. Le temps passé sur chaque microhabitat durant chaque observation, au repos ou en mouvement de déplacement, aurait dû être quantifié pour avoir une meilleure compréhension de l'utilisation de l'habitat, comme Wymann et Whiting (2002) l'ont fait durant leur observation sur *Mabuya margaritifera* en Afrique du Sud.

### III.4. Mode d'alimentation et habitat favorable à la survie

Les résultats de l'AFC ne montrent aucun lien entre le mode d'alimentation de chaque individu observé et le bloc forestier où a eu lieu l'observation. D'une part, cette absence de liens pourrait être due au faible nombre d'individus observés dans chaque bloc. D'autre part, cela pourrait signifier que le mode d'alimentation des espèces étudiées, surtout celui de *Zonosaurus karsteni* qui est concerné par la plus grande partie de nos données, ne diffère pas entre N5 et CS7 dans la forêt de Kirindy. Si c'est le cas, il est également possible que cette absence de liens soit la conséquence d'un degré de similarité élevé entre N5 et CS7. En effet, parmi les quarante-deux (42) variables pris en compte dans la comparaison de N5 et CS7, seul le rendement de piégeage des Diptera affiche une différence. Cependant, ce degré de similarité élevée entre N5 et CS7 n'est confirmé que pour les variables étudiées et pourrait changer avec les saisons. D'ailleurs, Rajerison (2016), qui a effectué son étude en saison humide (février-mars 2015), a montré que N5 se distingue de CS7 par une canopée plus fermée, une litière plus épaisse, une strate herbeuse moins dense, ainsi que des lianes et des espèces ligneuses moins abondants.

Etant donné que le mode d'alimentation de *Zonosaurus karsteni* semble être adaptable aux conditions écologiques, il est peu probable que ce comportement soit à l'origine d'une préférence d'habitat. Pourtant, l'abondance de *Z. karsteni* varie apparemment entre les deux blocs forestiers. En effet, chez cette espèce, les juvéniles actifs sont plus abondants dans CS7 (4,80 ind/km) que dans N5 (0,83 ind/km). Ceci pourrait signifier que CS7 est plus favorable à la survie et l'activité des juvéniles *Zonosaurus karsteni* par rapport à N5, pour une raison indépendante du mode d'alimentation. Par contre, les adultes sont aussi abondants dans CS7 que dans N5. Ces résultats sur l'abondance contrastent avec ceux de Randrianelona (2009) selon lesquels cette espèce est plus abondante dans N5 que dans CS7. Ce contraste peut s'expliquer par le choix de la période d'étude : dans le présent travail, la collecte des données sur l'abondance des lézards a été effectuée en fin de saison humide (mars-avril 2017) alors que Randrianelona (2009) a effectué son étude en milieu de saison humide (janvier-mars 2004). De plus, parmi les deux blocs forestiers, seul CS7 est traversée par une rivière. Cette situation pourrait encourager la migration vers ce bloc à l'approche de la saison sèche à cause des diminutions des précipitations.

Dans la présente recherche, les valeurs de l'abondance par kilomètre sont très faibles : Chez *Zonosaurus karsteni*, elles sont de 6,40 ind/km dans CS7 et de 1,60 ind/km dans N5 et chez *Zonosaurus laticaudatus*, elles sont de 0,40 ind/km dans CS7 et de 0 ind/km dans N5. En comparaison, l'abondance par kilomètre trouvée par Randrianavelona (2009) chez *Zonosaurus karsteni* est trois (3) fois plus élevée (17 ind/km) dans CS7 et seize (16) fois plus élevée (25 ind/km) dans N5 et chez *Zonosaurus laticaudatus*, elle est cinquante (50) fois plus élevée (20 ind/km) dans CS7 mais le même (0 ind/km) dans N5. Le choix de la période d'étude peut-être à l'origine de ces différences : dans la présente étude, le recensement des lézards a été effectué à la fin de la saison humide (mars-avril 2017) alors que dans celle de Randrianavelona (2009) ce recensement a été effectué en milieu de saison humide (janvier-mars 2004). En effet, le nombre des lézards actifs dans une région donnée peut varier au cours d'une année : par exemple, dans la communauté des lézards de Côte d'Ivoire (Barbault, 1983), ce nombre atteint son maximum au milieu de la saison humide puis diminue progressivement pour atteindre son minimum au milieu de la saison sèche. Les lézards non-actifs durant la saison sèche pourraient être entrés en hibernation, comme le cas de nombreux espèces de lézards, dont *Cnemidophorus sexlineatus* (Sellers et Ragland, 1982), et *Dipsosaurus dorsalis*, (John-Alder, 1984), deux espèces de lézards nord-américains. S'il s'avère que c'est le cas, cela signifierait que la date d'entrée en hibernation n'est pas la même pour les individus de même espèce chez *Zonosaurus laticaudatus* et chez *Zonosaurus karsteni*, puisque des individus actifs de ces espèces ont été remarqués jusqu'à la fin de la période d'étude. Un suivi individuel des lézards de ces espèces depuis le milieu de la saison humide jusqu'au milieu de la saison sèche pourrait clarifier cette situation.



## CONCLUSION

La présente étude, qui concerne le mode d'alimentation de *Zonosaurus laticaudatus* et celui de *Zonosaurus karsteni* en fin de saison humide et en début de saison sèche dans la forêt de Kirindy, apporte des informations nouvelles sur leur comportement en fin de saison humide et en début de saison sèche. Les résultats de l'étude ont permis d'aboutir à certains constats. Premièrement, *Zonosaurus karsteni* peut varier son mode d'alimentation entre celui actif et celui passif, mais les moyennes des indices du mode d'alimentation indiquent qu'elle pratique le mode d'alimentation actif. Ces moyennes indiquent également le mode actif chez *Zonosaurus laticaudatus*, et aucune différence significative des indices calculés n'a été trouvée entre les deux espèces. Ceci semble montrer une similarité du mode d'alimentation des espèces étudiées. Deuxièmement, les mouvements de déplacements de *Zonosaurus karsteni* sont moins fréquents dans les sites où les petits arbrisseaux morts et allongés sont plus denses. Ceci pourrait être lié à l'utilisation de ces petits troncs d'arbrisseaux durant les mouvements de déplacements. Troisièmement, ces mouvements sont de plus en plus fréquents au fur et à mesure que l'on entre dans la saison sèche, ce qui pourrait correspondre à un besoin croissant de fouiller la litière pour trouver des proies. Quatrièmement, les espèces étudiées se reposent presque exclusivement sur la litière. Ceci est normal pour les lézards au mode d'alimentation actif. Mais dans le cas de *Zonosaurus karsteni* dont certains individus pratiquent un mode d'alimentation passif, cette préférence peut être due à une raison particulière, indépendante du mode d'alimentation. Cinquièmement, les juvéniles *Zonosaurus karsteni* sont plus abondante en CS7 qu'en N5. Vu l'importante variabilité du mode d'alimentation chez cette catégorie d'individu, la préférence pour CS7 doit avoir une explication indépendante de la recherche alimentaire. Le fait que ce bloc forestier est traversé par une rivière, une ressource limitante en saison sèche, est une raison possible à cette différence d'abondance.

Cependant, des observations supplémentaires seraient nécessaires pour augmenter la fiabilité de ces résultats, surtout sur *Zonosaurus laticaudatus*. Vu la période où la présente étude a été effectuée, les données obtenues sont issues de la fin de saison humide et du début la saison sèche. Pourtant les mois de mars et avril ne peuvent représenter toute la saison humide de

l'année, tout comme le mois de mai ne peut représenter toute la saison sèche. Par conséquent, les données sur le mode d'alimentation des populations étudiées ne sont pas encore complètes. Etant donnée cette limite de la période d'étude et la faible taille des échantillons observés, une étude effectuée durant une période mieux répartie entre les saisons (exemple : un mois par trimestre ou un mois au milieu de chaque saison) et reproduite durant plusieurs années successives serait recommandée pour déterminer le mode d'alimentation le plus pratiqué par les espèces étudiées durant les différentes parties d'une année. Pour mieux traiter les variations de comportements dans ces études ultérieures, tous les individus à observer devront être préalablement marqués et connus en matière de l'âge, du sexe et de la longueur tête-corps. Ces facteurs potentiels supplémentaires pourraient expliquer les variations du PTM, du MS et de l'AS, qui sont restés inexplicables dans cette recherche. Pour mieux comprendre le lien entre le mode d'alimentation et les facteurs externes, l'utilisation des microhabitats durant les mouvements de déplacements et la fréquence d'utilisation de fouille de la litière par les individus observés devront être quantifiés. Pour ce faire, la contribution d'un deuxième observateur serait souhaitable.

Les résultats de ce travail constituent également des données actualisées sur le comportement et l'écologie de *Zonosaurus karsteni* qui seraient utiles dans l'orientation des efforts pour sa conservation dans la forêt de Kirindy. La capacité de cette espèce à varier son mode d'alimentation soutient sa classification dans la catégorie « Least Concern » ou préoccupation mineure de l'UICN. Toutefois, la préférence des juvéniles à l'habitat au niveau de CS7, un habitat traversé par une rivière, démontre qu'il est nécessaire de renforcer les mesures de protection de tel site. Des activités génératrices de revenus comme l'apiculture doivent être renforcées, pour éviter l'exploitation de la forêt par la population. Les bénéfices de la population locale provenant de ces projets doivent être suffisamment équitables et convaincants.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Altmann, J. 1974.** Observational study of behavior : Sampling methods. *Behaviour*, 49 : 227-267.
- Barbault, R. 1983.** Reptiles in savanna ecosystems. In *Ecosystems of the world: Volume 13, tropical savannas*, eds. F. Bourliere, pp 325-336. Elsevier, New York, Amsterdam, Pays-Bas.
- Bennet, A. F. & Gorman, G. C. 1979.** Population density, thermal relations, and energetics of a tropical insular lizard community. *Oecologia*, 42 : 339-358.
- Blair, C. B., Noonan, B. P., Brown, J. L., Raselimanana, A. P., Vences, M.¶ & Yoder, A. D. 2015.** Multilocus phylogenetic and geospatial analyses illuminate diversification patterns and the biogeographic history of Malagasy endemic plated lizards (Gerrhosauridae: Zonosaurinae). *Journal of Evolutionary Biology*, 28 : 481-492.
- Blanc, C. P. 1967.** Notes sur les Gerrhosaurinae de Madagascar, I. - Observations sur *Zonosaurus maximus*, BOULENGER, 1896. *Annales de l'Université de Madagascar (Sciences)*, 5 : 107-116.
- Borror, D. J., Triplehorn, C. A. & Johnson, N. F. 1989.** *An introduction study of insects. 6th edition.* Saunders College Publishing, Philadelphia, Pennsylvanie.
- Bowker, R. G. 1984.** Precision of thermoregulation of some African lizards. *Physiological zoology*, 57 : 401-412.
- Buckland S. T., Anderson D. R., Burnham K. P., Laake J. L., Borchers D. L. & Thomas L. 2001.** *Introduction to distance sampling: estimating abundance of wildlife populations.* Oxford University Press, Oxford, Royaume-Uni.
- [CEPF] Critical Ecosystem Partnership Fund. 2014.** *Profil d'écosystème hotspot de Madagascar et des îles de l'Océan Indien.* Conservation International, Antananarivo, Madagascar.
- Cooper, W. E. Jr. 1994a.** Chemical Discrimination by tongue flicking in lizard: a review with hypotheses on its origin and its ecological and phylogenetic relationship. *Journal of chemical ecology*, 20(2) : 439-487.
- Cooper, W. E. Jr. 1994b.** Prey chemical discrimination, foraging mode, and phylogeny. In *Lizard Ecology: Historical and Experimental Perspectives*, eds. L. J. Vitt & E. R. Pianka, pp 1-16. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Cooper, W. E. Jr. 1995.** Foraging mode, prey chemical discrimination, and phylogeny in lizard. *Animal Behaviour*, 50 : 973-985.

- Cooper, W. E. Jr. 1997.** Correlated evolution of prey chemical discrimination with foraging, lingual morphology, and vomeronasal chemoreceptor abundance in lizards. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 41 : 257-265.
- Cooper, W. E. Jr. & Whiting, M. J. 1999.** Foraging modes in lacertid lizards from southern Africa. *Amphibia-Reptilia*, 20 : 299-311.
- Cooper, W. E. Jr. & Whiting, M. J. 2000.** Ambush and active foraging modes both occur in the scincid genus *Mabuya*. *Copeia*, 1 : 112-118.
- Cooper, W. E. Jr. Whiting, M. J, & Van Wyk, J. H. 1997.** Foraging mode of Cordyliform Lizards. *South African Journal of Zoology*, 132 : 9-13.
- Cooper, W. E. Jr. Whiting, M. J, Van Wyk, J. H. & Mouton, P. le F. N. 1999.** Movement and attack-based indices of foraging mode and ambush foraging in some gekkonid and aggamine Lizards from southern Africa. *Amphibia-Reptilia*, 20 : 391-399.
- Cooper, W. E. Jr., Vitt, L. J. 1990, Caldwell, J. P., & Fox, S. F. 2005.** Relationships among foraging variables, phylogeny, and foraging modes, with new data for nine north american lizard species. *Herpetologica*, 61(3) : 250-259.
- Drakeley, M., Lapiedra, O. & Kolbe, J. J. 2015.** Predation risk perception, food density and conspecific cues shape foraging decisions in a tropical lizard. *Plos ONE*, 10(9) : e0138016.
- Etheridge, K. & Wit, L. C. 1993.** Factors affecting activity in *Cnemidophorus*. In *Biology of Whiptail Lizards (Genus Cnemidophorus)*, eds. J. W. Wright & L. J. Vitt. Oklahoma Museum of Natural History, Norman, Oklahoma.
- Glaw, F. & Vences, M. 2007.** *A field guide to the Amphibians and Reptiles of Madagascar, 3rd edition.* Vences and Glaw Verlag, Cologne, Allemagne.
- Greef, J. M. & Whiting, M. J. 2000.** Foraging mode plasticity in the lizard *Platysaurus broadleyi*. *Herpetologica*, 50(3) : 402-407.
- Hay, J., Sarre, S., Lambert, D., Allendorf, F. & Daugherty, C. 2010.** Genetic diversity and taxonomy: a reassessment of species designation in tuatara (*Sphenodon*: Reptilia). *Conservation Genetics*, 11(3) : 1063-1081.
- Hothorn, T., Hornik, K., Van de Wiel, M. A. & Zeileis, A. 2008.** Implementing a Class of Permutation Tests: The coin Package. *Journal of Statistical Software* 28(8) : 1-23. <http://www.jstatsoft.org/v28/i08/> (consulté le 13 décembre 2017)
- Huey, R. B. & Pianka, E. R. 1981.** Ecological consequences of foraging mode. *Ecology*, 62 : 991-999.
- Husson, F., Josse, J., Le S. & Mazet J. 2016.** FactoMineR: Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining. R package version 1.32. <https://CRAN.R-project.org/package=FactoMineR> (consulté le 12 décembre 2017)

- [IUCN] **International Union for Conservation of Nature. 2017.** The IUCN red list of threatened species. Version 2017-3. <http://www.iucnredlist.org> (consulté le 8 février 2018)
- John-Alder, H. B. 1984.** Seasonal variations in activity, aerobic energetic capacities, and plasma thyroid hormones (T3 and T4) in an iguanian lizard. *Journal of Comparative Physiology B*. 154(4) : 409-419.
- Koechlin, J., Guillaumet, J.-L. & Morat, P. 1997.** *Flore et végétation de Madagascar*. Cramer Verlaz, Vaduz, Liechtenstein.
- Lang, M. 1991.** Phylogenetic analysis of the genus group *Tracheloptychus-Zonosaurus* (Reptilia: Gerrhosauridae). With a hypothesis of biogeographical unit relationships in Madagascar. In *Vertebrates in the Tropics*, eds. G. Peters & R. Hutterer, pp.261-274. Museum Alexander Koenig, Bonn, Allemagne.
- Lister, B. C. & Aguayo, A. G. 1992.** Seasonality, predation, and the behaviour of a tropical mainland anole. *Journal Animal Ecology*, 61 : 717-733.
- Magnusson, W. E., Paiva, I. J., Rocha, R. M., Franke, C. R., Kasper, L. A. & Lima, A. P. 1985.** Correlates of foraging mode in a community of brazilian lizards. *Herpetologica*, 41(3) : 324-332.
- Menezes, V. A., Amaral, V. C., Sluys, M. V. & Rocha, C. F. D. 2006.** Diet and foraging of the endemic lizard *Cnemidophorus littoralis* (Squamata, Teiidae) in the restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. *Brazilian Journal of Biology*, 66(3) : 803-807.
- Mevanarivo, Z. E. 2008.** *Caractéristiques de la forêt dense sèche de Kirindy et de ses environs comme habitat naturel de Microcebus murinus et Microcebus berthae*. Mémoire DEA, Département des Eaux et Forêts, Ecole supérieure des sciences agronomiques, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar.
- Moat, J. & Smith, P. 2007.** *Atlas de la végétation de Madagascar*. Royal Botanic Gardens, Kew, Royaume-Uni.
- Mori, A. & Randriamahazo, H. J. A. R. 2002.** Foraging mode of a Madagascan iguanian lizard, *Oplurus cuvieri cuvieri*. *African Journal of Ecology*, 40 : 61-64.
- Odierna, G., Canapa, A., Andreone, F., Aprea, G., Barucca, M., Capriglione, T. & Olmo, E. 2002.** A phylogenetic analysis of Cordyliformes (Reptilia: Squamata): comparison of molecular and karyological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 23 : 37-42.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, O., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs E. & Wagner H. 2017.** vegan : Community Ecology Package. R package version 2.4-5. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan> (consulté le 13 décembre 2017)

- ONG Fanamby. 2014.** *Plan d'aménagement et de Gestion de la Nouvelle Aire Protégée Menabe Antimena.* Madagascar.
- Perry, G. 1999.** The evolution of search modes: ecological versus phylogenetic perspectives. *American Naturalist*, 153 : 98–109.
- Pianka, E. R. 1966.** Convexity, desert lizards, and spatial heterogeneity. *Ecology*, 47 : 1055-1059.
- Pietruszka, R. 1986.** Search tactics of desert lizards: how polarized are they? *Animal Behaviour*, 34 : 1742–1758.
- QGIS Development Team, 2016.** QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org/> (consulté le 11 mai 2016)
- Ramade, F. 1993.** *Dictionnaire encyclopedique de l'écologie et des sciences de l'environnement.* Ediscience international, Paris, France.
- R Core Team 2017.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche. <https://www.R-project.org/> (consulté le 28 juillet 2017)
- Raharivololona, B. M. 1996.** *Impact de l'exploitation sélective de la forêt et la variation saisonnière sur la composition de la population de rongeurs et d'insectivores dans une forêt sèche de l'Ouest de Madagascar.* Mémoire de DEA, Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar.
- Rajerison, M. V. 2016.** *Etude comparative des éléments de dynamique et d'écologie des petits mammifères terricoles dans la forêt de Kirindy CNFEREF/ Morondava.* Mémoire de DEA, Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar.
- Rajoelina, J. B. 2008.** *Analyses de l'influence des types de sol sur la couverture végétale de la forêt de Kirindy-Morondava.* Mémoire d'Ingénieur Egronome, Département des Eaux et Forêts, Ecole supérieure des sciences agronomiques, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar.
- Rakotondravony, H. 2007.** *Étude de la distribution des communautés d'amphibiens et de Reptiles à partir d'inventaires et analyses biogéographiques dans la région de Daraina.* Thèse de doctorat, Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar.
- Ramanamanjato, J.-B., McIntyre, P. B. & Nussbaum, R. A. 2002.** Reptile, amphibian and lemur diversity of the Malahelo Forest, a biogeographical transition zone in southeastern Madagascar. *Biodiversity and Conservation*, 11 : 1791-1807.

- Randriamoria, T. M. 2011.** Un premier aperçu de la diversité herpétofaunique d'un bloc forestier isolé, la forêt sèche de Beanka, dans la partie Ouest de Madagascar. *Malagasy Nature*, 5 : 75-88.
- Randrianarisoa, T. 2010.** *Etude éthoécologique de Zonosaurus laticaudatus (Gerrhosauridae) pendant la saison de pluie dans le parc national Ankarafantsika, Madagascar.* Mémoire de DEA, Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar.
- Randrianavelona, R. 2009.** *Etude écologique et éthologique sur les espèces de Zonosaurus (Gerrhosauridae) de la forêt de Kirindy C.N.F.E.R.E.F. Morondava, Menabe.* Mémoire de DEA, Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar.
- Raselimanana, A. P. 2000.** *Contribution à la systématique, à l'analyse phylogénétique et biogéographique des Gerrhosauridés malgaches.* Thèse de doctorat, Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Madagascar.
- Raselimanana, A. P. 2003.** Gerrhorosauridae, plated lizards. In *The Natural History of Madagascar*, eds. S. M. Goodman & J. P Benstead, pp 978-983. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Raselimanana, A. P. 2008.** Herpétofaune des forêts sèches malgaches. *Malagasy Nature*, 1 : 46-75.
- Raselimanana A. P. 2018.** Field observations of predation events in Malagasy amphibians and reptiles. *Herpetology Notes*, 11 : 659-662
- Raselimanana, A. P., Raxworthy, C. J. & Nussbaum, R. A., 2000.** A revision of the dwarf *Zonosaurus* Boulenger (Reptilia: Squamata: Cordylidae) from Madagascar, including descriptions of three new species. *The Natural History Museum, University of Kansas*, 18 : 1–16.
- Raselimanana, A. P., Noonan, B. P., Praveen Karanth, K., Gauthier, J. & Yoder, A. D. 2009.** Phylogeny and evolution of Malagasy plated lizards. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 50(2): 336-344.
- Raselimanana, A. P., Rakotondravony, H. & Vences, M. 2011.** *Zonosaurus laticaudatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e. T172899A6938184.
- Raxworthy, C. J. & Vences, M. 2010.** *Zonosaurus karsteni*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: eT178585A7575681.
- Razafindrakoto, G. 2006.** *Etude de la prédation chez Oplurus cuvieri cuvieri, Gray, 1831, (OPLURIDAE) et Zonosaurus laticaudatus, A. Grandidier, 1869, (GERRHOSAURIDAE) dans la station forestière d'Ampijoroa.* Mémoire de DEA, Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar.

- Razafindramanga, M. I. 1990.** *Esquisse de carte forestière en vue d'exploitation par interprétation visuelle des prises de vues satellitaires : cas de la forêt de Kirindy – Morondava.* Mémoire de DEA, Département des Eaux et Forêts, Ecole supérieure des sciences agronomiques, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar.
- Recknagel H., Elmer, K. R., Noonan B. P., Raselimanana A. P., Meyer A. & Vences M. 2013.** Multi-gene phylogeny of Madagascar's plated lizards, *Zonosaurus* and *Tracheloptychus* (Squamata: Gerrhosauridae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 69(3) : 1215-1221.
- Regal, P. J. 1978.** Behavioral differences between Reptiles and mammals: an analysis of activity and mental capabilities. In *Behavior and neurology of lizards*, eds. N. Greenberg & P. D. MacLean, pp 183-202. Department of health, Education, and Welfare, Washington, DC.
- Salt, G. W. 1967.** Predation in an experimental protozoan population (Woodruffia-Paramecium). *Ecological Monographs*, 37 : 113-144.
- Sellers, J. C. & Ragland, I. M. 1982.** Seasonal plasma T4 titers in the hibernating lizard *Cnemidophorus sexlineatus*. *General and Comparative Endocrinology*, 46(1) : 24-28.
- Sorg, J. P. & Ganzhorn, J. U. 1996.** Ecology and economy of a tropical dry forest in Madagascar. *Primate Report*, 46(1) : 57-80.
- Sorg, J. P., Ganzhorn, J. U. & Kappeler, P. M. 2008.** La recherche forestière et faunique dans la forêt de Kirindy, Centre de Formation Professionnelle Forestière de Morondava. In *Paysages naturels et biodiversité de Madagascar*, eds. S. M. Goodman, pp 595-613. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France.
- Uetz, P., Freed, P. & Hosek, J. 2018.** The Reptile Database. <http://www.reptile-database.org> (consulté le 17 septembre 2018)
- Vences, M., Müller-Jung, J., Glaw, F. & Böhme, W. 1996.** Review of the *Zonosaurus aeneus* species group, with resurrection of *Zonosaurus subunicolor* (BOETTGER 1881) (Reptilia: Squamata: Gerrhosauridae). *Senckenbergiana biologica*, 76(1/2) : 47-59.
- Vences, M., Ziegler, T., Visser, S. & Andreone, F. 1999.** New data on the zoogeography and genital morphology of the lizards *Zonosaurus brygooi* (Lang et Böhme, 1990) and *Z. aeneus* (Grandidier, 1872) from Madagascar (Reptilia Squamata Gerrhosauridae). *Tropical Zoology*, 12 : 145-155.
- Verwajen, V. & Van Damme, R. 2007.** Does foraging mode mould morphology in lacertid lizards? *Journal of Evolutionary Biology*, 20 : 1950–1961
- Verwajen, V. & Van Damme, R. 2008.** Foraging mode and its flexibility in lacertid lizards from Europe. *Journal of Herpetology*, 42(1) : 124-133.
- Vitt, L. J. 1990.** The influence of foraging mode and phylogeny on seasonality of tropical lizard reproduction. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 37 : 107-123.



- Vitt, L. J. & Congdon, J. D. 1978.** Body shape, reproductive effort, and relative clutch mass in lizards: resolution of a paradox. *American Naturalist*, 112 : 595-608.
- Wheeler, B. & Torchiano, M. 2016.** lmPerm: Permutation Tests for Linear Models. R package version 2.1.0. <https://CRAN.R-project.org/package=lmPerm> (consulté le 12 décembre 2017)
- Wymann, M. N. & Whiting, M. J. 2002.** Foraging ecology of rainbow skinks (*Mabuya margaritifera*) in Southern Africa. *Copeia*, 4 : 943-957.
- Zero, V. H, Eifler D. A. & Powell R. 2009.** Foraging behavior of the lizard *Ameiva erythrocephala*, Daudin, 1802 (Squamata: Sauria: Teiidae). *Herpetozoa*, 22(3/4) : 167-171.

## ANNEXES

**Annexe 1:** Localisation précise (précision < 10 m) de chaque site d'étude.

Bloc forestier_Site d'étude	Position sur la piste pour transect	Repère dans le quadrillage du bloc forestier	latitude	Longitude
CS7_S1	Début	A36	20°4'26,36" S	44°40'50,67" E
	Milieu	entre F36 et G36	20°4'30,54" S	44°40'49,24" E
	Fin	L36	20°4'34,37" S	44°40'48,03" E
CS7_S2	Début	entre FF04 et GG04	20°4'13,34" S	44°40'23,58" E
	Milieu	LL04	20°4'10,03" S	44°40'25,32" E
	Fin	AA04	20°4'17,29" S	44°40'22,86" E
CS7_S3	Début	G15	20°4'25,54" S	44°40'38,57" E
	Milieu	M15	20°4'29,09" S	44°40'31,04" E
	Fin	R15	20°4'32,13" S	44°40'29,78" E
CS7_S4	Début	U09	20°4'35,42" S	44°40'21,47" E
	Milieu	U14	20°4'36,53" S	44°40'24,92" E
	Fin	U19	20°4'37,67" S	44°40'29,83" E
CS7_S5	Début	P-04	20°4'26,64" S	44°40'12,35" E
	Milieu	entre P-01 et P01	20°4'28,01" S	44°40'16,45" E
	Fin	P05	20°4'31,19" S	44°40'20,15" E
CS7_S6	Début	W32	20°04'41,12" S	44°40'40,87" E
	Milieu	entre U35 et U36	20°04'41,71" S	44°40'45,61" E
	Fin	S40	20°04'42,23" S	44°40'49,36" E
N5_S1	Début	O13	20°03'11,89" S	44°39'47,92" E
	Milieu	O08	20°03'15,06" S	44°39'46,48" E
	Fin	O03	20°03'18,47" S	44°39'43,88" E
N5_S2	Début	C03	20°03'16,79" S	44°39'33,56" E
	Milieu	C-03	20°03'20,63" S	44°39'32,27" E
	Fin	C-08	20°03'24,37" S	44°39'30,80" E
N5_S3	Début	WQ23	20°02'55,96" S	44°39'22,36" E
	Milieu	WQ18	20°02'59,79" S	44°39'20,54" E
	Fin	WQ13	20°03'3,62" S	44°39'19,96" E
N5_S4	Début	B17	20°3'3,77" S	44°39'36,82" E
	Milieu	G17	20°3'5,97" S	44°39'39,59" E
	Fin	M17	20°3'7,06" S	44°39'44,85" E

**Annexe 1 (suite) : Localisation précise (précision < 10 m) de chaque site d'étude.**

N5_S5	Début	WQ01	20°3'13,78" S	44°39'18,27" E
	Milieu	WL01	20°3'14,25" S	44°39'21,61" E
	Fin	WF01	20°3'16,14" S	44°39'25,79" E
N5_S6	Début	X01	20°3'23,10" S	44°39'48,41" E
	Milieu	BB01	20°3'24,10" S	44°39'51,53" E
	Fin	FF01	20°3'24,75" S	44°39'53,62" E

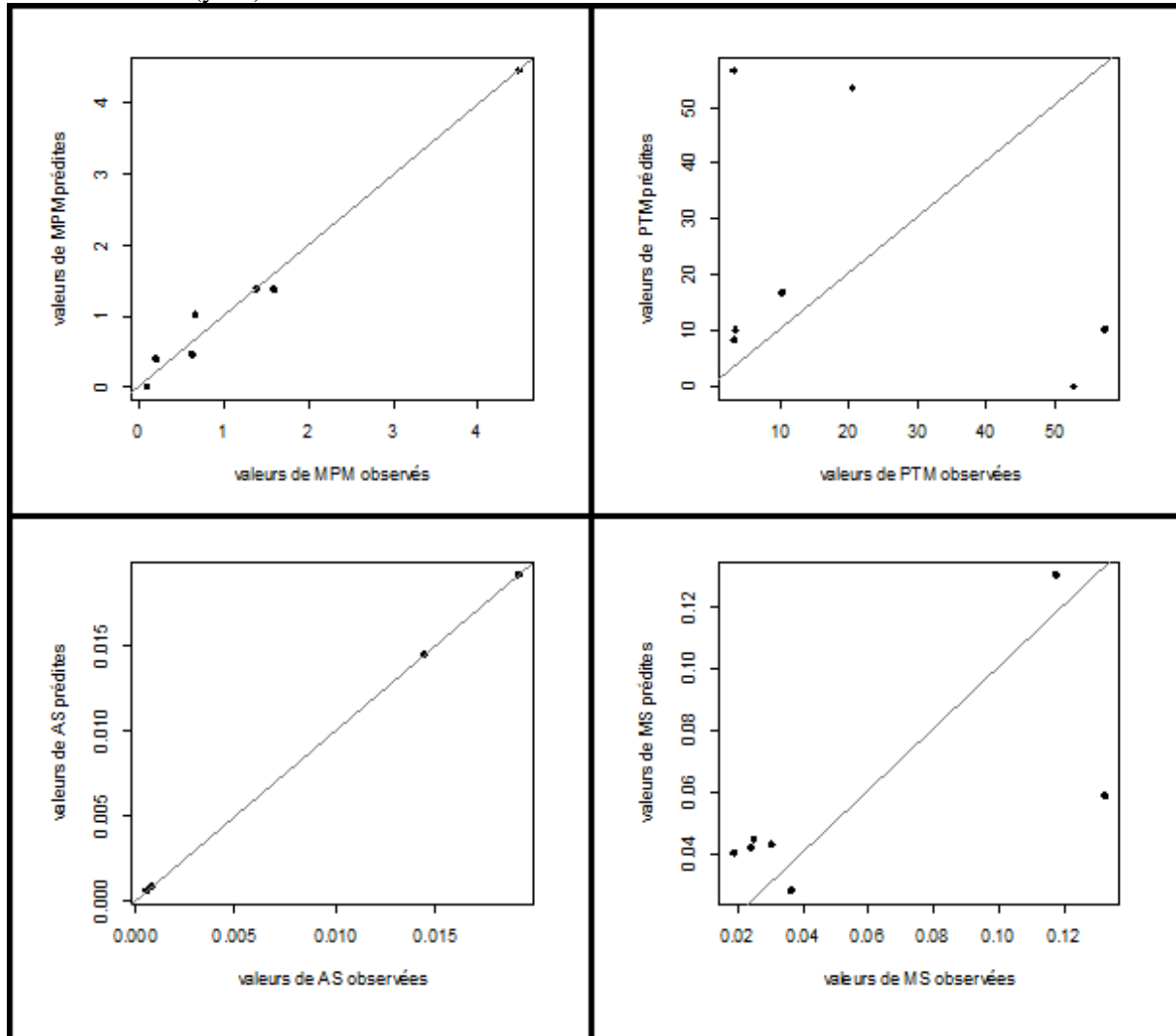
**Annexe 2:** Photos de quelques-uns des matériels utilisés : A. peinture à l'huile utilisé pour le marquage des lézards. B. thermomètre numérique utilisé pour mesurer la température de l'air. C. épaisseuse utilisée pour la capture des lézards.



**Annexe 3:** Données concernant le mode d'alimentation avec heure de début d'observation (HD), durée d'observation (Durée), espèce (SP), classe d'âge (AGE), partie du corps marquée à la peinture à l'huile rouge (Partie marqué), mouvement de déplacement par minute (MPM), pourcentage de temps dépensé pour les mouvements de déplacements (PTM), vitesse moyenne par mouvement de déplacement (MS), vitesse moyenne par observation (AS), mode d'alimentation (MA), température de l'air (TA), fréquence d'utilisation de la litière (LI), fréquence d'utilisation de bois-mort (BM), orientation du site d'étude (OR), bloc forestier (BF), numéro du site d'étude dans la zone d'étude (NSE), numéro du plot (P)

Date	HD	Durée	SP	AGE	Partie marqué	MPM	PTM	MS	AS	MA	TA	LI	BM	OR	BF	NSE	P
17/03/22	15 :23 :48	10.017	ZK	JU		0.100	3.328	0.025	0.001	P	30.2	100	0	NS	N5	S1	O11
17/03/25	15 :41 :47	6.000	ZK	AD		0.667	5.833	0.133	0.007	P		100	0	NS	CS7	S1	F36
17/03/30	14 :40 :40	3.117	ZK	AD		1.604	52.941	0.030	0.014	C	32.8	100	0	NS	N5	S2	C(-3)
17/03/31	10 :07 :02	7.217	ZK	JU		1.386	20.554	0.118		C	30.9	100	0	NS	CS7	S2	FF4
17/03/31	10 :35 :07	1.467	ZL	AD	Milieu dos	2.727	32.955	0.071	0.016	A	30.8	100	0	NS	CS7	S2	DD5
17/04/03	11 :09 :16	7.867	ZK	AD	Insertion patte postérieure gauche	0.636	10.381	0.024		P	33.2	100	0	NS	N5	S3	WQ15
17/04/09	11 :33 :09	9.817	ZK	JU		0.204	3.565	0.019	0.001	P	32.7	100	0	EO	CS7	S4	U20
17/04/12	10 :43 :43	9.400	ZL	AD		1.848	16.667	0.059	0.011	C	32.5	97.22	2,78	NS	N5	S1	
17/05/27	10 :54 :43	1.567	ZK	JU		4.468	57.447	0.036	0.019	A	34.6	100	0	EO	CS7	S4	U09

**Annexe 4:** Illustration de la correspondance entre les modèles de régression linéaire et les données chez l'espèce *Zonosaurus karsteni*. La droite qui traverse chaque graphe illustre la position des points pour lesquels les valeurs prédites sont égales aux valeurs observées ( $y = x$ ).



**Annexe 5:** Valeurs des scores des variables analysées avec l'analyse de redondance par rapport aux composantes principales. PLNB : Plantes Ligneuses Non-Buissonnantes. AI : Arbrisseaux. SB : Végétation du sous-bois. L : Lianes. DBH : "Diameter at Breast Height". M : Mort. V : vivant. AL : Allongée. I : Incliné. SP : Sur pied.

	RDA1	RDA2	PC1	PC2	PC3	PC4
Feuilles mortes	-0,08	0,15	-0,09	-0,35	0,54	0,12
Feuilles décomposées	-0,31	0,06	-0,06	-0,22	0,53	-0,04
Litières	-0,22	0,10	-0,08	-0,28	0,56	0,03
SB_V	-0,12	-0,45	-0,13	-0,45	-0,16	-0,11
L_V	-0,39	-0,21	-0,12	-0,29	-0,33	-0,21
PLNB_0<DBH<5_V	-0,42	0,41	-0,03	-0,29	0,13	-0,19
AI_0<DBH<5_V	0,15	0,17	-0,39	-0,29	0,02	0,07
PLNB_5<DBH<10_V	-0,27	-0,27	-0,27	-0,18	0,11	-0,28
AI_5<DBH<10_V	0,02	-0,03	0,67	0,13	0,08	-0,01
PLNB_DBH>10_V	-0,18	-0,14	-0,11	0,50	-0,10	0,02
AI_DBH>10_V	0,48	0,13	0,37	-0,31	0,05	0,02
PLNB_0<DBH<5_M_A	0,08	0,39	0,37	-0,27	0,27	0,15
AI_0<DBH<5_M_A	0,20	-0,42	-0,01	0,18	-0,13	-0,36
PLNB_5<DBH<10_M_A	0,38	0,02	0,36	-0,03	0,05	-0,14
PLNB_DBH>10_M_A	-0,03	-0,06	0,17	0,46	0,07	0
L_M	-0,28	-0,23	-0,17	-0,17	0,21	-0,24
PLNB_0<DBH<5_M_I	0,40	0,08	0,43	-0,36	-0,12	0,03
AI_0<DBH<5_M_I	0,13	0,30	-0,22	0,44	-0,09	-0,16
PLNB_5<DBH<10_M_I	-0,37	0,03	0,35	0,29	0,29	-0,07
AI_5<DBH<10_M_I	-0,27	0,03	0,35	0,30	0,26	0,06
PLNB_DBH>10_M_I	0,08	0,35	-0,21	0,12	-0,13	-0,11
SB_M_SP	0,18	-0,02	0,16	0,26	0,13	0,18
PLNB_0<DBH<5_M_SP	0,31	0,01	0,42	-0,37	-0,08	-0,06
AI_0<DBH<5_M_SP	-0,31	-0,03	0,36	0,39	0,15	-0,12
PLNB_5<DBH<10_M_SP	-0,28	-0,03	0,47	0,22	0,31	-0,15

**Annexe 5 (suite)** : Valeurs des scores des variables analysées avec l'analyse de redondance par rapport aux composantes principales. PLNB : Plantes Ligneuses Non-Buissonnantes. AI : Arbrisseaux. SB : Végétation du sous-bois. L : Lianes. DBH : "Diameter at Breast Height". M : Mort. V : vivant. AL : Allongée. I : Incliné. SP : Sur pied.

	RDA1	RDA2	PC1	PC2	PC3	PC4
AI_5<DBH<10_M_SP	0,45	-0,04	0,36	-0,11	0	-0,10
PLNB_DBH>10_M_SP	-0,08	0,21	0,24	-0,15	-0,04	0,42
Arachnida	-0,19	-0,42	0,17	0,27	-0,04	-0,01
Blattaria	0,07	-0,27	-0,04	-0,22	-0,01	0,57
Coleoptera	-0,32	0,24	0,05	-0,36	0,36	-0,14
Collembola	-0,30	-0,13	0,37	0,33	0,15	-0,10
Diptera	-0,56	0,06	0,24	-0,05	-0,18	0,01
Hemiptera	0,01	0,13	0,05	-0,14	-0,44	-0,06
Homoptera	-0,11	0,22	0,54	-0,18	-0,25	0
Hymenoptera	-0,44	0,18	0,13	0,08	0,39	-0,16
Larves	0,16	-0,21	0,23	-0,47	-0,06	-0,30
Lepidoptera	-0,36	0,10	0,52	0,10	-0,23	0,07
Mantodea	-0,30	0,03	0,07	-0,05	-0,52	-0,05
Myriapoda	0,02	0,23	0,44	-0,30	-0,20	-0,09
Neuroptera	-0,03	-0,30	-0,10	0,01	0,02	0,58
Orthoptera	0,06	0,36	0,48	-0,06	-0,17	0,23
Thysanoptera	0,45	-0,04	0,40	-0,16	-0,02	-0,10