

## SOMMAIRE

Remerciements.....	i
RESUME .....	iii
ABSTRACT.....	iv
INTRODUCTION .....	1
METHODOLOGIE .....	4
1.1.    Présentation de l'espèce.....	4
1.2.    Présentation du milieu d'étude .....	5
1.2.1.    Période d'étude .....	5
1.2.2.    Choix du site .....	6
1.2.3.    Site d'étude .....	6
1.3.    Analyse de la structure de la population.....	11
1.3.1.    Classes d'âge.....	11
1.3.2.    Sex-ratio.....	11
1.3.3.    Estimation de la densité .....	12
1.4.    Préférence écologique .....	15
1.4.1.    Hauteur du perchoir .....	15
1.4.2.    Type de perchoir .....	15
1.4.3.    Etat du perchoir.....	15
1.4.4.    Diamètre du perchoir .....	15
1.4.5.    Position sur le perchoir .....	15
1.4.6.    Type de plantes .....	15
1.4.7.    Type d'habitat et caractéristiques .....	16
1.5.    Traitement et analyse des données.....	17
1.5.1.    Analyse de la Variance (ANOVA) .....	17
1.5.2.    Regression linéaire : coefficient de Pearson .....	18
1.5.3.    Test du Khi-deux .....	18
1.5.4.    Test U de Mann Whitney.....	19
1.5.5.    Régression logistique .....	19
RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....	20
I.    Structure de la population .....	20
1.1.    Classe d'âge .....	20
1.2.    Sex-ratio.....	21

1.3. Densité .....	22
II. PREFERENCE ECOLOGIQUE.....	22
2.1. Hauteur du perchoir .....	22
2.2. Type de perchoir .....	25
2.3. Etat du perchoir.....	27
2.4. Diamètre du perchoir .....	28
2.5. Position du corps.....	28
2.6. Type de plantes .....	29
III. TYPE D'HABITAT PREFERE.....	30
3.1. Tapis herbacé .....	30
3.2. Canopée .....	31
3.3. Hauteur et densité de la végétation du sous-bois.....	31
DISCUSSIONS.....	33
I. Structure de la population .....	33
II. Distribution verticale .....	36
III. Préférence d'habitat.....	38
IV. Conservation et gestion de l'espèce .....	38
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS .....	40
BIBILOGRAPHIE.....	42
ANNEXES .....	I

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: <i>Calumma hilleniusi</i> : mâle (à gauche) et femelle (à droite) du Massif de l'Ankaratra .....	5
Figure 2: Localisation géographique du site d'étude .....	7
Figure 3: Diagramme ombrothermique de Gaussen pour Ambatolampy .....	9
Figure 4: Mesure de la distance perpendiculaire par rapport à la ligne de transect .....	13
Figure 5: Disposition et organisation des lignes de transects .....	14
Figure 6: Disposition des placettes le long de la ligne de transect .....	17
Figure 7: Variation de la hauteur du perchoir en fonction de la saison .....	23
Figure 8: Variation de la hauteur du perchoir en fonction de l'âge de l'individu.....	24
Figure 9: Variation de la hauteur du perchoir en fonction du sexe de l'individu.....	25
Figure 10: Variation du diamètre du perchoir en fonction des classes d'âges .....	28

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Détermination des classes d'âge en fonction de la longueur du corps chez <i>Calumma hilleniusi</i> .....	11
Tableau 2: Répartition des classes d'âge à travers les trois saisons d'étude .....	20
Tableau 3: Répartition de <i>Calumma hilleniusi</i> par sexe et par saison d'étude.....	21
Tableau 4: Densités estimées de la population pour chaque saison .....	22
Tableau 5: Variation de la fréquence d'utilisation de chaque type de perchoir pendant les saisons d'étude .....	26
Tableau 6: Fréquences d'utilisation des types de perchoir chez les mâles et les femelles .....	26
Tableau 7: Fréquence du choix de perchoir en fonction des classes d'âge .....	27
Tableau 8: Fréquence d'utilisation des deux types d'états de perchoir .....	27
Tableau 9: Variation des effectifs de caméléon en fonction des trois types de position du corps à travers les trois saisons d'étude .....	29
Tableau 10: Fréquence d'utilisation des deux types de plantes .....	29
Tableau 11: Comparaison des observations (présence/ absence) en fonction de la couverture herbacée .....	30

Tableau 12: Comparaison des observations (présence/ absence) en fonction du degré d'ouverture de la canopée .....	31
Tableau 13: Comparaison des observations (présence/ absence) en fonction de la densité du sous-bois .....	32

#### LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Dernières données climatiques de la Station Forestière de Manjakatompo.....	I
Annexe 2: Variation saisonnière de la hauteur du perchoir .....	IV
Annexe 3: Effectif de chaque classe d'âge selon la hauteur du perchoir .....	V
Annexe 4: Effectif recensé pour chaque période selon la hauteur du perchoir .....	VI
Annexe 5: Effectif de chaque sexe selon la hauteur du perchoir.....	VII
Annexe 6: Tête de <i>Calumma hilleniusi</i> du massif de l'Ankaratra.....	VIII
Annexe 7: Vue dorsale de la tête d'un individu mâle. .....	VIII

## INTRODUCTION

Face au rythme auquel disparaissent les habitats naturels sous l'effet des pressions anthropiques, un des principaux enjeux de la biodiversité est celui de la conservation. La conservation de la biodiversité malgache et de l'environnement constitue une priorité à l'échelle locale, nationale et internationale (Ganzhorn *et al.*, 1997 ; 2001 ; Meyers *et al.*, 2000 ; Mittermeier *et al.*, 2005). En effet classée parmi les huit premiers pays de biodiversité de la planète, la Grande Ile constitue l'un des endroits au monde où l'exceptionnel taux d'espèces endémiques se conjugue avec une importante perte d'habitats originels (Meyers *et al.*, 2000). Or la destruction des habitats naturels est à l'origine de la perte massive de la biodiversité, en particulier pour les espèces confinées aux écosystèmes forestiers et celles qui présentent une spécificité écologiques en terme de biotope (Allnutt *et al.*, 2008). D'après Green et Sussman (1990), la déforestation atteignait 110.000 ha par an entre 1950 et 1985 et seulement, 34% soit 3,8 millions d'hectares des forêts humides de Madagascar, estimées à l'origine à 11,2 millions d'hectares, subsistaient en 1985. Si ce rythme continue, il ne resterait que quelques îlots de forêts sur les pentes inaccessibles d'ici l'an 2020 (Glaw & Vences, 1994).

Actuellement, la connaissance et la compréhension de la biologie et de l'écologie, surtout la préférence en habitat et les exigences en termes de biotopes de la majorité des espèces restent lacunaires. Pourtant, les informations sur l'histoire naturelle sont primordiales pour la conception et la mise en œuvre d'une stratégie de gestion et de conservation durable (Kremen *et al.*, 1999).

En effet, Madagascar héberge 80 espèces de caméléons réparties dans trois genres endémiques : *Brookesia*, *Calumma* et *Furcifer*. Ces caméléons malgaches sont essentiellement confinés aux écosystèmes forestiers humides de l'Est et dans les forêts sèches caducifoliées de la partie occidentale (Raselimanana & Rakotomalala, 2003). Toutefois, les forêts pluviales des Hautes Terres du centre en abritent quelques espèces. Certaines d'entre elles y sont même endémiques comme *Calumma hilleniusi* dans le Massif de l'Ankaratra.

Toutes les espèces du genre *Calumma* y compris *C. hilleniusi*, sont principalement distribuées dans les parties Nord et Est de l'Ile et sont principalement

associées à des forêts humides (Andreone *et al.*, 2005). Aucune espèce de *Calumma* n'a été connue dans les forêts sèches occidentales (Jesu *et al.*, 1999). La grande majorité des espèces de caméléons sont confinées à des zones forestières en dessous de 1200 m d'altitude. Toutefois, il existe quelques espèces de *Calumma* qui fréquentent des milieux jusqu'à 2800 m d'altitude (Raxworthy & Nussbaum, 1996).

*Calumma hilleniusi* présente une aire de répartition restreinte puisqu'elle ne se trouve que dans le Massif d'Ankaratra (Vences *et al.*, 2002 ; Randrianantoandro *et al.*, 2010), dans celui d'Andringitra (Raxworthy & Nussbaum, 1996) et Ivohibe (Raselimanana, 1999) et probablement dans le couloir forestier entre Fandriana et Marolambo (Rakotondravony, 2001) . De plus, l'espèce est classée « En danger » selon la liste rouge de l'Union International pour la Conservation de la Nature (IUCN, 2012) et a une aire de distribution discontinue. Du fait que c'est une espèce strictement forestière, elle peut être utilisée comme un indicateur biologique pour mieux comprendre le type, la nature et l'état d'un écosystème. Par ailleurs, elle est vulnérable à la destruction de ce dernier. Ainsi, elle peut servir d'indice pour évaluer l'état de santé d'un milieu naturel.

La plupart des recherches faites sur les caméléons malagasy sont surtout basées sur des inventaires plutôt que sur leur écologie et leur conservation (Brady & Griffiths, 1999 ; Randrianantoandro *et al.*, 2010 ; Rakotondravony, 2004). Les données relatives aux comportements sexuels de ces espèces sont encore trop maigres (Pacher, 1994). Les informations sur la biologie et l'écologie demeurent encore très lacunaires et elles résultent principalement des données des élevages en captivité (Brady & Griffiths, 1999). Or, la connaissance de ces informations nous est très utile pour la conservation et la gestion durable de l'espèce.

Cette lacune d'information sur *Calumma hilleniusi* et le danger qu'elle court à cause de la dégradation et de la fragmentation de son habitat naturel alors qu'il s'agit d'une espèce à aire de répartition restreinte et sujette à une commercialisation, nous ont incité à faire cette étude qui s'intitule : « Ecologie de *Calumma hilleniusi* (Brygoo, Blanc & Domergue, 1973), espèce endémique du Massif de l'Ankaratra : Préférence en habitat et perchoir ».

Notre but est de construire un fond de données sur la préférence en habitat et perchoir de *Calumma hilleniusi* afin de fournir les éléments scientifiques nécessaires dans la promotion de l'élaboration d'une stratégie et d'un plan d'action pour la

conservation et la gestion durable de cette espèce. Pour atteindre ce but, les objectifs spécifiques ci-après ont été fixés :

- Définir la distribution spatio-temporelle de l'espèce ;
- Evaluer et analyser la variation de la densité, du sex-ratio, de la classe d'âge de la population de l'espèce au cours de trois différentes saisons ;
- Etudier le type, l'état, la hauteur et le diamètre du perchoir ;
- Etudier la position de l'animal sur le perchoir ; et
- Etudier le type de plante et d'habitat fréquentés avec ses caractéristiques.

Le présent document comporte quatre parties. La première est consacrée à la description de la méthodologie adoptée. Elle est suivie de la deuxième qui penche sur la présentation des résultats avec les interprétations. La troisième partie est réservée à la discussion. La conclusion avec les recommandations clôtureront l'ouvrage.

## METHODOLOGIE

### 1.1. Présentation de l'espèce

*Calumma hilleniusi* était considérée autrefois comme étant une sous-espèce de *Calumma brevicorne* (Brygoo, 1978). Elle s'en différencie par la couleur et par la taille (Pollak & Pietschmann, 2002). En effet la longueur museau-cloaque pour le mâle ne dépasse pas 15,1 cm et 14,4 cm pour la femelle. La tête se caractérise par la présence de lobes occipitaux qui sont petits et séparés au niveau de l'occiput par une encoche. Ces lobes occipitaux portent de grandes écailles. La crête latérale, se prolongeant par la crête orbitaire, est bien marquée. La crête temporale est nette. En arrière, au niveau de la séparation des deux lobes occipitaux, le crâne se termine par une partie tronquée qui s'oppose à la pointe. En avant, l'appendice rostral est souvent de couleur rouge et est particulièrement évident chez les mâles (Annexe 6). La crête gulaire est réduite et ne porte que six cônes agrandis, les écailles temporales sont petites. Sur le corps existe une crête dorsale qui est composée de nombreuses écailles coniques, larges, espacées et s'étendant au moins du cou à la moitié de la longueur de la queue. Il n'y a pas de crête ventrale.

La coloration varie du gris brunâtre et vert moussu à un blanc cassé avec des bandes latérales claires, et peut aussi afficher des teintes plus claires telles que le bleu, le rouge, et le jaune, en particulier chez les mâles. La femelle est plus terne.

Concernant la reproduction, les informations disponibles sont issues des données des élevages en captivité. Les femelles pondent six à huit œufs et la durée de l'incubation varie entre trois à 12 mois (Pollak & Pietschmann, 2002). L'activité sexuelle en captivité prend apparemment place à chaque fois qu'un mâle et une femelle sont mis ensemble dans un terrarium. Le mâle prend un accoutrement d'amour bien défini. Le casque prend une coloration vive, rouge et bleu, alors que le reste du corps est d'un mélange de vert et de jaune. Une interruption instantanée de la parade nuptiale effectuée par le mâle peut arriver en cas d'un refus d'accouplement de la part de la femelle. Dans le cas contraire, le mâle peut approcher la femelle et l'accouplement a lieu. Après 40 jours, la femelle pond entre six à huit œufs qu'elle dépose dans un nid venant d'être creusé dans la terre. Des femelles collectées dans la nature entre les mois

de janvier et février portaient 10 œufs (Vences et al., 2002). Cela suppose que la période de reproduction s'étale entre deux mois pendant la saison de pluie.

*Calumma hilleniusi* est une espèce solitaire. Elle est arboricole, forestière et fréquente surtout les sous bois (broussailles), les lianes et les arbres. Elle se nourrit de criquets et des papillons de nuit (Handle & Heincke, 1996). Son aire de répartition comprend la forêt humide de haute altitude entre 1550 m et 2550 m (Raxworthy & Nussbaum, 1996). Des recherches supplémentaires sont cependant nécessaires pour confirmer l'identité des populations en dehors du massif de l'Ankaratra afin de pouvoir délimiter l'aire de distribution exacte de cette espèce connue comme endémique dans le massif (Vences et al., 2002).

*Calumma hilleniusi* est classée dans l'Annexe II de la CITES. La législation nationale malgache classe cette espèce dans la Catégorie I, Classe II. Donc, elle peut être exportée. Toutefois, l'exportation est suspendue depuis 1995, à cause du manque d'information permettant de déterminer si l'espèce pourrait supporter ou non des collectes.

Elle est classée « En Danger » selon la Liste Rouge de L'UICN à cause de la restriction de sa zone d'occurrence, au déclin continu de son habitat et à la fragmentation de sa population (IUCN, 2012).



Figure 1: *Calumma hilleniusi*: mâle (à gauche) et femelle (à droite) du massif de l'Ankaratra. (Photos prises par Andriantsimanarilafy en 2008).

## 1.2. Présentation du milieu d'étude

### 1.2.1. Période d'étude

L'étude s'est effectuée en trois périodes. La première s'est déroulée au début de la saison de pluie du 21 au 31 octobre 2009. La seconde visite s'est passée en pleine période de pluie du neuf au 27 janvier 2010. Enfin, la dernière descente s'est effectuée

en hiver, du 18 au 30 mai 2010. Ceci est dans le but d'étudier la variation saisonnière des paramètres biologiques et écologiques de *Calumma hilleniusi*.

### **1.2.2. Choix du site**

Comme le Massif de l'Ankaratra s'avère être l'endroit où on a pu trouver *Calumma hilleniusi* pour la première fois, il a été choisi pour mener la présente étude. Par ailleurs, ce massif figure parmi les sites prioritaires pour la conservation de la biodiversité. Il présente une importante diversité biologique et un magnifique et hétérogène paysage écologique caractérisé par des montagnes, des cascades et de nombreux cours d'eau qui y prennent naissance. De plus, le massif de l'Ankaratra est un site historique et a une valeur sociale importante pour les indigènes. Il constitue aussi un lieu de récréation pour les touristes grâce à sa richesse biologique et à la présence des lieux à vue panoramique.

### **1.2.3. Site d'étude**

#### **1.2.3.1. Localisation géographique**

Situé à 68 km au Sud Ouest de la Capitale, le Massif de l'Ankaratra s'étend sur une centaine de kilomètres entre Arivonimamo et Antsirabe et couvre près de 3000 km<sup>2</sup> (Figure 2). Il est compris entre 1200 m (à Imerintsatosika) à 2643 m (au mont Tsiafajavona) d'altitude. Notre étude s'est basée dans la forêt Ambohimirandrana située à 28 km de la ville d'Ambatolampy, Commune rurale de Tsiafajavona Ankaratra, District d'Ambatolampy, Région Vakinankaratra, ex-province d'Antananarivo. Les recherches sont menées dans un rayon de 17 km du point de référence dont les coordonnées géographiques sont S 19°20'08,9'' et E 047°14'41,0'' et avec une altitude de 2223 m au dessus du niveau de la mer.



Figure 2: Localisation géographique du site d'étude (carte élaborée à l'aide des bases de données de l' Foibe Taotsaritanin'i Madagaskara, (modifiée par Radafiarimanana, 2013).

### 1.2.3.2. Climat

Le grand massif montagneux de l'Ankaratra est soumis à un climat tropical d'altitude, caractérisé par la présence de trois saisons bien distinctes (Donque, 1975), à savoir :

- une saison froide et sèche qui s'étend de mai en août où le mois le plus froid correspond au mois de juillet avec une moyenne mensuelle de 12,2 °C ;
- une saison chaude et sèche de septembre à octobre où le mois le plus chaud et le plus sec correspond au mois d'octobre avec une température moyenne de 15,9 °C ;
- une saison chaude et pluvieuse de novembre à avril. Le mois de mars est le mois le plus pluvieux avec une précipitation de 348,2 mm, tandis que janvier et février sont les mois les plus chauds avec une température moyenne mensuelle de 18,2 °C.

D'après les données recueillies entre 1952 à 1980 dans la Station Forestière de Manjakatombo (Direction Générale de la Météorologie d'Ampandrianomby, 1993), la précipitation annuelle moyenne est supérieure à 2000 mm. C'est une pluie bien répartie, ce qui rend la saison sèche peu marquée. Les températures moyennes annuelles sont de l'ordre de 15 °C. Les températures les plus basses varient entre 5 et 10 °C en hiver. Les gelées nocturnes sont fréquentes. L'évapotranspiration potentielle est plus faible et la saison humide dure sept mois.

Le diagramme ombrothermique de GausSEN présentée dans la Figure 3 permet d'identifier les mois secs tout au long de l'année. En effet la période sèche correspond aux mois durant lesquels la courbe de précipitation est au dessous de la courbe de température.

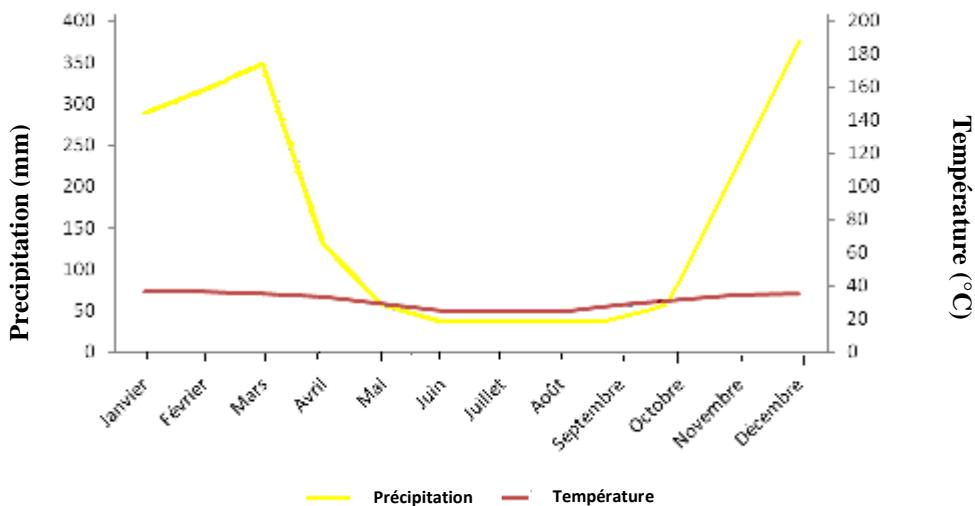


Figure 3: Diagramme ombrothermique de Gaußen pour Ambatolampy (source : Direction Générale de la Météorologie, Ampandrianomby).

D'après ce diagramme, il y a cinq mois secs, du mois de mai au mois de septembre (saison sèche et froide) et sept mois pluvieux, du mois d'octobre au mois d'avril (saison chaude et humide). L'humidité moyenne mensuelle varie de 73% à 85%. Le mois le plus humide est le mois de mars avec une humidité moyenne qui s'élève à 85% et le mois le plus sec est le mois d'octobre avec un taux d'humidité moyenne égale à 73%.

#### 1.2.3.3. Sols

Les sols sont d'origine volcanique, de couleur noire et sont fertiles et du type ferralitique noire (Besairie, 1974). La déficience de certains éléments chimiques est compensée par la haute teneur en matière organique ou en azote contenue dans l'horizon de surface (Carte pédologique de Madagascar(RIQUIER) SIG / ONE).

#### 1.2.3.4. Hydrographie

La position géographique du Massif de l'Ankaratra par rapport à la ligne de partage des eaux de la Grande Ile fait que presque tous ses cours d'eau sont tributaires des fleuves débouchant dans le canal de Mozambique. Toutefois, il y a quelques fleuves qui ont pris source de ce massif comme l'Onive, et qui se déverse dans l'océan Indien. Deux versants se font remarquer dont le bassin de Manjakatompo et celui de Behenjy, arrosé par la rivière d'Andromba qui débouche dans l'Ikopa ; et le bassin de

Tsiafajavona, d'Antsampandrano et de Tsinjoarivo traversés par la rivière d'Onive qui rejoint la Mangoro, en prenant le nom de Ranomintina (Chaperon, 1993).

#### 1.2.3.5. Végétation

La végétation du Massif est de type humide, elle est sempervirente et présente une canopée fermée et une structure à plusieurs strates (Moat & Smith, 2007). Elle est représentée par quelques vestiges de forêts pluviales des Hautes Terres Centrales. Elle couvre principalement les versants Est du Massif. La forêt aux alentours des tombes royales sacrées à Nosiarivo-Tankaratra, est composée presque exclusivement d'une seule espèce, le *Weinmannia bojeriana* (Cunoniaceae) (Goodman *et al.*, 1996). C'est une formation dense, à canopée semi ouverte avec des grands arbres émergeants pouvant atteindre plus de 7 m de hauteur. L'humidité atmosphérique quasi permanente est marquée par l'abondance des mousses, des lichens et des épiphytes comme les orchidées qui couvrent les troncs et les branches des arbres. Le tapis herbacé est peu abondant.

La station comprend aussi une forêt de reboisement de 2300 ha composée principalement de pin comme *Pinus kesyia* (Sapindaceae) associés à des *Eucalyptus* (Myrtaceae) et *Acacia* (Leguminosae). Le reste est dominé par une savane qui s'étend sur 5320 ha environ.

Les formations buissonnantes, regroupant divers types de végétations, sont principalement constituées par de fourrés sclérophylles éricoides typiques des hautes montagnes (Humbert, 1965). Le vestige de la forêt tropicale humide est en grande partie concentré dans la Station Forestière de Manjakatompo qui contient aussi de grandes plantations de pin.

En altitude, approximativement au dessus de 2000 m, les forêts sont remplacées par une prairie associée par endroit à des formations ligneuses en particulier sur les pentes le long des ruisseaux. La savane, associée à des mosaïques de formation buissonnante, occupe le reste du Massif. Elle est d'origine anthropogénique.

#### 1.2.3.6. Faune

Le Massif de l'Ankaratra abrite 15 espèces d'amphibiens et 12 espèces de reptiles (Vences *et al.*, 2002). Cependant, parmi ces espèces, deux grenouilles, *Boophis williamsi* et *Mantidactylus pauliani*, et un reptile, *Lygodactylus mirabilis*, y sont

endémiques (Andreone *et al.*, 2007). Ce massif sert aussi d'abri pour 38 espèces d'oiseaux et pour cinq espèces de mammifères.

### 1.3. Analyse de la structure de la population

L'analyse de la structure de la population dans les différents milieux nous permet de recueillir des informations sur la préférence en habitat de l'espèce cible. Ainsi, la classe d'âge, le sex-ratio et la densité ont été évalués au cours de chaque descente. L'analyse de ces paramètres permet d'évaluer leurs variations en fonction de la saison.

#### 1.3.1. Classes d'âge

Trois classes d'âge dont juvénile, subadulte et adulte sont considérées dans cette étude. La détermination des classes d'âge est basée sur les caractères sexuels secondaires et la taille de l'animal. Le mâle adulte se différencie de la femelle par sa couleur et par le développement des hemipénis qui forment une protubérance à la base de la queue. Les études morphométriques concernent : (1) ; la longueur de la tête plus le corps (L) c'est à dire entre l'extrémité du museau et le cloaque, et (2) ; la longueur de la queue (Q) représentant la distance entre l'orifice cloacal et le bout de la queue.

Le tableau 1 suivant montre le système de classification suivant les mensurations des individus associées au caractère sexuel secondaire.

Tableau 1: classification des âges des caméléons en fonction de la longueur du corps.

Age	Juvénile	Subadulte	Adulte
Caractère sexuel secondaire	Non visible	Vérifiable mais non visible	Bien développés et visibles
Longueur museau-cloaque	25 mm < L < 53 mm	53 mm < L < 59 mm	59 mm < L < 80 mm

#### 1.3.2. Sex-ratio

Il détermine le rapport entre le nombre d'individus mâles et celui des individus femelles. *Calumma hilleniusi* présente un dimorphisme sexuel (Klaver & Böhme, 1997). Les mâles se distinguent des femelles par la présence d'un appendice rostral. Par

ailleurs, chez les mâles adultes, la base de la queue est renflée à cause du développement des deux hemipénis. Les mâles ont une coloration claire alors que les femelles sont plus ternes. La distinction entre le mâle et la femelle est relativement difficile chez les juvéniles car les organes sexuels ne sont pas encore bien développés. Aussi, pour éviter la confusion, les juvéniles et les subadultes ne sont pas pris en compte lors de l'évaluation du sex-ratio. Il est à noter que l'identification du sexe de l'animal s'effectue dès le recensement de l'individu.

### 1.3.3. Estimation de la densité

#### 1.3.3.1. Echantillonnage par distance ou « *distance sampling* »

Cette technique d'échantillonnage est considérée comme la plus appropriée pour l'estimation de la densité d'une population (Buckland *et al.*, 1993). C'est une méthode fiable et rapide pour la comparaison temporelle et spatiale des densités des populations de caméléons (Jenkins *et al.*, 1999 ; Rakotondravony, 2004 ; Randrianantoandro *et al.*, 2010). Elle consiste à des échantillonnages sur ligne de transect ou à des points de comptage. Dans la présente étude, nous avons adopté la première option.

L'application de la technique est basée sur quatre suppositions. D'abord, les lignes de transect sont arbitrairement placées suivant la zone de distribution des caméléons. Ensuite, les caméléons sur la ligne, y compris ceux qui perchent à une certaine hauteur au dessus de la tête sont tous répertoriés. Puis, ces caméléons sont identifiés à leur position initiale avant qu'un mouvement ne soit effectué suite à la perturbation par l'observateur. Enfin, les distances perpendiculaires entre les caméléons et la ligne sont mesurées d'une manière exacte (Figure 4).

La manipulation de cette technique est beaucoup plus facile dans le cas présent, car l'observation s'effectue la nuit, durant laquelle les caméléons restent immobiles sur leur perchoir.

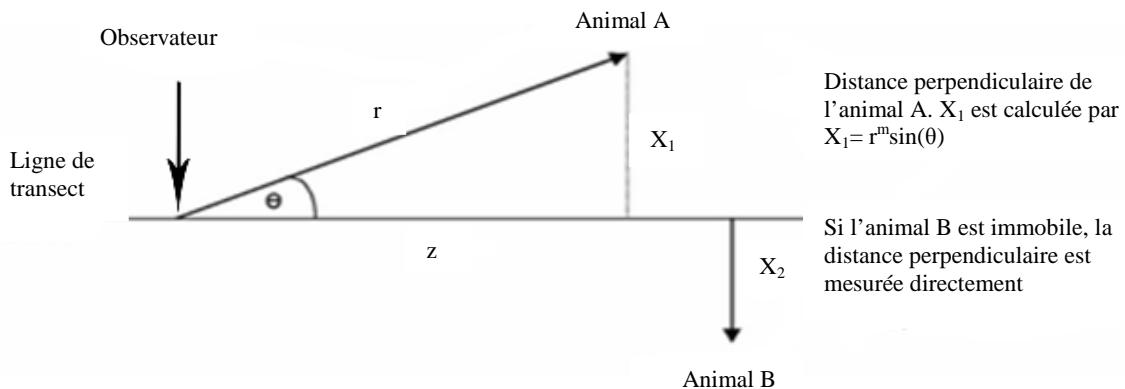


Figure 4: Mesure de la distance perpendiculaire par rapport à la ligne de transect.

#### 1.3.3.2. Technique de recensement

L'échantillonnage s'effectue en deux étapes. La mise en place des lignes de transect s'effectue d'abord avant de procéder ensuite aux recensements par observation directe.

##### *Mise en place des lignes de transect*

Il y a deux types de transect : le transect piste et le transect forestier.

Le transect piste a été établi après une reconnaissance au préalable du milieu en fonction de la présence fréquente de l'espèce. Il est formé d'une ligne de 450 m de long. En principe, cette ligne est subdivisée en trois sections de 150 m de long chacune (Figure 5).

Le transect forestier qui est de 150 m de long est composé de trois lignes de sections de 50 m chacune. Un transect est subdivisé en segment car le terrain ne permettait pas d'avoir une ligne de 150 m. Ces trois lignes sont établies dans un habitat homogène et sont séparées entre elles de 20 m de long (Brady *et al.*, 1996 ; Jenkins *et al.*, 1999 ; Rakotondravony, 2004 ; Randrianantoandro *et al.*, 2010).

La première ligne de transect est celle située la plus proche du campement. L'emplacement des lignes à gauche ou à droite du transect piste a été choisi de façon aléatoire à l'aide d'une pièce de monnaie (pile ou face). Il en est de même pour la direction (orientation). Ainsi, une branche lancée et tombée sur le sol est choisie pour indiquer la direction en utilisant une boussole.

Au total, nous avons établi sept lignes de transect. Ce qui nous donne 21 lignes de section. La disposition et le nombre des lignes de part et d'autre de la piste principale varient suivant l'accessibilité et la topographie.

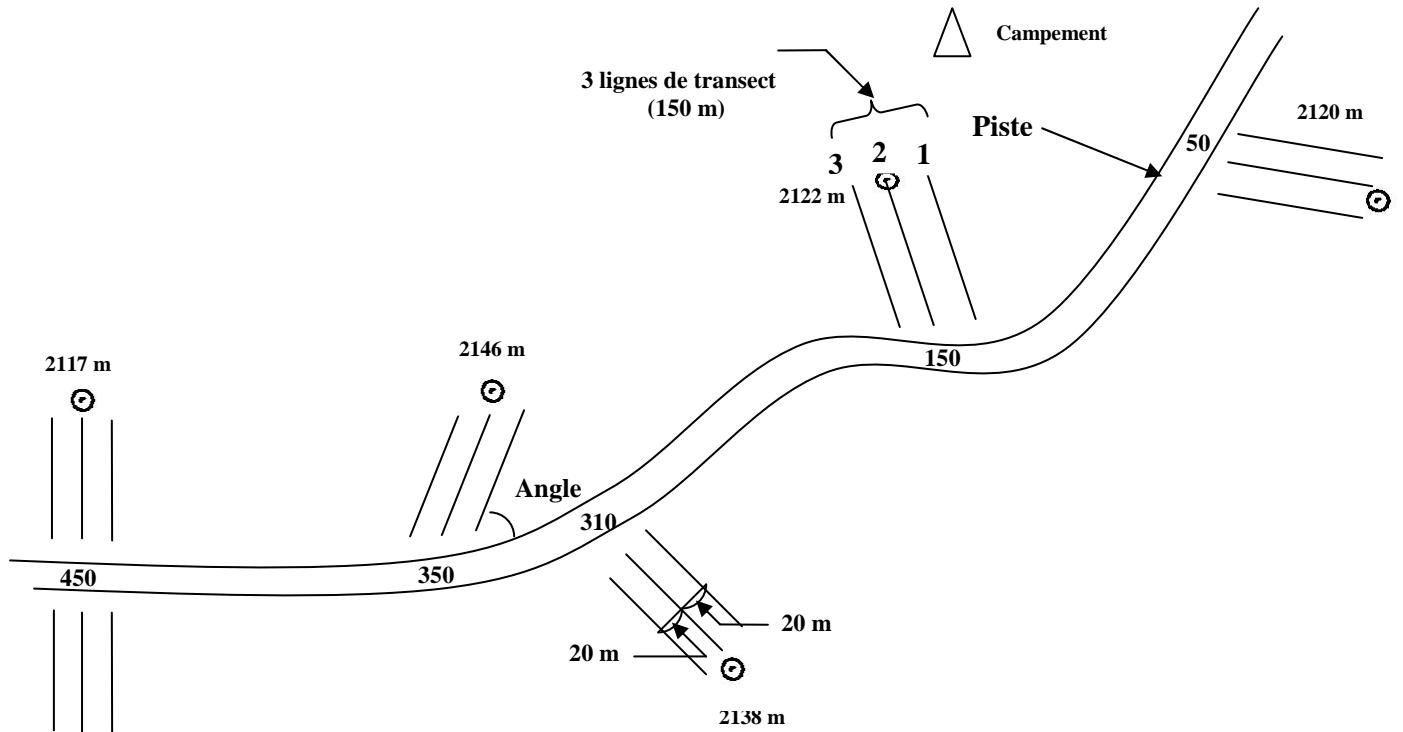


Figure 5: Disposition et organisation des lignes de transects.

#### *Le recensement par observation directe*

Les caméléons sont répertoriés la nuit sur leurs perchoirs en utilisant des lampes frontales. Le recensement a eu lieu 24 heures après la mise en place de la ligne afin de réduire les effets probables de perturbation. Ainsi, un transect sera visité le lendemain soir de sa mise en place. Deux personnes assurent l'inspection en se déplaçant simultanément tout au long du transect. Chacun s'occupe un seul côté, gauche ou droit pour le comptage en scrutant minutieusement les feuilles, branches et lianes depuis le niveau du sous-bois jusqu'à la canopée pour détecter les caméléons. Chaque ligne a été visitée une fois à chaque descente.

## **1.4. Préférence écologique**

### **1.4.1. Hauteur du perchoir**

Au cours de chaque observation, la hauteur du perchoir est mesurée à l'aide d'un mètre à ruban et le diamètre du support à l'aide d'un pied à coulisse pour étudier la préférence écologique de l'espèce. Pour la mensuration de la hauteur du perchoir, nous avons mesuré la hauteur du centre du corps de l'animal par rapport au sol. Chaque individu répertorié est récolté après ces mensurations et il est mis dans un pochon avec un numéro individuel. Tous les échantillons sont ramenés au campement pour la mensuration du corps. Pour les individus qui se perchent plus haut, la hauteur de leurs perchoirs a été évaluée de façon approximative.

### **1.4.2. Type de perchoir**

Sur les plantes, chaque individu utilise la tige ou la feuille pour se percher. Dans cette étude le type de perchoir le plus fréquenté est considéré comme le perchoir préféré de l'espèce.

### **1.4.3. Etat du perchoir**

L'animal utilise de la tige ou de la feuille comme perchoir. L'étude de préférence a été faite en déterminant l'état du perchoir. En effet, le perchoir peut être à l'état mort ou vif.

### **1.4.4. Diamètre du perchoir**

L'étude de la préférence en taille du support est basée sur le diamètre de ce dernier. La mensuration de chaque support a été faite au moment du recensement à l'aide d'un pied à coulisse.

### **1.4.5. Position sur le perchoir**

Tous les individus adoptent différentes positions sur leurs perchoirs. L'étude de ce paramètre a été faite par observation directe lors des visites nocturnes.

### **1.4.6. Type de plantes**

*Calumma hilleniusi* utilise plusieurs types de plantes comme perchoir. La préférence aux espèces de plante servant comme perchoir est déterminée par

l'identification du type de plantes ; des plantes ligneuses ou des plantes herbacées La détermination des noms vernaculaires des plantes a été faite le lendemain du recensement avec l'aide des guides.

#### **1.4.7. Types d'habitat et caractéristiques**

L'étude de l'habitat s'effectue le lendemain du recensement. Deux placettes de 5 m de côté sont installées au niveau de chaque ligne, ce qui donne six placettes au total pour un transect (Figure 6). L'une des deux placettes est établie dans un endroit où il n'y a aucune rencontre d'individu, et l'autre là où il y en avait au moins un relevé.

Au niveau de chaque placette, le degré d'ouverture de la canopée ainsi que la hauteur de la canopée sont directement estimés à l'œil. Le taux de couverture du sol par la litière, est évalué par l'estimation du pourcentage du sol nu.

Pour l'évaluation de la hauteur de la couverture végétale, on utilise la méthode d'échenilloir de Gautier (Gautier & Chatelain, 1994). Lors de cette détermination, lorsqu'une plante ou une partie d'une plante touche le bâton de repérage, on marque la présence de plante. Pour cette étude, l'échenilloir est subdivisé en quatre niveaux : [0 m - 0,25 m], [0,25 m - 0,50 m], [0,50 m - 0,75 m] et [0,75 m - 1 m] (Voir annexe 5). Deux lignes perpendiculaires sont placées à l'intérieur d'une placette de 5 m de côté, on déplace le bâton de repérage tous les 0,50 m le long des deux lignes.

Par ailleurs pour l'identification et l'évaluation de pressions et de menaces, le nombre de troncs d'arbres coupés et/ou brûlés et autres qui sont spécifiques à chaque milieu d'étude sont prélevés.

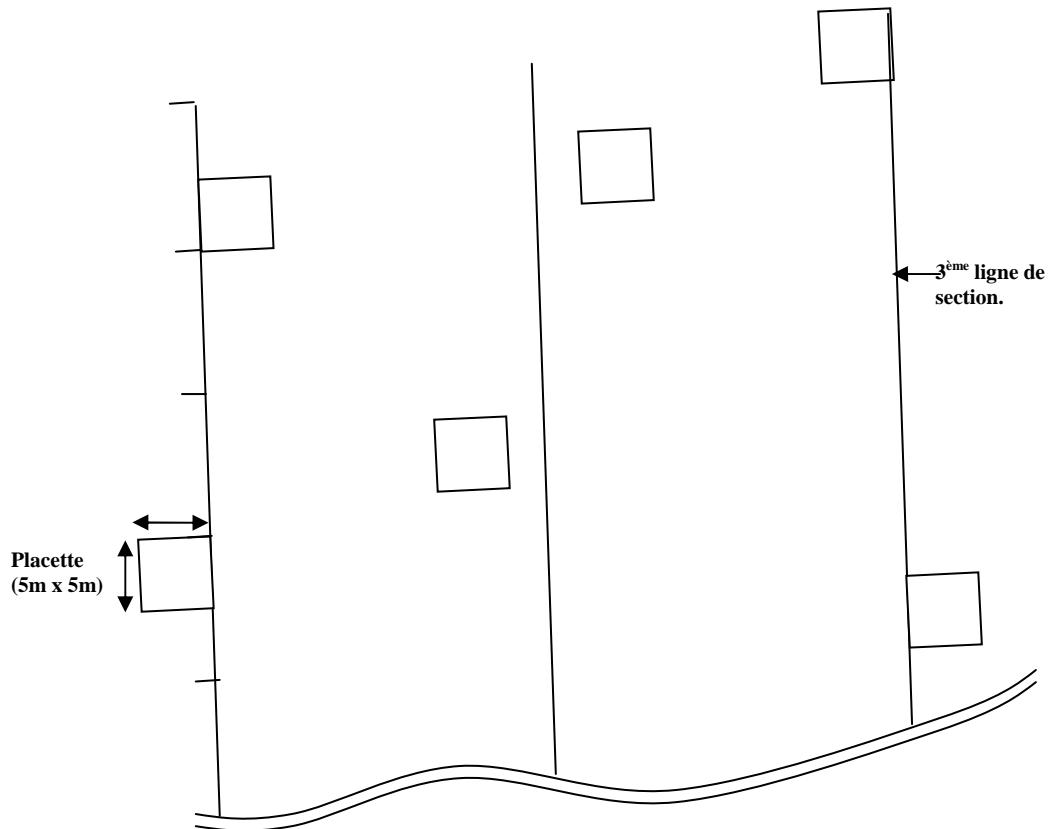


Figure 6: Disposition des placettes le long de la ligne de transect

## 1.5. Traitement et analyse des données

Afin de déterminer le type de test approprié pour évaluer la conformité des hypothèses, il nous faut procéder d'abord au test de normalité. Le test de Kolmogorov-Smirnov a été effectué pour étudier la distribution des valeurs autour de la moyenne (Dytham, 2003). La distribution est normale lorsque ces valeurs se répartissent d'une manière symétrique autour de la moyenne. Dans ce cas, les tests paramétriques sont appropriés pour les analyses des données. Dans le cas contraire, il est nécessaire de faire appel aux tests non paramétriques (Dytham, 2003).

### 1.5.1. Analyse de la Variance (ANOVA)

L'ANOVA simple est un test paramétrique qui a été utilisé pour comparer deux échantillons indépendants (Dytham, 2003). Il sert à connaître si une variable dépendante est en relation avec une ou plusieurs variables indépendantes.

Le test est utilisé dans la présente étude pour comparer les données d'observations relatives aux hauteurs du perchoir recueillies pendant les saisons

d'études sur le terrain. Il permet de voir les variances des variables pendant les trois descentes.

Nous avons utilisé ce test pour confirmer ou infirmer l'hypothèse nulle selon laquelle la densité de la population est homogène quelque soit la saison.

### **1.5.2. Regression linéaire : coefficient de Pearson**

La régression linéaire a pour but de tester les données selon lesquelles un ou plusieurs facteurs déterminent la variable dépendante (Dytham, 2003). Dans cette étude nous avons utilisé ce test pour confirmer ou non les hypothèses suivantes :

**H0<sub>1</sub> : La hauteur du perchoir reste identique quelque soit la classe d'âge ;**

**H0<sub>2</sub> : Le choix de la hauteur du perchoir ne varie pas en fonction du sexe de l'individu ;**

**H0<sub>3</sub> : La hauteur du perchoir reste identique quelque soit la saison.**

### **1.5.3. Test du Khideux**

Le test du Khi-deux ( $\chi^2$ ) est un test adéquat pour savoir la relation entre deux variables qualitatives discrètes (Dytham, 2003). Il consiste alors à comparer la valeur de  $\chi^2$  calculé ( $\chi^2_{\text{cal.}}$ ) avec la valeur observée sur la table du Khi-deux ( $\chi^2_{\text{obs.}}$ ) pour un degré de liberté (ddl) égal à  $y = (k-1)(r-1)$ . Où  $k$  : nombre de lignes et  $r$  : nombre de colonnes.

La valeur de  $\chi^2_{\text{obs.}}$  est la valeur lue sur la table correspondant au seuil de signification  $p$  considérée ( $p = 0,05$ ). Lorsque la probabilité  $p$  est inférieure ou égale à 0,05, alors la différence est significative, l'hypothèse nulle,  $H_0$  est alors rejetée. Dans le cas contraire, la différence n'est pas significative,  $H_0$  est retenue. La différence observée n'est alors que l'effet du hasard.

Dans le cas où la valeur de  $\chi^2$  ne figure pas sur la table du  $\chi^2$  pour un degré de liberté donné, alors, lorsque  $\chi^2_{\text{obs.}}$  lue sur la table pour la probabilité  $p$  la plus faible de la table est inférieure à celle de  $\chi^2_{\text{cal.}}$ , la différence est significative. Donc,  $H_0$  est rejetée. Dans le cas inverse où  $\chi^2_{\text{obs.}}$  est supérieure à  $\chi^2_{\text{cal.}}$ , alors il n'y a pas de différence significative,  $H_0$  est ainsi retenue.

Nous avons utilisé ce test pour confirmer ou infirmer les hypothèses selon lesquelles :

**H0<sub>1</sub> : La structure d'âge de la population reste homogène quelque soit la saison ;**

**H0<sub>2</sub> : Le sex ratio de la population reste constant quelque soit la saison ;**

**H0<sub>3</sub> : Le diamètre du perchoir ne varie pas en fonction des classes d'âges ;**

**H0<sub>4</sub> : La position de l'animal sur son perchoir n'est pas influencée par la saison.**

#### **1.5.4. Test U de Mann Whitney**

C'est un test non paramétrique. Ce test est approprié pour comparer les moyennes des données d'observations concernant le support fréquenté par l'animal (Dytham, 2003). En effet, nos données ne suivent pas les lois normales d'où elles n'exigent pas des conditions plus particulières.

Afin d'avoir une idée concernant la préférence de ce caméléon quant aux types de perchoir qui peuvent être la feuille ou la tige, les hypothèses suivantes ont été émises :

$H_01$  : le type de perchoir utilisé ne varie pas en fonction de la classe d'âge de l'individu ;

$H_02$  : le choix du type de perchoir ne varie pas en fonction du sexe de l'individu ;

$H_03$  : le choix du type de perchoir ne varie pas en fonction de la saison ;

$H_04$  : le choix du perchoir est au hasard sans aucune préférence particulière de son état ;

$H_05$  : il n'y a aucune préférence particulière pour le type de plante utilisé comme perchoir.

#### **1.5.5. Régression logistique**

La régression binaire logistique permet d'analyser une variable dépendante catégorique et dichotomique comme la présence et l'absence. Cette régression a pour but de tester les données selon lesquelles un ou plusieurs facteurs déterminent la variable dépendante. Cette variable a été codée 0 et 1 avec 0 désigne absence d'individu et 1 désigne présence d'individu. La régression logistique binaire fait analyser un par un les facteurs qui peuvent influencer la variable dépendante. Dans cette étude, nous avons pris en compte 3 facteurs, à savoir:

- 1<sup>er</sup> facteur : couverture du tapis herbacé ;
- 2<sup>ème</sup> facteur : ouverture de la canopée ;
- 3<sup>ème</sup> facteur : hauteur et densité de la végétation.

## RESULTATS ET INTERPRETATIONS

### I. Structure de la population

#### 1.1. Classe d'âge

La structure de la classe d'âge des individus de *Calumma hilleniusi* recensés durant ce travail est montrée dans le tableau 2 suivant.

Tableau 2: Structure de la classe d'âge des individus de *Calumma hilleniusi* lors de cette étude.

Période	Nombre			Nombre total d'individus
	juvéniles	subadultes	Adultes	
Début de saison chaude et humide	19	10	38	67
Saison chaude et humide	0	12	51	63
Saison froide et sèche	36	4	19	59
Total	55	26	108	189

Dans ce tableau 108 soit 57,14% parmi les 189 individus sont tous des adultes. Ce sont les individus subadultes qui sont les moins représentés avec seulement 26 individus soit 13% du nombre total d'individus recensés durant toute l'étude.

Nous pouvons constater que le nombre d'individus par classe d'âge varie d'une saison à l'autre. Aucun juvénile n'a été recensé pendant la saison chaude et humide, alors qu'en saison froide cette classe d'âge est la plus dominante. Tandis que pour les individus adultes, ils dominent durant la saison chaude. L'analyse statistique a montré une différence significative ( $X^2_{\text{calculé}} = 63,09$  ;  $X^2_{\text{table}} = 13,27$ ;  $ddl = 4$ ;  $p = 0,01$ ), quant à

cette variation de la structure de la classe d'âge en fonction de la saison. Nous pouvons dire donc que la structure d'âge de la population varie suivant la saison.

## 1.2. Sex-ratio

Le tableau 3 nous montre la répartition des individus par sexe et par saison

Tableau 3: Répartition de *Calumma hilleniusi* par sexe et par saison d'étude.

Période	Effectif		Nombre total d'individus
	femelles	mâles	
Début de saison chaude et humide (%)	30 (78,94)	8 (21,06)	38 (35,18)
Saison chaude et humide (%)	38 (74,50)	13 (25,50)	51 (47,22)
Saison froide et sèche (%)	13 (68,42)	6 (31,58)	19 (17,60)
Total (%)	81 (75)	27 (25)	108 (100)

D'après ce tableau, le nombre des femelles est largement supérieur à celui des mâles pour toutes les saisons. Au total, 81 sur 108 individus soit 75% du nombre total des individus adultes sont des femelles.

Durant les trois périodes d'études effectuées, les sex-ratios sont respectivement 0,26 (8 mâles contre 30 femelles) ; 0,34 (13 mâles contre 38 femelles) et 0,46 (6 mâles contre 13 femelles). En effet, dans cette population de *Calumma hilleniusi* sur le massif de l'Ankaratra, il y a une dominance des individus femelles. Toutefois, ce test statistique n'a pas montré une différence ( $X^2 = 0,75$  ;  $ddl = 2$  ;  $p = 0,7$ ) entre ces valeurs du sex-ratio. En effet, le sex-ratio reste constant quelque soit la saison.

### 1.3. Densité

Le tableau 4 suivant récapitule les densités estimées de la population au cours des trois visites:

Tableau 4: Densités estimées de la population pour chaque saison.

Période	D (/ha)	% C.V	d.d.l	95% I.C
Début de saison chaude et humide	77,1	12,93	11,85	58,2 – 102,2
Saison chaude et humide	48,3	18,40	25,86	33,2 – 70,3
Saison froide et sèche	55,6	29,06	7,79	28,7 – 107,6

Où

D : Densité ;

C.V : coefficient de variation ;

I.C : intervalle de confiance à 95 %

et d.d.l : degré de liberté.

D'après ce tableau, il y a une fluctuation de la densité de la population de *Calumma hilleniusi* au cours de ces trois saisons. Elle est plus élevée au début de la saison de pluie, suivie vraisemblablement d'un déclin en pleine saison de pluie. Une reprise de croissance semble avoir lieu au cours de la saison froide. Le test a d'ailleurs montré une différence significative ( $X^2 = 448,32$  ;  $ddl = 2$  ;  $p < 0,0001$ ), quant à la variation de la densité suivant la saison. Les densités de la population ne sont pas alors homogènes.

## II. PREFERENCE ECOLOGIQUE

### 2.1. Hauteur du perchoir

La distribution spatiale sur le plan vertical des individus de *Calumma hilleniusi* s'étend depuis la strate herbacée c'est-à-dire à 0,11 m jusqu'à environ 7 m de hauteur. Chaque individu a un perchoir bien défini pour se reposer et dormir pendant la nuit. Autrement dit, il n'y a pas utilisation d'un même perchoir pour deux ou plusieurs individus.

#### ▣ Variation saisonnière

La figure suivante illustre la variation de la hauteur du perchoir en fonction de la saison dont les données brutes sont présentées dans l'annexe 2.

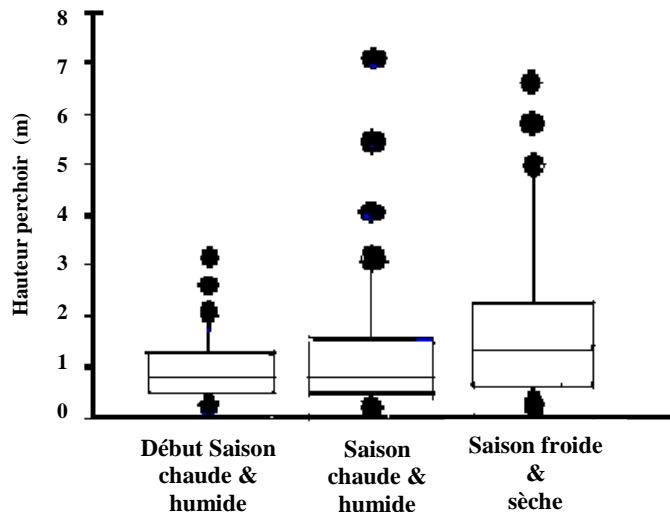


Figure 7: Variation de la hauteur du perchoir en fonction de la saison.

Les moyennes des hauteurs de perchoirs, qui sont respectivement 0,99 m (début saison chaude et humide), 1,28 m (saison chaude et humide) et 1,99 m (saison froide et sèche), ne se différencient pas trop d'une saison à l'autre selon cette figure. Pourtant le test nous montre qu'il y a une différence significative entre ces valeurs ( $R^2 = 0,495$  ;  $p < 0,0001$ ). L'hypothèse nulle est alors rejetée. Par conséquent, c'est l'hypothèse alternative stipulant une variation de la hauteur de perchoir en fonction de la saison, qui semble être la plus tangible. L'analyse statistique de la variance de la hauteur du perchoir suivant les saisons a montré qu'il y a une différence significative entre ces valeurs ( $F = 18$  ;  $p < 0,0001$ ). Autrement dit, *Calumma hilleniusi* choisit son perchoir en fonction de la saison.

#### ▣ Variation en fonction des classes d'âge

Concernant la variation de cette hauteur de perchoir en fonction de l'âge de l'individu, les données brutes sont présentées dans l'annexe 3. La figure ci-après nous la décrit :

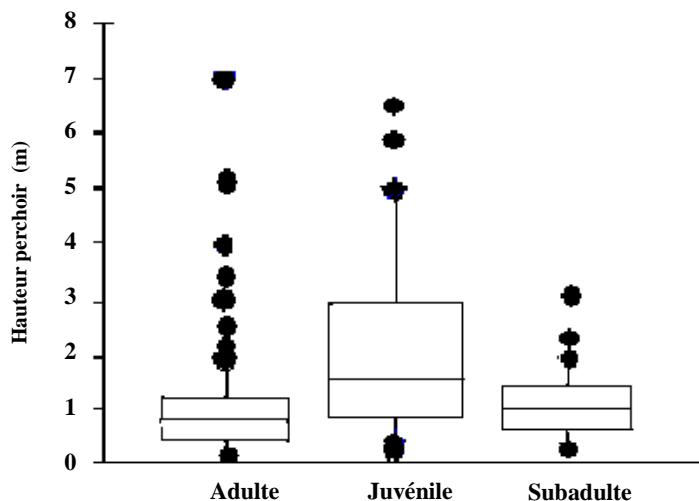


Figure 8: Variation de la hauteur du perchoir en fonction de l'âge de l'individu

En regardant cette figure nous pouvons constater que les juvéniles se perchent plus haut par rapport aux autres suivis par les subadultes. Les adultes occupent plutôt le niveau inférieur. Par ailleurs, les moyennes de la hauteur du perchoir pour les trois classes d'âge sont différentes, 2,20 m pour les juvéniles, 1,26 m pour les subadultes et 1,06 m pour les adultes. Le résultat du test statistique ( $R^2 = 0,463$ ,  $p = 0,0230$ ), montre une différence significative de ces moyennes. L'hypothèse nulle stipulant que la hauteur de perchoir reste identique quelque soit la classe d'âge de l'individu est rejetée. Le test statistique de la variance de la hauteur de perchoir en fonction de l'âge des individus a montré une différence significative des valeurs ( $F = 27$  ;  $p < 0,0001$ ). En effet, la hauteur du perchoir varie suivant l'âge de l'animal.

#### ➊ Variation en fonction du sexe

En ce qui concerne le sexe de l'animal et la hauteur de perchoir, la distribution est montrée par la figure 9 suivante.

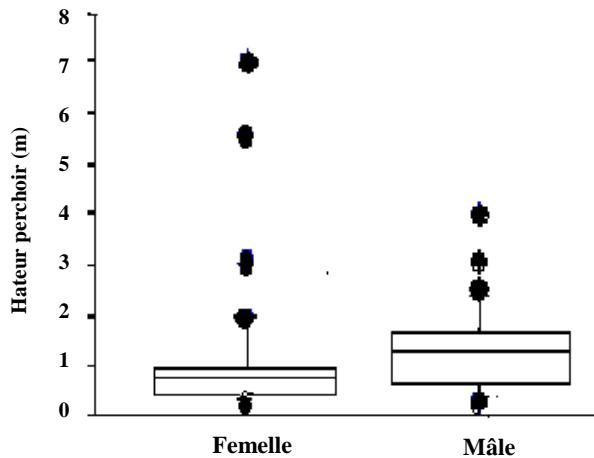


Figure 9: Variation de la hauteur du perchoir en fonction du sexe de l'individu.

La moyenne de la hauteur de perchoir des individus femelles égale à 0,97 m est inférieure à celle des individus mâles dont la valeur est 1,30 m. La figure 9 ci-dessus nous illustre ces valeurs (données brutes : Annexe 4). La différence de ces valeurs est significative d'après le test statistique ( $R^2 = 0,872, p = 0,0254$ ). L'hypothèse nulle est ainsi rejetée. Autrement dit la hauteur du perchoir varie en fonction du sexe de l'individu. Par contre, le test de la variance de la hauteur du perchoir en fonction du sexe nous montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les valeurs ( $F = 2 ; p = 0,14$ ). Autrement dit le choix de la hauteur du perchoir n'est pas en fonction du sexe de l'individu si on regarde la variance de celle-ci.

## 2.2. Type de perchoir

*Calumma hilleniusi* se sert soit de la tige soit de la feuille des plantes pour se percher. Pendant le recensement, 175 individus parmi les 189 répertoriés, soit 92,5% se sont perchés sur les tiges. Seul 14 individus, soit 7,5% des effectifs totaux, qui ont utilisé les feuilles comme perchoir. D'après le test, la différence est significative ( $U = 9,00 ; p = 0,04$ ). L'hypothèse nulle stipulant l'inexistence de variation pour le choix du type de perchoir chez la population de *Calumma hilleniusi* est alors rejetée. Ainsi, il y a une préférence quant au type de perchoir utilisé, il s'agit de la tige.

### ■ Variation du type de perchoir

Les données sur la fréquence d'utilisation de ces deux types de support durant les différentes saisons sont récapitulées dans le tableau ci-après.

Tableau 5: Fréquence d'utilisation de chaque support chaque saison.

Période	Type de perchoir	
	Tige	Feuille
Début de saison chaude et humide	63	4
Saison chaude et humide	60	3
Saison froide et sèche	52	7
Total	175	14

Selon le tableau 5 ci-dessus il paraît que quelque soit la saison, la population de *Calumma hilleniusi* préfère les tiges comme perchoir. Le test a montré qu'il n'y a pas une différence significative entre les saisons ( $U = 1,00, p = 0,25$ ). Alors, il n'y a pas une variation saisonnière au niveau du choix du type de perchoir.

#### ■ Variation du type de perchoir selon le sexe

Le choix du type de perchoir varie-t-il suivant le sexe ? Le tableau 6 nous illustre les données récapitulatives de la fréquence d'utilisation de perchoir des deux sexes.

Tableau 6: Fréquence d'utilisation de chaque support chez les deux sexes.

Type de perchoir	Sexe	
	Mâle	Femelle
tige	26	77
feuille	1	4

D'après ce tableau, nous pouvons constater que les deux sexes préfèrent utiliser la tige comme perchoir, 26 contre 1 chez le mâle et 77 contre 4 chez la femelle. La différence n'est pas statistiquement significative ( $U = 1,00, p = 0,31$ ). Autrement dit, le choix du type de perchoir ne dépend pas du sexe.

➊ Variation du type de perchoir en fonction des classes d'âge

Le tableau ci-après nous montre la répartition du type de support utilisé suivant la classe d'âge de *Calumma hilleniusi*.

Tableau 7: Fréquence du choix de perchoir en fonction des classes d'âge.

Type de perchoir	Classe d'âge		
	Adulte	Subadulte	Juvénile
tige	103	23	49
feuille	5	3	6

D'après ce tableau 7 l'utilisation de la tige comme perchoir est plus fréquente pour les différentes classes d'âge chez *Calumma hilleniusi*. Toutefois, le test a montré que la différence n'est pas significative ( $U = 503,00$  ;  $p = 0,22$ ) pour le choix de perchoir en fonction de l'âge de l'individu. Ainsi, le choix de perchoir ne dépend pas de la classe d'âge de l'individu.

### 2.3. Etat du perchoir

Pendant notre investigation nous avons pu voir que des individus ont été répertoriés aussi bien sur des perchoirs morts que sur des perchoirs vivants. Le tableau suivant nous montre la fréquence d'utilisation de ces deux types de perchoir.

Tableau 8: Fréquence d'utilisation des deux types d'états de perchoir.

Etat de perchoir	Effectif	Pourcentage %
vivant	110	58,2
mort	79	41,8
Total	189	100

Parmi les 189 individus répertoriés, 110 individus, soit 58,2%, ont choisi se percher sur des perchoirs à l'état vivant et 79 individus soit 41,8% de la population ont utilisé des perchoirs morts. Le test a confirmé qu'il n'y a pas de différence significative entre ces deux valeurs ( $U = 94,50$  ;  $p = 0,10$ ) ce qui nous permet de dire que *Calumma hilleniusi* choisit au hasard son perchoir sans aucune préférence particulière pour l'état de ce dernier, mort ou vivant.

#### 2.4. Diamètre du perchoir

La figure ci-dessous nous montre la variation du diamètre du perchoir en fonction des classes d'âge des individus recensés dans la forêt d'Ambohimirandrana.

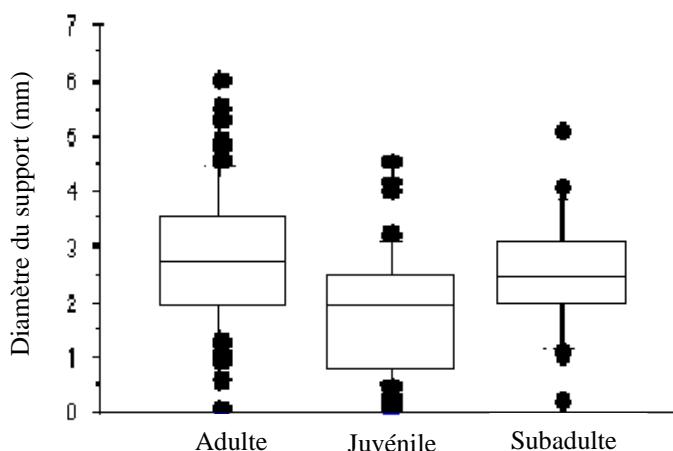


Figure 10: Variation du diamètre du perchoir en fonction des classes d'âges.

D'après la figure ci-dessus, nous pouvons constater que le diamètre des perchoirs où s'accrochent les juvéniles est inférieur à ceux des subadultes et adultes. En effet, en moyenne, les valeurs sont respectivement 2,83 mm pour les adultes, 2,50 mm pour les subadultes et 1,82 mm pour les juvéniles. Le test nous montre que cette différence est significative ( $X^2 = 14,6$  ;  $ddl = 2$  ;  $p = 0,006$ ). L'hypothèse nulle est donc rejetée. On peut dire donc que le diamètre du perchoir varie en fonction de la classe d'âge des individus.

#### 2.5. Position du corps

Trois types de positions sur le perchoir ont été constatés chez *Calumma hilleniusi* à savoir : position horizontale, position inclinée et position verticale. Le tableau 9 récapitule les résultats des observations sur le terrain.

Tableau 9: Distribution numérique de chaque position du corps pour chaque saison.

Saison	Position		
	Verticale	Inclinée	Horizontale
Debut saison chaude et humide	14	28	25
Saison chaude et humide	17	19	27
Saison froide et sèche	25	6	28
Total	56	53	80

D'une manière générale, la position horizontale est la plus adoptée suivie par la position verticale. Les différences observées au niveau de la fréquence de ces diverses positions du corps selon la saison ne sont pas statistiquement significatives ( $X^2 = 3$  ;  $ddl = 2$ ,  $p = 0,26$ ). La position de l'animal sur son support n'est pas alors influencée par la saison.

## 2.6. Type de plantes

Pendant notre étude nous avons pu voir que des individus ont été répertoriés aussi bien sur des plantes ligneuses que sur des plantes herbacées. Le tableau suivant nous montre la fréquence d'utilisation pour ces deux types de plantes.

Tableau 10: Fréquence d'utilisation des deux types de plantes.

Type de plantes	Effectif	Pourcentage %
ligneuse	183	96,8
herbacée	6	3,2
Total	189	100

Parmi les 189 individus répertoriés, 186 individus, soit 96,8%, ont choisi se percher sur des plantes ligneuses et 6 individus soit 3,2% de la population ont utilisé des

plantes herbacées. Le test a confirmé qu'il y a une différence significative entre ces deux valeurs ( $U = 94,50$  ;  $p = 0,001$ ). L'hypothèse nulle stipulant l'inexistence de préférence en type de plante utilisé comme perchoir est rejetée. Autrement dit, *Calumma hilleniusi* préfère les plantes ligneuses comme perchoir.

### III. TYPE D'HABITAT PREFERE

Pour l'étude de l'habitat, 97 placettes ont été placées dont 46 dans des endroits où on a pu recenser des individus et 51 placettes dans ceux où il n'y en avait pas.

#### 3.1. Tapis herbacé

L'étude du tapis herbacé s'est basée sur l'estimation de la couverture végétale. Le tableau ci-dessous récapitule les données sur la couverture herbacée du lieu de notre investigation.

Tableau 11: Données sur la moyenne de la couverture herbacée de la forêt d'Ambohimirandrana.

Placette	Présence	
	0	1
Couverture herbacée (%)	41,45	41,40

Où 0 : désigne placette sans animal observé ;

1 : désigne placette avec animal observé.

Selon le tableau ci-dessus, la couverture herbacée des endroits avec animaux ne se diffère pas trop de celle des endroits où il n'y avait pas d'animaux. Le test statistique nous montre qu'il n'y a pas de différence significative de couverture du tapis herbacé du sol entre les deux endroits ( $R^2 = 0,019$  ;  $p = 0,441$ ). Le taux de recouvrement du sol par ce tapis herbacé est relativement uniforme dans le Massif de l'Ankaratra. De ce fait, il nous est difficile d'évaluer l'importance de la couverture herbacée du sol pour *Calumma hilleniusi*.

### 3.2. Canopée

L'ouverture de la canopée forestière d'Ambohimirandrana varie de 0% à 100%. Le tableau ci-dessous nous montre la moyenne du taux d'ouverture de la canopée entre les endroits avec et sans animaux.

Tableau 12: Moyenne de l'ouverture de la canopée de la forêt d'Ambohimirandrana.

Placette	Présence	
	0	1
Ouverture de la canopée (%)	54,07	56,18

Où 0 : désigne placette sans animal observé ;

1 : désigne placette avec animal observé.

Ce tableau nous montre que la moyenne de l'ouverture de la canopée de l'endroit avec animal se rapproche de celle de l'endroit sans animal. D'après le test statistique, il n'y a pas de différence significative entre les différents taux d'ouverture de la canopée entre les endroits pourvu ou non de *Calumma hilleniusi* ( $R^2 = 0,056$  ;  $p = 0,955$ ). Nous pouvons dire donc que la présence ou non d'un individu à un endroit ne dépend pas de l'ouverture de la canopée. Il n'y a pas de relation entre les deux paramètres.

### 3.3. Hauteur et densité de la végétation du sous-bois

Comme on a vu auparavant l'étude nous montre que la végétation du sous bois de la forêt d'Ambohimirandrana est classée en quatre catégories selon sa hauteur. Le tableau ci-après nous présente les valeurs moyennes de la densité du sous-bois dans les placettes avec ou sans animal observé.

tableau 13: Valeurs moyennes de la densité du sous-bois.

Présence	Densité de la végétation (/m <sup>2</sup> )			
	h< 0,25 m	h< 0,50 m	h< 0,75 m	h< 1 m
0	10,96	2,63	1,54	1,25
1	10,93	2,07	1,28	1

Où h : hauteur de la plante ;

0 : désigne placette sans animal observé ;

1 : désigne placette avec animal observé.

Le tableau 13 nous montre que la couverture du sous bois de la forêt est presque homogène. D'après les analyses statistiques, la densité de la végétation ayant une hauteur inférieure à 0,25 m ne présente pas de différence significative entre les deux types d'endroits ( $R^2 = 0,002, p = 0,943$ ). De même pour la densité de la végétation dont la hauteur est comprise entre 0,25 m et 0,50 m ( $R^2 = 0,027, p = 0,421$ ), entre 0,50 m et 0,75 m ( $R^2 = 0,041, p = 0,986$ ), entre 0,75 m et 1 m ( $R^2 = 0,025, p = 0,447$ ) la différence n'est pas significative entre l'endroit avec ou sans animal. On peut dire donc que la présence ou l'absence des animaux n'est pas influencée par la densité de la végétation du sous bois quelque soit la hauteur de cette dernière.

## DISCUSSIONS

### I. Structure de la population

La meilleure période d'étude pour l'herpétofaune malgache se situe entre le mois d'octobre et le mois de janvier (Raxworthy, 1988). Il paraît que la population de *Calumma hilleniusi* dans le Massif de l'Ankaratra est présente tout au long de l'année. Le rythme de la reproduction s'étale vraisemblablement sur plusieurs mois. Le nombre des individus adultes et celui des juvéniles ne sont jamais identiques. Cela pourrait signifier que l'entrée en activité de ces deux stades, même s'il existe quelques chevauchements, n'est pas synchrone. La diminution du nombre des individus adultes recensés durant la saison froide suggère une hibernation de cette espèce. Toutefois, aucune étude de son cycle biologique complète n'a encore été effectuée. Des études plus approfondies dans ce domaine s'avèrent nécessaires pour élucider la situation. De plus, les espèces sont reconnues par un taux de mortalité élevé (Parcher, 1974) notamment pendant la saison froide (Rabearivony, 1999). En outre, l'apparition de nombreux adultes avant le début de la saison de pluie signifie apparemment un réveil pour des activités biologiques. Il se pourrait que *Calumma hilleniusi* fait partie des espèces qui ont un cycle biologique court (Karsten *et al.*, 2008). La connaissance du cycle biologique de cette espèce constitue une étape cruciale aussi bien pour la science que pour la gestion durable de cette espèce.

La connaissance de la variation des classes d'âge suivant la saison permet de mieux comprendre le cycle de reproduction de l'espèce. Il n'y a que des individus subadultes et adultes lors de l'échantillonnage du mois de janvier qui tombe en pleine saison chaude et humide. De plus, les adultes reproducteurs prédominent durant cette saison. En effet, la végétation est plus abondante pendant la saison chaude et humide, ce qui entraîne l'augmentation de la densité des insectes qui servent de nourriture à l'espèce, la compétition intraspécifique est amoindrie et toutes ces conditions sont favorables à la reproduction. Ce qui signifie que cette saison chaude et humide correspond à la saison de reproduction de l'espèce comme Glaw et Vences l'ont dit en 1996. Par ailleurs, la raréfaction remarquable du nombre des individus adultes durant la saison froide et sèche suggèrerait que l'espèce hiberne pendant cette période. En effet, quand la température extérieure baisse, les reptiles entrent dans un état de torpeur et

d'engourdissement et ils cherchent un habitat plus adapté pour passer l'hiver. Ce sont les juvéniles qui prédominent pendant la saison froide et sèche. En fait, les juvéniles sont plus résistants aux dures conditions de cette période car ils ont encore beaucoup d'énergie. Toutefois, il n'est pas encore possible de définir avec certitude à quel moment il y a eu éclosion des œufs du fait qu'on n'a pas pu recenser des nouveaux éclos.

La population de *Calumma hilleniusi* montre un sex-ratio en faveur des femelles (effectif des femelles > effectif des mâles). Elle ressemble donc à la population de *Calumma* au Vatoharanana (Jenkins et al., 1999). Dans cette étude, les sex-ratios ne varient pas significativement d'une saison à l'autre. La répartition des mâles et des femelles dans une population de *C. hilleniusi* est alors plus ou moins uniforme. Du point de vue biologique, il semble alors que la période d'activité des deux sexes est synchrone toute l'année. Cela pourrait être aussi assimilé à une formation de vrai couple pendant la période de reproduction. De plus nous avons pu fréquemment observer la présence d'un mâle à proximité d'une femelle.

Nous avons opté la technique de « *distance sampling* » pour évaluer la densité de la population de *Calumma hilleniusi* de la forêt d'Ambohimirandrana. La technique de « *distance sampling* » est très favorable pour déterminer la densité des caméléons pendant une étude à très courte durée c'est-à-dire pendant quelques semaines seulement. Des études antérieures, (Jenkins et al., 1999 ; Brady & Griffiths, 2003 ; Jenkins et al., 2003 ; Andreone et al., 2005) nous ont montré que la méthode « *distance sampling* » est idéale pour un étude continue de la population de caméléons afin de mettre en pratique la gestion de la conservation.

A Madagascar, l'abondance des caméléons varie en fonction du type de végétation, du niveau de la perturbation de l'habitat, ainsi que de la structure de la forêt (Jenkins et al., 2003). La taille d'une population animale est en relation directe avec les conditions écologiques du milieu. Dans un habitat qui lui est favorable, une espèce se développe normalement et il y aura une prolifération des individus conformément à la capacité de charge du milieu. Dans cette étude la densité de la population de *Calumma hilleniusi* du massif de l'Ankaratra varie d'une saison à une autre. Cet effet de la saison pourrait être la cause de la forte abondance de cette espèce en été. En effet, elle est plus importante en octobre. Le temps est beau et approprié pour l'investigation. La stratification est plus exposée rendant facile le repérage des individus. La nourriture est

abondante durant cette saison. La végétation est dense et permet à l'espèce de se camoufler facilement des prédateurs. En fait, le caméléon est abondant durant cette saison. De plus, *Calumma hilleniusi* pourrait avoir une forte capacité d'adaptation aux intempéries. Ce n'est qu'au mois de janvier qu'elle est en baisse. Cet état peut être dû à cause de l'abondance de pluie qui rend l'investigation un peu difficile surtout lors des observations nocturnes. Le mois de mai présente une faible densité. En hiver, le brouillard gagne le terrain, ce qui donne un effet désavantageux aux investigateurs lors des observations nocturnes. De plus pendant l'hiver, les caméléons vont se percher au niveau de la canopée pour leur thermorégulation (Brady *et al.*, 1996) ce qui pourrait expliquer en partie la chute de la densité de *Calumma hilleniusi* pendant cette saison. En plus, ce niveau de perchoir les rend plus vulnérables et plus visibles aux prédateurs. La diminution du nombre d'individus adultes nous indique qu'il y a une possibilité que *Calumma hilleniusi* s'hiberne. Cela pourrait faire baisser les chances d'observation des individus. La densité estimée peut refléter la réalité sur la taille de la population mais peut être aussi sous estimée à cause de ce problème de détection.

Notre étude était effectuée entre 2114 m et 2146 m d'altitude. Par rapport à l'étude faite en 2009 dans le massif de l'Ankaratra à une altitude de 2102 m à 2408 m (Randrianantoandro *et al.*, 2010) durant laquelle la densité de *Calumma hilleniusi* était de 19,7 individus/ha, l'effectif que nous avons pu échantillonner est largement supérieur. La forte densité dans les forêts humides dans les hautes altitudes peut être expliquée par la faible compétition interspécifique à cause de la faible richesse spécifique de l'endroit par rapport a ceux qui se trouvent dans les basses altitudes (Brady & Griffiths, 1999). En effet, aucune autre espèce de caméléon n'a été recensée durant notre étude. Il se pourrait alors que les autres espèces ne supportent pas les conditions du milieu où *Calumma hilleniusi*, du point de vue territorialité, exclut la présence d'autres caméléons dans son domaine vital.

Notons que dans la littérature, on rencontre des cas où certaines espèces de caméléons sont plus nombreuses pendant la période d'hiver que pendant l'été. C'est le cas par exemple de deux espèces de *Calumma* dans le Parc National de Ranomafana (Brady, 1994). En effet, pour le *Calumma brevicorne*, ils ont pu observer 0,39 individu/ha en période hivernale contre 0 individu/ha en période estivale, dans le site de Vatoharanana ; pour *Calumma nasutum*, ils ont pu observer 0,39 individu/ha à 2,06

individus/ha en période hivernale contre respectivement 0 individu/ha en période estivale dans ce même site.

## II. Distribution verticale

Les individus de la population de *Calumma hilleniusi* se répartissent dans une grande variété de places depuis 0,10 m presque sur le sol jusqu'à environ 7 m environ de hauteur. Les individus qui se perchent à une hauteur inférieure à 1 m pourraient souffrir à cause des perturbations de leur habitat en occupant la végétation herbacée.

Les modes d'utilisation des microhabitats sont différents selon le type d'habitat et les climats. Ce phénomène se traduit par le choix du support et la hauteur préférentielle du perchoir pour chaque individu.

La hauteur du dortoir est de 3 m en moyenne. La préférence d'une hauteur plus élevée des juvéniles est probablement pour mieux se protéger contre les intempéries et les prédateurs (taille petite, facilement dissimulable parmi les feuilles). C'est aussi à ce niveau que le diamètre du support est facile à saisir fermement pour ces juvéniles. Raxworthy (1991) suggère que choisir un mince perchoir est une manière efficace pour éviter les prédateurs car ces derniers sont incapables d'y aller. Il faut noter que ces jeunes caméléons n'ont pas besoin de grimper à partir de la base de la plante où le diamètre est large mais ils utilisent celles ayant des tiges plus fines se trouvant à proximité pour monter jusqu'au niveau du perchoir préféré. La hauteur du perchoir des mâles est supérieure à celle des femelles. Ceci est dû à la robustesse des mâles leur permettant de grimper plus haut ou aussi à l'organisation sociale de l'espèce. De plus les femelles choisissent des perchoirs plus bas pour ne pas être trop loin de l'endroit pour la ponte. Outre l'utilisation comme du perchoir, ces plantes font aussi office d'un abri pour se protéger contre la sévérité des conditions écologiques. *Calumma hilleniusi* préfère le niveau inférieur pour le perchoir pendant la saison chaude et humide afin de mieux se protéger contre la pluie et pour se mettre à l'abri de la brume et du vent glacial. Elle pourrait être aussi une manière de se défendre contre les prédateurs surtout pour les adultes qui prédominent pendant cette saison.

Selon les résultats des tests, nous pouvons dire que le choix de la hauteur du perchoir dépend de plusieurs facteurs tels que la taille de l'individu, sans oublier la saison.

Les critères de choix de la hauteur du perchoir chez *Calumma hilleniusi* seraient surtout d'ordre biologique et climatique. La sélection d'emplacement pour dormir est en rapport avec les conditions de l'environnement (Christian *et al.*, 1984), la thermorégulation (Ramírez-Bautista & Benabib, 2001), la morphologie de l'espèce (Losos & Sinervo, 1989), et à l'action d'éviter le prédateur (Clark & Gillingham, 1990; Di Bitetti *et al.*, 2000; Shew *et al.*, 2002), le confort (Di Bitetti *et al.*, 2000), et l'organisation sociale (Rasoloharijaona *et al.*, 2003).

En général, la tige est la plus utilisée comme support par rapport aux feuilles quelque soit la saison. Ceci pourrait être expliqué par le fait que la tige peut supporter le poids de l'animal et est aussi utilisée pour éviter l'exposition de l'animal aux prédateurs. En effet, l'animal peut se cacher sous les feuilles. D'une manière générale, le support vivant est le plus préféré. En fait, la nourriture y est abondante car beaucoup d'insectes y vivent. De plus, la sécurité de l'animal contre les prédateurs y est assurée grâce à l'abondance des feuilles qui le dissimulent. Elles servent aussi, de supports pour grimper ou pour boire, elles assainissent l'air et participent au maintien de l'hygrométrie du milieu.

Les doigts et les orteils de *Calumma hilleniusi*, comme chez tous les autres caméléons, formant deux paquets inégaux, constituent une adaptation parfaite à l'arboricolisme. La queue participe quelque fois également à la prise. Le choix du support utilisé comme perchoir dépend alors du diamètre que l'animal peut tenir fermement pour une meilleure prise. Le diamètre du support doit être proportionnel à la circonférence que peuvent former les doigts et les orteils.

La position horizontale est la plus adoptée chez *Calumma hilleniusi*. En effet, les ramifications des plantes sont abondantes dans la forêt. C'est aussi au niveau de ces ramifications que le diamètre du support est facile à saisir. La position horizontale est plus stable pour eux. Il est à noter que lors des positions verticales et inclinées, la tête dirigée vers le haut est la plus fréquemment observée. Cela suggère que l'animal ne se retourne pas lorsqu'il atteint son niveau de perchoir. A cette position, il semble être mieux protégé par les feuilles et l'ensemble du corps et la queue pourraient contribuer beaucoup plus à l'adhérence au perchoir. En outre, l'écoulement des eaux de pluie le long de son corps est plus rapide.

### **III. Préférence d'habitat**

En majorité, les individus mâles ou femelles et adultes ou juvéniles, se perchent sur les différentes plantes ligneuses telles que *Phymatodes scolopendria*, *Lemurorchis madagascariensis*, *Anthocleista amplescicaulis*, *Erigeron naudinii*, *Rubus mollucanus*, *Aphloia theaformis*, ... En effet, *Calumma hilleniusi* est une espèce forestière plutôt généraliste en matière de perchoir tant qu'il s'agit de plantes ligneuses que l'individu peut saisir.

Les résultats nous montrent que la présence d'un individu de *Calumma hilleniusi* à un endroit quelconque ne dépend ni de la couverture de la canopée, ni de la couverture herbacée, ni de la densité du sous bois de l'endroit. Les exploitations forestières contribuent au développement du sous bois et à l'augmentation de l'ouverture de la canopée. Or cette ouverture est néfaste aux caméléons comme *Calumma hilleniusi* mais l'espèce peut être tolérante à l'ouverture de la canopée jusqu'à certain niveau. Nous n'avons trouvé aucun individu dans des endroits où la canopée est trop ouverte ou trop fermée. En fait d'une part, les endroits à canopée très ouverte procurent un certain danger face aux prédateurs ; et d'autre part les endroits trop fermés réduisent l'accessibilité à la lumière solaire qui joue un grand rôle dans la biologie de l'espèce liée au facteur thermique (activités, couvaison). Certaines espèces de caméléons comme *Calumma brevicorne* préfèrent les milieux plus ouverts tels que le bord des pistes traversant les forêts (Jenkins *et al.*, 1999), contrairement aux autres espèces qui ne se rencontrent que dans le cœur de la forêt. Il nous est rapporté que *Calumma hilleniusi* préfère le milieu à canopée assez ouverte (Jenkins *et al.*, 2010).

En guise de conclusion, la structure de l'habitat au niveau de cette altitude 2114m – 2146m est plus confortable pour la population de *Calumma hilleniusi* dans le Massif de l'Ankaratra. Toutefois, cette hypothèse nécessite encore plus d'investigations. Malgré le fait que *Calumma hilleniusi* est une espèce forestière nous avons pu observer quelques individus dans les savanes, associés à des arbrisseaux dans la lisière forestière.

### **IV. Conservation et gestion de l'espèce**

Aucune collecte de *Calumma hilleniusi* à des fins commerciales n'a été signalée lors des travaux effectués dans la région. La principale contrainte pour la population, tout comme pour la plupart des faunes endémiques de Madagascar, est la variation des

paramètres écologiques due à des pressions essentiellement anthropiques telles que la déforestation, la fragmentation, les défrichements, et les pâturages excessifs de zébus ainsi que la prolifération des plantes envahissantes comme *Pinus* sp... Ceci pourrait être la cause de:

- Disparition radicale locale de certaines espèces. Tel pourrait être la cause de la densité plus faible observée dans les forêts de basse altitude du même site ;
- la raréfaction de *Calumma hilleniusi* sur ce massif ;
- la réduction de l'aire de répartition géographique.

L'intégration du Massif d'Ankaratra dans le Système d'Aires Protégées de Madagascar est primordiale pour la survie des espèces endémiques qu'il abrite. Pour la raison que les aires protégées sont typiquement entourées par des terres et eaux exploitées par des humains, il est donc impossible de les isoler de ces facteurs externes (Meffe & Carroll, 1997). Ainsi, la meilleure gestion de ces Aires Protégées résiderait dans la sensibilisation des populations riveraines à mieux connaître son environnement, et à promouvoir la gestion communautaire participative, comme, les transferts de gestion au niveau des ceintures de conservation aux alentours des Aires Protégées. Il est plus pratique de faire participer réellement les communautés de base à la gestion des Aires protégées par le biais de comité de gestion et d'agents de conservation communautaires.

## CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les travaux effectués dans le Massif de l’Ankaratra ont permis d’avoir plus d’informations sur la distribution, la biologie et l’écologie de *Calumma hilleniusi*. Apparemment, cette espèce reste active presque toute l’année, mais il y a un décalage entre les rythmes d’activités des juvéniles et des adultes. Les adultes sont plus actifs pendant la saison chaude et humide, période qui correspondrait à la reproduction, alors que les juvéniles sont plus visibles juste pendant la saison froide et sèche. Le cycle biologique de cette espèce pourrait présenter une période d’hibernation si on se réfère aux résultats des analyses structurales de la population au cours de l’année.

En ce qui concerne la méthode « *distance sampling* » que nous avons appliquée au cours de cette étude, nous pouvons dire que c’est une technique fiable, mais pouvant être influencée par différents facteurs tels que le climat et le relief. La densité de la population de *Calumma hilleniusi* varie suivant la saison. En effet, la population est plus dense pendant l’été qu’en hiver.

*Calumma hilleniusi* est une espèce forestière et préfère les plantes ligneuses comme perchoir et la tige comme lieu de repos. Le choix de la hauteur du perchoir varie en fonction de la classe d’âge de l’individu mais ne varie pas en fonction de la saison.

Pour mieux exploiter encore son milieu naturel, *Calumma hilleniusi* partage essentiellement son temps entre la vie terrestre principalement pour la chasse, la reproduction et la vie arboricole ou plutôt sur des plantes ligneuses pour se reposer.

La forêt d’Ambohimirandrana est dégradée à cause de l’invasion de *Pinus* sp. et de l’exploitation sélective ou intense des grands arbres qui développe le sous-bois. Cette situation procure une insécurité pour la population de *Calumma hilleniusi* du massif. Toutefois, cette espèce semble avoir une tolérance à la perturbation jusqu’à un certain niveau. Elle est aussi une espèce qui s’adapte facilement malgré les pressions qui pèsent sur son habitat.

Cette étude n’est qu’une étape. Le fait que les données sur la reproduction de *Calumma hilleniusi* sont issues des élevages en captivité, il est alors indispensable de faire une étude plus approfondie sur le terrain afin de parvenir à compléter les lacunes de connaissance sur sa biologie et son écologie.

Outre, la présence de cette espèce endémique sur le haut plateau central de Madagascar, le Massif de l’Ankaratra héberge aussi d’autres espèces qui ne se trouvent

nulle part ailleurs. Il s'agit entre autres du gecko *Lygodactylus mirabilis* (Gekkonidae) et de la grenouille *Boophis williamsi* (Mantellidae). Ainsi, la protection de ce Massif contribue énormément à la protection des espèces menacées et localement endémiques. La promotion de l'écotourisme dans la région à partir du lancement d'un projet véhiculant la mise en valeur de la particularité de la biodiversité de ce Massif est un aspect qui mérite d'être renforcé pour un développement durable.

Il est ainsi évident que la gestion durable de cette espèce dans cette région se situerait dans l'application d'une meilleure gestion de son habitat naturel qui est primordialement la forêt. D'une part, il est primordial de conserver son habitat en limitant les activités anthropiques, ceci implique la conservation de la surface actuelle et de la spécificité de la forêt en évitant le feu et l'exploitation abusive des arbres pour le bois de chauffage ou pour d'autres utilisations qui conduisent à la disparition de *Calumma hilleniusi*. En effet, la forêt humide fournit des services essentiels à l'écosystème et est déterminante dans la protection des bassins versants et la prévention de l'érosion dans le massif. Dans ce cas, une poursuite avec de sévères sanctions est nécessaire. Il faut aussi éviter le reboisement avec certaines espèces de plantes comme *Pinus* et *Eucalyptus* qui accélèrent la dégradation du sol ne favorisant plus la conservation de *Calumma hilleniusi*.

La protection de l'habitat de *Calumma hilleniusi* devrait commencer par une gestion durable de la forêt c'est-à-dire utilisation rationnelle assurée par la population locale. Autrement dit, il faut donner des alternatives à la population riveraine de la forêt pour subvenir à leurs besoins quotidiens. Il faut apprendre aux peuples indigènes la fabrication des briques ou parpaings pour la construction de leurs maisons au lieu d'utiliser les arbres de la forêt. Il est aussi indispensable de leur inciter à utiliser du « fatana mitsitsy » afin de minimiser l'utilisation des arbres pour le bois de chauffage ou « kitay » et pour le charbon.

**Une solution complémentaire à ces précédentes est l'encouragement de la population à l'agriculture du fait que l'économie à Madagascar repose surtout sur cette activité.**

## BIBLIOGRAPHIE

- 1- Allnutt, T.F., Ferrier, S., Manion, G., Powell, G.V.N., Ricketts, T.H., Fisher, B.L., Harper, G.J., Irwin, M.E., Kremen, C., Labat, J-N., Lees, D.C., Pearce, T.A. & Rakotondrainibe F. (2008). A method for quantifying biodiversity loss and its application to a 50 year record of deforestation across Madagascar. *Conservation letteray*, 1:173-181.
- 2- Andiramandimbiarisoa, L. (2007) Contribution à l'étude de l'histoire naturelle de trois espèces de caméléons de la région de Toliary : *Furcifer verrucosus* (Cuvier, 1829) et *Furcifer antimena* (Grandidier, 1872) : biologie, écologie et éthologie de la reproduction. Mémoire de Diplôme d'Etude Approfondie, Option : Biologie Ecologie et Conservation Animale, Université d'Antananarivo.
- 3- Andreone, F., Guarino, F.M. & Randrianirina, J.E. (2005). Life history traits, age profile and conservation biology of the panther chameleon (*Furcifer pardalis*) at Nosy Be, NW Madagascar. *Tropical Zoology*, 18:209-225.
- 4- Andreone, F., Vences, M., Glaw, F. & Randrianirina, J. (2007). Remarkable records of amphibians and reptiles on Madagascar's central high plateau. *Tropical Zoology*, 20:19-39.
- 5- Andriaharimalala, T., Roger E., Rajeriarison, C., & Ganzhorn, J. (2011). Analyse structurale des différents types de formation végétale du Parc National d'Andohahela, habitat de *Microcebus* spp. (Sud-est de Madagascar). *Malagasy Nature*, 5:39-58.
- 6- Besairie, H. 1974. Carte géologique de Madagascar au 1/1 000 000, trois feuilles en couleur. Service géologique d'Antananarivo.
- 7- Boiteau, P. (1999). *Dictionnaire des noms malgaches des végétaux*. Volume II. 1990p.
- 8- Brady, L.D., (1994). Study of the chameleon communities in the National park of Ranomafana. *Final report*, U.E.A., Expedition, Université d'Antananarivo/Stony Brook, 142p.
- 9- Brady, L.D., Huston, K., Jenkins, R.K.B., Kauffmann, J.L.D., Rabearivony, J., Raveloson, G. & Rowcliffe, M. (1996). *UEA Madagascar Expedition 93. Final Report*. Unpublished Report, University of East Anglia, Norwich.

- 10- Brady, L.D. & Griffiths, R.A. (1999): Status Assessment of Chameleons in Madagascar, IUCN Species Survival Commission, Gland, Switzerland.
- 11- Brady, L. D., and Griffiths, R. A. (2003) Chameleon population density estimates. Pages 970 – 972 in Goodman, S. M. and Benstead, J. P. editors. *The natural history of Madagascar*. The University of Chicago Press. Chicago and London.
- 12- Brygoo, E. R. (1971). Reptiles Sauriens Chamaeleonidae. Genre *Chamaeleo*. *Faune de Madagascar*, 33:1-318.
- 13- Brygoo, E.R. (1978). Reptiles Sauriens Chamaeleonidae. Genre Brookesia et complément pour le genre *Chamaeleo*. *Faune de Madagascar*, 47:1-173.
- 14- Brygoo, E.R. & Domergue, C.A. (1966). Notes sur *Chamaeleo willsii* Günther, 1890, et description d'une sous-espèce *C. willsii petteri*. *Bulletin du Muséum National d'Histoire naturelle*, Paris, 38 (4):353-361.
- 15- 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 biological populations*. Oxford University Press, Oxford.
- 16- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., and Laake, J. L. (1993) *Distance Sampling*. Chapman and Hall. London.
- 17- Carleton, M.D. & Goodman, S.M. (1996). Systematic studies of Madagascar's endemic rodents (Muroidea: Nesomyinae): A new genus and species from the Central Highlands. In A floral and faunal inventory of the eastern slopes of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar, with reference to elevational variation, Goodman S. M.. *Fieldiana: Zoology*, new series, 85:231-256.
- 18- Chaperon, P., Danloux, J. & Ferry, L. (1993). *Fleuves et rivières de Madagascar*
- 19- CITES Secretariat. (1995). *Significant trade in animal species included in Appendix II. Recommendations of the Standing Committee. Notification to the Parties* 833. Geneva: IUCN/SSC trade Specialist Group.
- 20- CITES Trade Statistics. (2005). CITES trade database, UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge [<http://sea-bov.unep-wcmc.org/citestrade>].
- 21- Clark, D.L. & Gillingham, J.C., (1990). Sleep-site fidelity in two Puerto Rican lizards. *Animal Behaviour* 39:1138-1148.
- 22- Davidson, L.J. (1995). *Chameleons, their care and breeding*. Hancock House Publishers Ltd, Washington. 112 p.

23- De Vosjoli, P. & Ferguson, G. (1995). Care and breeding of chameleons. The Herpetocultural Library Advanced Vivarium Systems, Inc., Santee. 128 p.

24- Di Bitetti, M.S., Luengos Vidal, E.M., Baldovino, M.C., & Benesovsky, V. (2000). Sleeping site preferences in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella nigritus*). *American Journal of Primatology* 50:257-274.

25- Donque, G. (1975). *Contribution géographique à l'étude du climat de Madagascar*. Publ. Assoc. Géogr. Madagascar, Tananarive, 447 pp.

26- Dytham, C. (2003). Second edition. *Choosing and using statistics. A Biologist's Guide*. Blackwell Science. Massachusetts. 248p.

27- Fowler, J. Cohen, L. & Phil, J. (1990). Practical Statistics for field Biology. Second Edition. John Wiley & Sons, 272p.

28- Gautier, L. & Chatelain, C. (1994). Presentation of a relevé method for vegetation studies based on high-resolution satellite imagery. XIIIth plenary meeting of AETFAT, Zomba, Malawi, National Herbarium and Botanic Gardens of Malawi, Zomba.

29- Ganzhorn, J. U., Malcomber, S., Andrianantoanina, O. & Goodman, S.M. (1997). Habitat Characteristics and lemur species richness in Madagascar. *Biotropica*, 29: 331-343.

30- Ganzhorn, J. U., Lowry II, P. P., Schatz, G. E., Sommer, S. (2001). The biodiversity of Madagascar: one of the world's hottest hotspots on its way out. In *Oryx* 35 (4). pp. 346-348.

31- Gehring, P.S., Pabijan, M., Ratsoavina, F.M., Köhler, J., Vences, M. & Glaw, F. (2010). A Tarzan yell for conservation: A new chameleon, *Calumma tarzan* sp. n., proposed as a flagship species for the creation of new nature reserves in Madagascar. *Salamandra*, 46(3):167-179.

32- Gerhing, P.S., Ratsoavina, F.M., Vences, M. & Glaw, F. (2011). *Calumma vohibola*, a new chameleon species (Squamata: Chamaeleonidae) from the littoral forests of eastern Madagascar. *African Journal of Herpetology*, 60(2):130-154.

33- Christian, K. A., Tracy, C. R., and Porter, W. P. (1984). Physiological and ecological conse-quences of sleeping-site selection by the Galapa-gosland Iguana (*Conolophus pallidus*). *Ecology* 65: 752-758.

34- Glaw, F. & Vences, M. (1994). *A fieldguide to the amphibians and reptiles of Madagascar*. 2<sup>nd</sup> édition. Vences and Glaw Verlag GbR, Köln, Cologne. 400 pp.

35- Glaw, F. & Vences, M. (1996). Bemerkungen zur Fortpflanzung des waldskinks *Amphiglossus melanopleura* (Sauria: Scincidae) aus Madagaskar, mit einer U. bersicht über die Fortpflanzungsperioden madagassischer Reptilien. *Salamandra*, 32:211-216.

36- Glaw, F. & Vences, M. (2007). Field Guide to the Amphibians and Reptiles of Madagascar. Third Edition. Cologne. 495p .

37- Glaw, F., Gerhing, P.S., Köhler, J., Franzen, M. & Vences, M. (2010). A new dwarf species of day gecko, genus *Phelsuma* from the Ankarana pinnacle karst in Northern Madagascar. *Salamandra, Phelsuma*, 46(2):83-92.

38- Glaw, F., Köhler, J., Townsend, T.M. & Vences, M. (2012). Rivaling the world's smallest reptiles: Discovery of miniaturized and microendemic new species of leaf chameleons (*Brookesia*) from Northern Madagascar. *PLoS One*, 7(2): 1-24.

39- Goodman, S. M., (2008). *Paysages Naturels et Biodiversité de Madagascar*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 694 pp.

40- Goodman, S.M. & Rakotondravony D. (2000). The effects of forest fragmentation and isolation on insectivorous small mammals (Lipotyphla) on Central High Plateau of Madagascar. *Journal of Zoology*, 250:193-200.

41- Goodman, S. M., D. Rakotondravony, G. Schatz & L. Wilmé. (1996). Species richness of forest-dwelling birds, rodents and insectivores in a planted forest of native trees: A test case from the Ankaratra, Madagascar. *Ecotropica* 2: 109-120.

42- Harper, G.J., Steininger, M.K., Tucker, C.K., John, D., & Hawkins. (2007). Fifty years of deforestation and forest fragmentation in Madagascar. *Environmental Conservation*, 34:1-9.

43- Humbert, H. (1965). Description des types de végétation. Pp. 46-78 in Humbert, H. & G. Courd Darne (eds). *Notice de la carte de Madagascar*. Travaux de la Section Scientifique et Technique de l'Institut Français de Pondichéry, Hors série n°6.

44- Irwin, M.T., Wright, P.C., Birkinshaw, C., Fisher, B. L. Gardner, C. J., Glos, J., Goodman, S.M., Loiselle, P., Rabeson, P., Raharison, J.L., Raherilalao, M.J., Rakotondravony, D., Raselimanana, A.P., Ratsimbazafy, J., Sparks, J.S., Wilmé, L. & Ganzhorn, J.U. (2010). Patterns of species change in anthropogenically disturbed forests of Madagascar. *Biological Conservation*, 143: 2351-2362.

45- IUCN. (2012). IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1. Available at: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). (Downloaded on 16 August 2012).

46- Jenkins, R., Brady, L., Kiero, H., Kauffmann, J., Rabearivony, J., Raveloson, G., & Rowcliffe, M. (1999), The population status of chameleons within Ranomafana Natural Park, Madagascar, and recommandations for future monitoring, *Oryx* Vol 33(1):38-46.

47- Jenkins, R., Brady, L., Bisoa, M., Rabearivony, J., Griffiths, R. (2003), Forest disturbance and riverproximity influence chameleon abundance in Madagascar, *Biological Conservation*, 109:407-415.

48- Jenkins, R., & Andriantsimanarilafy, R. (2010), Les reptiles endémiques de madagascar : changement climatique, besoins humains et conservation. Final rapport.

49- Jesu, R., Mattioli, F. & G. Schimmenti., (1999). *On the discovery of a new large chameleon inhabiting the limestone outcrops of western Madagascar: Furcifer nicosiai* sp. nov. (Reptilia, Chamaeleonidae). *Doriana* 8 (311): 1-14.

50- Karsten, K., Andriamandimbiarisoa, L., Fox, S., Raxworthy, C. (2008): Discovery of a unique tetrapod life history: an annual chameleon living mostly as an egg. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 105: 8980-8984.

51- Karsten, K.B., Andriamandimbiarisoa, L.N., Fox, S.F. & Raxworthy, C.J. (2009). Population densities and conservation assessments for three species of chameleons in the Toliara region of south-western Madagascar. *Amphibia-Reptilia*, 30:341–350.

52- Klaver, C., Boehme, W., (1986). Phylogeny and classification of the Chamaeleontidae (Sauriens) with special reference to hemipenis morphology, *Bonn Zoological Monograph*. 22:1-64.

53- Klaver, C. & Böhme, W. (1997). Chamaeleonidae. *Das Tierreich* 112. Walter de Gruyter, Berlin. 85 pp.

54- Kremen, C., Razafimahatratra, V., Guillory, R. P., Rakotomalala, J., Weiss, A. & Ratsisompatrarivo, J.-S. (1999). Designing the Masoala National Park in Madagascar based on biological and socioeconomic data. *Conservation Biology*, 13: 1055-1068.

55- Langrand, O. & Wilmé, L. (1995). Effects of forest fragmentation on extinction patterns of endemic avifauna. In *Environmental change in Madagascar*, eds. B. D. Patterson, S. M. Goodman & J. L. Sedlock, p. 24. Field Museum, Chicago.

56- Losos, J. B. & Sinervo, B., (1989). The effect of morphology and perch diameter on sprint performance of *Anolis* lizards. *Journal of Experimental Biology* 145:23-30.

57- Meffe, G.K. & Caroll, C.R. 1997. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA. 729 pp.

58- Mittermeier, R. A., Mittermeier, C.G. & Robles, G.P. (1997). *Megadiversity*. CEMEX. Mexico City.

59- Mittermeier, R.A., Meyers, N., Gil, P.R. & Mittermeier, C.G. (1999). *Hotspots: Earth's biologically riches and most endangered terrestrial ecoregions*. Cemex, Mexico.

60- Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Harris, M. B., Silva, J. M .C., Lourival, R., Fonseca, G. A. B., Seligmann, P. A. & Allofs, T. (2005). *Pantanal: South America's wetland jewel*. Conservation International, Washington, DC: 176p.

61- Moat, J. & Smith, P. (2007). *Atlas of the vegetation of Madagascar*. Kew Publishing, Royal Botanic Gardens, Kew,124:31-32.

62- Moynot, G. & Moynot (2007). Guide des caméléons de Madagascar. A field guide to the chameleons of Madagascar. Tanalahy Malagasy. Aiza, Antananarivo, Madagascar 68p.

63- Meyers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., DA Fonseca, G.A.B., Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403:853-858.

64- Parcher, S.R. (1997): Observations on the natural histories of six Malagasy chamaeleontidae. *Z.Tierpsychol* 4:500-523.

65- Pollak, E. and Pietschmann, J., (2002). *Calumma hilleniusi* species account. <http://adcham.com/html/taxonomy/species/chilleniusi.html> Viewed 25 Dec 2008.

66- Rabearivony J., (1999). Contribution à l'inventaire des caméléons dans le PN de Ranomafana. Mémoire de Diplôme d'Etude Approfondie, Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.

67- Rabearivony, J., Brady, L.D., Jenkins, R.K.B. & Ravohangimalala O.R., (2008). Habitat use and abundance of a low-altitude chameleon assemblage in eastern Madagascar. *Herpetological Journal* 17:247-254.

68- Rabemananjara, F. (1998). Contribution à l'étude de l'état de la population de *Furcifer campani*, Grandidier 1872, Chamaeleonidae endémique de Madagascar dans la région de l'Ankaratra, Mémoire de Diplôme d'Etude Approfondie,

Departement de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.

69- Rakotomalala, R. D. (1998). Caractérisation de la communauté des Chamaeleonidae (Sauria) du Parc Ranomafana. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies, Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo, Antananarivo.

70- Rakotondravony, D. & Goodman, S.M. (1998). Brève description physique de la région de forêt d'Andranomay, In Rakotondravony, D. & Goodman, S.M. (Eds) Inventaire biologique, Forêt d'Andranomay, Anjozorobe, eds. D. Rakotondravony et S. M. Goodman. *Recherches pour le Développement, Série Sciences biologiques*, 13:9-14.

71- Rakotondravony, H.A. (2004). Diversité des caméléons forestiers de la région d'Andasibe (Madagascar) et modèle de distribution de cette communauté selon différents types physionomiques. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 59:529-544.

72- Ramanamanjato, J.B. & Ganzhorn, J.U. (2001). Effects of forest, fragmentation, introduced *Rattus rattus* and the role of exotic tree plantations and secondary vegetation for the conservation of an endemic rodent and a small lemur in littoral forests of southeastern Madagascar. *Animal Conservation*, 4:175-183.

73- Ramírez-Bautista, A. & Benabib, M. (2001). Perch height of the arboreal lizard *Anolis nebulosus* (Sauria: Polychrotidae) from a tropical dry forest of México: *Effect of the reproductive season*. *Copeia* 2001: 187–193.

74- Randrianantoandro, C.J. (2002). Effet de la fragmentation forestière sur la distribution, la structure et l'abondance des Chamaeleonidae (Sauria) dans la région d'Andasibe-Mantadia, Mémoire de DEA, Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.

75- Randrianantoandro, J., Randrianarivelo, R., Andriantsimanarilafy, R., Hantalaaina, E., Rakotondravony, D., Randrianasolo, M., Ravelomanantsoa, H., Jenkins, R. (2007). Roost site characteristics of sympatric dwarf chameleons (genus *Brookesia*) from Western Madagascar, *Amphibia-Reptilia*, 28:577-581

76- Randrianantoandro, J.C., Andriantsimanarilafy, R., Rakotovololonalimanana, H., Rakotondravony, D., Ramilijaona, O., Ratsimbazafy, J., Razafindrakoto, G. & Jenkins, R. (2010). Population assessments of chameleons from two montane sites in Madagascar. *Herpetological Conservation and Biology*, 5(1):23-31.

77- Raselimanana, A.P. (1999). Le herpétofaune. In Goodman, S.M. & Rasolonandrasana, B.P.N. (Eds) Inventaire biologique de la Réserve Spéciale du Pic d'Ivohibe et du couloir forestier qui la relie au Parc National d'Andringitra. *Recherches pour le Développement*, Série Sciences biologiques, 15:81-97.

78- Raselimanana, A.P. (2008). Herpétofaune des forêts sèches malgaches. *Malagasy Nature*, 1: 46-75.

79- Raselimanana, A.P & Rakotomalala, D. (2003). Chamaeleonidae, chameleons. In Goodman, S.M. & Benstead, JP. pp. 1489-1494. *The Natural History of Madagascar* (Eds) The University of Chicago Press, Chicago, USA.

80- Rasoloharijaona, S., Rakotosamimanana, B., Randrianambinina, B., & Zimmermann, E. (2003). Pair-specific usage of sleeping site and their implication for social organization in a nocturnal Malagasy primate, the Milne Edwards' sportive lemur (*Lepilemur edwardsi*). *American Journal of Physical Anthropology* 122:251-258.

81- Ratovonamana, Y.R., Rajeriarison, C., Edmond, R. & Ganzhorn, J.U. (2011). Phenology of different vegetation types in Tsimanampetsotsa National Park, southwestern Madagascar. *Malagasy Nature*, 5: 14-38.

82- Ravoninjatovo, A. (1998). Contribution à l'étude de la distribution altitudinale de l'herpétofaune dans la forêt de la réserve intégrale n°3 de Zahamena. Mémoire de Diplôme d'Etude Approfondie, Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.

83- Raxworthy, C.J., (1988). Reptiles, rainforest and conservation in Madagascar, *Biological Conservation*. 43:181-211.

84- Raxworthy, C. J., (1991). Field observation on some dwarf chameleons (*Brookesia* spp.) from rainforest areas of Madagascar, with the description of a new species. *Journal of Zoology*. 224: 11–25.

85- Raxworthy, C. J. and Nussbaum, R. A. (1995). Systematics, speciation and biogeography of the dwarf chameleon (Brookesia; Reptilia, Squamata, Chamaeleontidae) of northern Madagascar. *Journal of Zoology*, 235: 525–558.

86- Raxworthy, C. J. & Nussbaum, R. A. (1996 a). Amphibians and reptiles of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar: A study of elevational distribution and local endemicity. In *A floral and faunal inventory of the eastern*

*slopes of the elevation variation: With the reference to Naturelle Intégrale.*  
*Fieldiana, Zoology.* New series, 85: 158-170.

87- Raxworthy, C. J. & Nussbaum, R. A. 1996 b. Patterns of endemism for terrestrial vertebrates in eastern Madagascar. In *Biogéographie de Madagascar*, pp 3369-3383. Lourenco, W. R. (Ed.). ORSTOM, Edition, Paris.

88- Raxworthy, C. J., Forstner, M.R.J. & Nussbaum, R.A. (2002). Chameleon radiation by oceanic dispersal. *Nature*, 415:784-787.

89- Robles, P.G., Mittermeier, R.A., Hoffmann, M., Pilgrim, J., Thomas, B., Mittermeier, C.G., Lamoureaux, J., Gustavo & Da Fonseca, A.B. (2004). Hotspots revised. Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. CEMEX, Mexico city, Mexico, 43p.

90- Shew, J. J., Larimer, S. C., Powell, R., and Parmerlee, J. S. Jr. (2002). Sleeping patterns and sleeping-site fidelity of the lizard *Anolis gingivinus* on Anguilla. Caribbean Journal of Science 38: 136–138.

91- Tam-Alkis, J.V. (1997), Factor affecting the abundance and distribution of a Chameleon, Assemblage in Ranomafana National Park, Madagascar, Dissertation for the degree of Msc, *Conservation Biology*, DICE, Darwin Initiative, UK.

92- Thomas, L., Laake, J. L., Strindberg, S., Marques, F.F.C., Buckland, S.T., Borchers, D.L., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Hedley, S.L., Pollard, J.H. & Bishop, J.R.B. (2004). Distance 4.1: Release 2. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK.

93- Tonwsend, A.K., Clark, A.B. & Mc Gowan, J.K. (2010). Condition, innate immunity and disease mortality of crows. *Proceedings of the Royal Society*, 277 (1695):2875-2883.

94- Vallan, D. (2002). Effects of anthropogenic environmental changes on amphibian diversity in the rain forests of Madagascar. *Journal of Tropical Ecology*, 18 :725-742.

95- Vences, M., Andreone, F., Glaw, F., Raminosoa, N., Randrianirina, J.E. & Vieites, D.R. (2002). Amphibians and reptiles of the Ankaratra Massif: reproductive diversity, biogeography and conservation of a montane fauna in Madagascar. *Italian Journal of Zoology*, 69:263-284.

96- Vieites, D.R., Ratsoavina, F.M., Randrianiaina, R.D., Nagy, Z.T., Glaw, F. & Vences, M. (2010) A rhapsody of colours from Madagascar: discovery of a

remarkable new snake of the genus *Liophidium* and its phylogenetic relationships. *Salamandra*, 46:1-10.

97- Werner, F. (1902). Prodomus einer Monographie der Chamäleonten. *Zoology. Jahrbücher System*, 15:295-460.

98- Wilmé, L., Goodman, S.M. & Ganzhorn, J.U. (2006). Biogeographic evolution of Madagascar's microendemic biota. *Science*, 321 (5776):1063-1065.

## ANNEXES

### Annexe 1: Dernières données climatiques de la Station Forestière de Manjakatombo

a- Températures (en °C) enregistrées dans la station forestière de Manjakatombo au cours des années 1952- 1980

Mois	Température minimale	Température maximale	Température moyenne
Janvier	12,6	23,8	18,2
Février	12,3	24	18,2
Mars	12,3	23,1	17,7
Avril	11	22,7	16,8
Mai	8,5	2,9	14,7
Juin	6,2	18,6	12,4
Juillet	6,1	18,4	12,2
Août	6,1	18,5	12,3
Septembre	7,3	21	14,2
Octobre	8,7	23,1	15,9
Novembre	10,5	24,2	17,3
Décembre	11,3	24	17,7

Source : Direction Nationale de la Météorologie d'Ampandrianomby

b- Précipitations moyennes en mm, enregistrées dans la Station Forestière de Manjakatompo entre 1952- 1980

Mois	Précipité (mm)	Nombre de jours
Janvier	289,2	18,7
Février	317,1	17,5
Mars	348,2	18,6
Avril	130,9	11,6
Mai	56,9	6
Juin	36,7	6,5
JUILLET	36,5	7,3
Août	40,9	5,3
Septembre	44,3	4
Octobre	111,6	7,7
Novembre	235,1	14,7
Décembre	344,3	19,6

Source : Direction Nationale de la Météorologie d'Ampandrianomby

c- Humidité (%) dans la Station Forestière de Manjakatompo en trois temps de la journée au cours des années 1952- 1980

Mois	Humidité à 7 : 00	Humidité à 12 : 00	Humidité à 17 : 00	Humidité moyenne
Janvier	90	74	84	83
Février	91	75	85	83
Mars	92	75	86	85
Avril	92	74	85	84
Mai	91	73	84	83
Juin	91	76	84	84
Juillet	91	73	83	82
Août	90	72	80	81
Septembre	88	67	75	77
Octobre	85	61	73	73
Novembre	88	68	81	79
Décembre	89	72	84	82

Source : Direction Nationale de la Météorologie d'Ampandrianomby

Annexe 2: Variation saisonnière de la hauteur du perchoir

Période	Qualification	Adulte	Subadulte	Juvénile
Début saison chaude et humide	Minimale	0,22 m	0,42 m	0,29 m
	Maximale	2,00 m	3,20 m	3,50 m
Saison chaude et humide	Minimale	0,10 m	0,42 m	
	Maximale	3,20 m	2,30 m	
Saison froide et Sèche	Minimale	0,30 m	0,37 m	0,20 m
	Maximale	1,70 m	2,00 m	7,00 m

Annexe 3: Effectif de chaque classe d'âge selon la hauteur du perchoir

Hauteur perchoir (m)	Classe d'âge		
	Juvenile	Subadulte	Adulte
0≤HPe≤0,50	7	5	34
0,5<HPe≤1,00	9	8	40
1,00<HPe≤1,50	9	7	13
1,50<HPe≤2,00	9	4	12
2,00<HPe≤2,50	6	1	2
2,50<HPe≤3,00	2	0	0
3,00<HPe≤3,50	2	1	4
3,50<HPe≤4,00	1	0	1
4,00<HPe≤4,50	0	0	0
4,50<HPe≤5,00	6	0	0
5,00<HPe≤5,50	0	0	1
5,50<HPe≤6,00	3	0	0
6,00<HPe≤6,50	1	0	0
6,50<HPe≤7,00	0	0	1
Total	55	26	108

Annexe 4: Effectif recensé pour chaque période selon la hauteur du perchoir

Hauteur perchoir (m)	Effectif recensé pour chaque période		
	Début saison chaude et humide	Saison chaude et humide	Saison froide et sèche
0≤HPe≤0,50	25	13	8
0,5<HPe≤1,00	18	24	15
1,00<HPe≤1,50	11	10	8
1,50<HPe≤2,00	9	6	10
2,00<HPe≤2,50	1	3	5
2,50<HPe≤3,00	1	0	1
3,00<HPe≤3,50	2	4	1
3,50<HPe≤4,00	0	1	1
4,00<HPe≤4,50	0	0	0
4,50<HPe≤5,00	0	0	6
5,00<HPe≤5,50	0	1	0
5,50<HPe≤6,00	0	0	3
6,00<HPe≤6,50	0	0	1
6,50<HPe≤7,00	0	1	0
Total	67	63	59

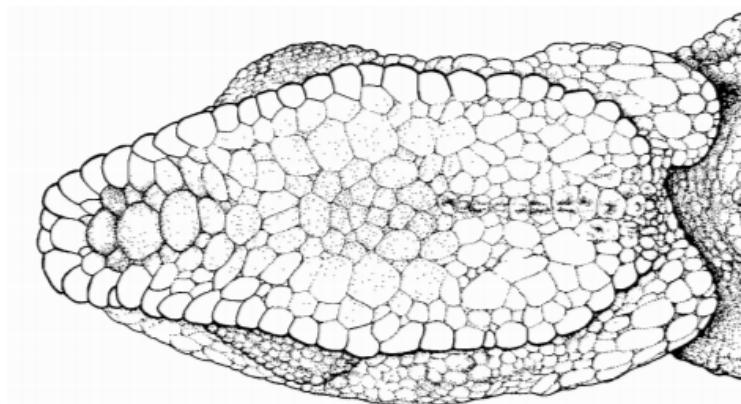
Annexe 5: Effectif de chaque sexe selon la hauteur du perchoir

Hauteur perchoir (m)	Sexe	
	Femelle	Mâle
0≤HPe≤0,50	33	6
0,5<HPe≤1,00	38	10
1,00<HPe≤1,50	10	8
1,50<HPe≤2,00	7	11
2,00<HPe≤2,50	1	1
2,50<HPe≤3,00	0	1
3,00<HPe≤3,50	3	2
3,50<HPe≤4,00	0	0
4,00<HPe≤4,50	0	0
4,50<HPe≤5,00	0	0
5,00<HPe≤5,50	1	0
5,50<HPe≤6,00	0	0
6,00<HPe≤6,50	0	0
6,50<HPe≤7,00	1	0
Total	94	39

Annexe 6: Tête de *Calumma hilleniusi* du massif de l'Ankaratra : mâle (à gauche) et femelle (à droite). (Photographie prise par Andriantsimanaarilafy en 2008).



Annexe 7: Vue dorsale de la tête d'un individu mâle. Holotype .MNHN.P 1972-50 (BRYGOO E.R., 1978).



**Titre: ECOLOGIE DE *Calumma hilleniusi* (Brygoo, Blanc & Domergue, 1973), ESPECE ENDEMIQUE DE L'ANKARATRA : PREFERENCE EN HABITAT ET EN PERCHOIR**

## Résumé

La connaissance sur l'histoire naturelle est primordiale pour la conception et la mise en œuvre de stratégie de gestion et de conservation durable. Des études sur la préférence en perchoir et en habitat de *Calumma hilleniusi* sont menées au mois d'octobre 2009, janvier et mai 2010 dans la forêt d'Ambohimirandrana sur le Massif de l'Ankaratra de Madagascar. Les études sont basées sur des analyses de la répartition spatiale des individus et de la structure de la population. Les échantillonnages et l'estimation de la densité sur le terrain sont basés sur la technique de « *distance sampling* ». La densité de la population de *Calumma hilleniusi* varie suivant la saison, elle est plus importante en début de la saison chaude et pluvieuse (77,1 individus/ha) et elle connaît une valeur plus faible en pleine saison chaude et pluvieuse (48,3 individus/ha). Le fait de ne pas avoir pu recenser des individus juvéniles pendant la saison chaude et pluvieuse nous indique que cette période constitue celle de la reproduction chez *Calumma hilleniusi*. Les juvéniles ne dominent que pendant la saison froide et sèche. Cela suggèrerait que l'espèce s'hiberne durant cette saison. La présente étude a révélé que la hauteur du perchoir utilisé varie suivant le sexe, la taille et le poids de l'individu, ainsi que la saison. Le type de perchoir le plus utilisé est la tige et il ne varie pas. De plus, *Calumma hilleniusi* préfère les plantes ligneuses comme perchoir comme *Phymatodes scolopendria*, *Lemurorchis madagascariensis*, *Anthocleista amplescicaulis*, *Erigeron naudinii*, *Rubus mollucanus*, *Aphloia theaformis*. *Calumma hilleniusi* est en voie de raréfaction face à la dégradation de la forêt. Il est ainsi évident que la gestion durable de cette espèce dans cette région se situerait dans l'application d'une meilleure gestion de son habitat naturel qui est primordialement la forêt.

**Mot-clés :** Chamaeleonidae, *Calumma hilleniusi*, endémique locale, préférence écologique, perchoir, Massif de l'Ankaratra, Madagascar.

## Abstract

Natural history data are essential for the conception and the implementation of management strategy and conservation. Research on perch and habitat preferences of *Calumma hilleniusi* were undertaken on october 2009, january and may 2010 in the Ambohimirandrana forest, on the Ankaratra Massif. This study is based on the analysis of the spatial organization of individuals and population structure. Field census techniques and density estimate were based on distance sampling methodology. Population density varies among seasons; the more important being during summer season (77.1 individuals/ha) and lower density at the end of summer (48.3 individuals/ha). The fact that juveniles individuals were not sampled during summer indicates that this period constitutes the reproduction period for *Calumma hilleniusi*. Juveniles are dominate during the winter season. This suggests that this species hibernates during that season. The current research revealed that perch height depends on sex, size and individual weight, as well as the seasons. However the type of perch utilised doesn't vary. Moreover *Calumma hilleniusi* prefers woody plant as perch like *Phymatodes scolopendria*, *Lemurorchis madagascariensis*, *Anthocleista amplescicaulis*, *Erigeron naudinii*, *Rubus mollucanus*, *Aphloia theaformis*. *Calumma hilleniusi* is becoming scarce because of the forest degradation. It is then evident that the long-term management of this species in this region should be focused in the application on a better management of its natural habitat which is primarily the forest.

**Key words:** Chameleon, Ecology, *Calumma hilleniusi*, endemic local, ecological preference, perch, Ankaratra massif, Madagascar.

### Encadreur:

Dr RASELIMANANA Achille P.  
Maître de conférences

### Impétrante:

RADAFIARIMANANA Harisoa Jeannie Christinah  
Adresse : Lot C 17 Isotry  
Tel : 0330507791  
e-mail : tinah.ninie@yahoo.fr