

Alex BOUVARD,
Spécialité Agronomie
Stage de deuxième année

Rapport de stage à l'étranger

Inde 2014



Mise en place d'un protocole d'inventaire faunistique pour la mesure de la biodiversité dans les jardins agroforestiers

Maître de Stage :
Sunita RAO
Fondatrice et responsable
de l'ONG Vanastree

Tuteur de Stage :
Nicolardot BERNARD
Professeur et Directeur du Département
Agronomie, Agroéquipements, Élevage et
Environnement (D2A2E) d'AgroSup Dijon

Remerciements

Un grand merci à Sunita Rao pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce stage dans son organisation. Pour la patience, l'écoute qu'elle a montré tout au long de ce stage et surtout sa confiance pour m'avoir laissé gérer de manière très autonome les projets qu'elle m'a confiés.

À Chandri, Manorama et Viviek pour leurs bienveillances lors de mon séjour à Sirsi.

À Aparna, Manju, Vinod et Zen qui ont apportés de la jeunesse et de la joie de vivre à ce stage.

À l'équipe de « Punarchith », Professeur Vasavi, Muthuraju, Badri et Rajapat pour m'avoir accueilli dans leur groupe de travail et permis de prendre part à cet ambitieux projet.

À l'ensemble des familles qui m'ont hébergé et m'ont fait découvrir les merveilles culinaires du sud de l'Inde.

Je remercie AgroSup Dijon de donner l'opportunité aux étudiants de réaliser au cours de leur formation d'ingénieur des stages enrichissants à la fois sur le plan intellectuel et le plan humain.

À Paul Muller et Odile Grandjean qui ont su gérer et prendre en compte les contraintes et difficultés que j'ai pu rencontrer tout au long de la construction et la réalisation de ce projet.

Et enfin, le dernier et non des moindres :

Amit Hegde, pour m'avoir assisté sur le terrain, ce travail n'aurait certainement pas pu aboutir sans ses connaissances hors normes sur la faune locale. Je le remercie pour la patience, la détermination et bonne humeur qu'il a su garder pendant les longues périodes d'inventaires où les conditions s'avéraient quelques fois difficiles à la fois sur le plan physique et le plan moral.

Je remercie l'ensemble de sa famille, pour leur hospitalité. Avoir vécu pendant un mois dans une famille traditionnelle indienne fût une expérience unique, je les remercie pour m'avoir considéré comme un membre de la famille à part entière.

Table des matières

I Introduction et présentation de l'ONG.....	2
1 Présentation de la structure d'accueil.....	3
2 L'équipe de Vanastree.....	3
II Contexte régional et historique menant à l'étude.....	4
1 De la « révolution verte » indienne à la « révolution doublement verte ».....	4
2 L'engagement de Vanastree dans la documentation des JAF.....	5
3 Présentation de l'organisation des petites exploitations agricoles locales.....	6
III Objectifs, cadre théorique et méthodologie.....	7
1 Les forêts tropicales : des milieux difficiles à étudier.....	7
2 Limites liées aux conditions du stage.....	8
3 Choix des taxa.....	8
4 Choix de l'indice de biodiversité utilisé.....	9
5 Quel type de mesure effectué et adapté pour quel estimateur de biodiversité α ?.....	9
6 Échantillonnage et répétition des inventaires.....	10
IV Protocole et adaptation des méthodes disponibles aux JAF.....	11
1 Choix échantillonnage.....	11
2 Description des différentes phases d'inventaire appliquées sur le terrain.....	12
3 Description d'une journée d'inventaire type :.....	12
4 Méthode d'observation sur le terrain.....	13
5 Matériel utilisé.....	14
6 Description d'une session d'inventaire type.....	15
7 Données complémentaire relevées lors des inventaires.....	15
V Résultats et Analyses.....	16
1 Résultats observées des deux séries inventaires.....	16
2 Surfaces inventoriées et nombre d'espèces rares et non-rares observées.....	17
3 Résultat des estimations avec le logiciel SPADE(Chao et Shen, 2010).....	18
4 Limites et biais introduits par la méthode.....	18
VI Conclusion.....	19
Bibliographie.....	20
Annexe.....	21

Avant Propos

Le présent rapport n'a pas pour objectif d'établir un compte rendu exhaustif de l'ensemble des activités que j'ai effectué dans le cadre de mon stage à l'étranger au sein de l'ONG Vanastree.

Il présente le résultat des 12 premières semaines de stage consacrées à un travail de recherche sur une méthode d'inventaire faunistique pour estimer la biodiversité des exploitations agroforestières.

J'ai participé lors des 6 autres semaines de stage, à l'élaboration d'un guide agroécologique pour le projet de création d'un campus scolaire agricole dans le district de Chamrajnagar. Ce projet est développé par l'association « Punarchith » ou « pensez autrement » qui a pour mission notamment de former une génération de nouveaux agriculteurs pour combattre l'exode rural. La réalisation du guide agroécologique a pour but d'orienter le projet pour qu'il puisse atteindre ces objectifs, qui sont de construire un campus autonome et durable d'un point de vue alimentaire et de l'utilisation de la ressource en eau. Le District de Chamrajnagar étant pauvre et les sécheresses se faisant de plus en plus longues, la gestion de l'eau devient problématique et des sources de conflits apparaissent entre usage domestique et agricole de l'eau. Ma mission fût de récolter et d'engendrer avec l'aide de l'équipe locale de Punarchith les données de bases concernant la futur zone du campus. J'ai donc délimité et cartographié la zone, analysé la composition chimique du sol et participé à des visites de projets similaire mise en place dans la région.

J'ai le regret de ne pas pouvoir avoir plus détaillé cette partie de mon stage qui ne démerite pourtant pas moins, mais suite à un vol de mon matériel informatique, j'ai perdu l'ensemble des données réalisées pendant cette période de mon de stage. Fort heureusement j'ai pu retrouver les pré-rapports et les carnets de terrain concernant la première partie du stage, j'ai donc pu réaliser le rapport ci-présent.

Je vous souhaite une bonne lecture.

I Introduction et présentation de l'ONG

L'agriculture indienne a subi de profondes mutations depuis les années 1960, la révolution verte à eu un impacte important sur les communautés rurales autant d'un point de vue économique qu'environnemental. La standardisation de l'utilisation des produits phytosanitaires et des engrais conduit à l'oubli des techniques et savoirs agricoles traditionnels. Les jardins agroforestiers sont les témoins de cette agriculture traditionnelle et pour de nombreux auteurs sont une alternative à l'agriculture « moderne », de part la biodiversité qu'ils abritent mais aussi parce qu'ils constituent des unités de production à haut rendement. Cependant très peu d'études documente la biodiversité de ces agro-écosystèmes et il n'existe pas à ce jour d'étude décrivant une méthode d'inventaire faunistique pour étudier ces systèmes de production. On se posera alors la question suivante :

Quelle méthode employer pour quantifier la biodiversité dans les jardins agroforestiers ?

Pour répondre à cette question, j'ai mis en place une méthode d'inventaire applicable sur le terrain. Pour vous exposer la démarche de recherche que j'ai suivie, je vais vous présenter dans une première partie la structure d'accueil de mon stage et du contexte de l'étude. Je vais ensuite aborder le cadre théorique et méthodologique de l'inventaire faunistique dans les jardins agroforestiers. J'enchaînerai ensuite à sa mise en pratique sur le terrain, et enfin, je finirai par exposer les résultats de l'inventaire et la conclusion de cette étude.

1 Présentation de la structure d'accueil

Vanastree est une ONG indienne impliquée dans le développement de l'agriculture à petite échelle « small-scale agriculture », elle est basée à Sirsi, une ville de 120000 habitants dont la culture de la noix de bétel constitue une part importante de la production agricole de rente. Cette organisation est à l'initiative de la création d'un collectif de femmes paysannes, Vanastree signifiant littéralement dans la langue locale « femmes vivant dans les forêts ».

L'ONG organise ce réseau de femmes paysannes et anime des événements de promotion de l'agriculture biologique. Les « Malnad Méla » sont des festivals organisés par Vanastree dans les grandes villes où producteurs et consommateurs peuvent se rencontrer. Des formations et réunions sont mises en place par l'organisation, conseils et cours de marketing, de transformation ainsi que des groupes de discussions permettent aux femmes de communiquer et d'agir ensemble. L'émancipation des femmes participant au collectif est l'un des objectifs qu'elle s'est fixée.

L'ONG repose sur un principe fort qui est la conservation, la multiplication et la propagation des semences locales, près de 150 femmes participent et se repartissent en 20 groupes semenciers.

Une autre activité importante de l'organisation est l'accueil de stagiaires. Chaque année de nombreux étudiants d'âges, d'origines et de parcours différents sont hébergés et soutenus dans leurs projets.

2 L'équipe de Vanastree

Sunita Rao, fondatrice et responsable de l'ONG, gère la structure au niveau administratif, organise les événements, recherche des fonds et encadre les stagiaires. Elle parle couramment l'anglais, l'hindou et le kannada (langue locale). Elle a donné des cours en lycée, université et dans le cadre de formations pour les agriculteurs. Ses thèmes de prédilection sont les techniques agricoles traditionnelles, le développement rural et les questions de gouvernance alimentaire.

Manorama Joshi, Auto-entrepreneuse, a créé une unité de séchage et de conditionnement de fruits locaux. Elle gère principalement l'organisation et la promotion des réunions et formations proposées aux collectifs de femmes.

Viviek Joshi, fils de Manorama, s'occupe de tout ce qui est lié à l'informatique (gestion de l'internet, site web) ainsi que de la comptabilité de l'organisation jusqu'à la vente des produits et des achats de fournitures.

Amit Hegde, étudiant en biologie à l'université de Sirsi, grand amateur de la faune et de la flore de sa région, a été mon assistant technique et interprète sur le terrain. Il va s'engager dans un master en biologie en 2015.

II Contexte régional et historique menant à l'étude

Le District d'Uttara Kannada est situé dans la région des Malnad dans les Western Ghats en Inde.

Les jardins agroforestiers (JAF) constituent une part intrinsèque de la culture des communautés agraires en Inde depuis des siècles. Les petits propriétaires agricoles (possédant moins de deux hectares) représentent 80% des agriculteurs indiens (CED INDIA, 2009).

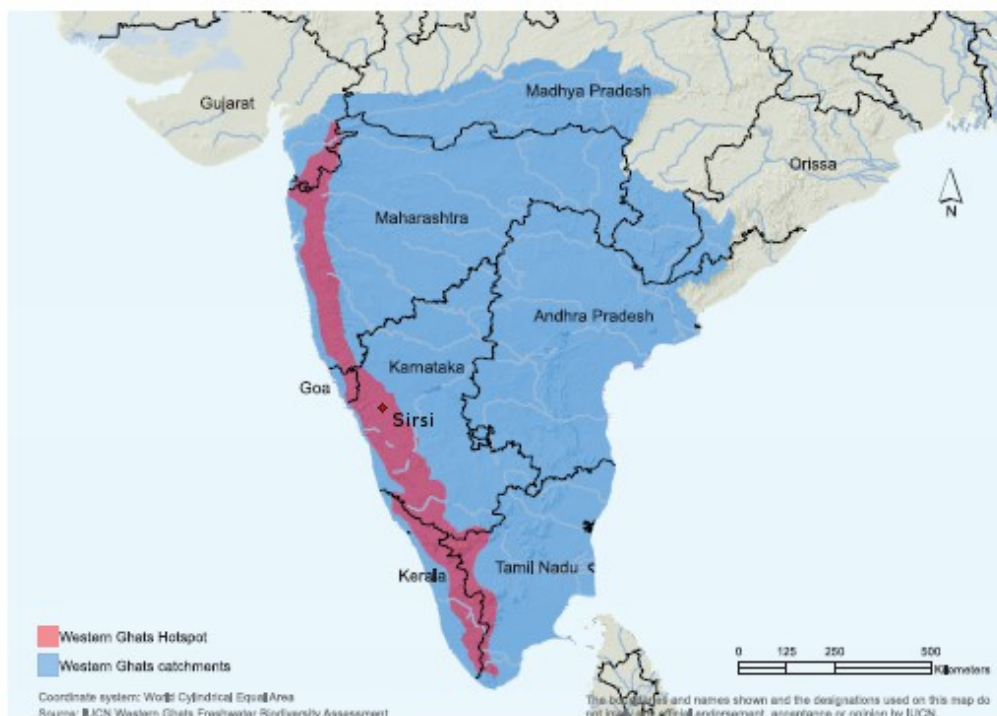


Figure 1 : Carte de la péninsule indienne représentant la zone des Western Ghats classée point chaud de biodiversité (Myers et al., 2000) et localisation de la ville de Sirsi dans l'état du Karnataka. (adapté de www.iucn.org)

1 De la « révolution verte » indienne à la « révolution doublement verte »

Dans le but d'éradiquer la famine, d'importants programmes agricoles furent subventionnés dans les années 60 par l'état indien afin de moderniser l'agriculture. La révolution verte, calquée sur le modèle de l'agriculture occidentale par un programme d'aide internationale afin de moderniser l'irrigation et l'utilisation d'intrant de manière intensive a conduit à épuiser la terre et entraîné la salinisation et l'acidification des sols conduisant à une baisse de la fertilité. On atteint les limites de la révolution verte lorsque les premières baisses de rendement sont apparues, constatant que bien qu'elle ait permis de vaincre la famine et nourrir une population grandissante de ces quarante dernières années elle a rendu vulnérable les paysans face au marché mondial. Ces paysans sont devenus de plus en plus dépendants des produits phytosanitaires et engrais, devant assurer un niveau de production élevé afin de compenser l'augmentation du coût des intrants et la baisse de la fertilité naturelle des sols. D'autre part la révolution verte a causé des troubles dans l'ordre social en

augmentant les disparités de richesse chez les paysans (Nicolaysen, 2012 ; Singh, 2000)

Développer des alternatives aux produits phytosanitaires pour ces petits producteurs devient donc une priorité et un moyen de réduire l'impact environnemental de l'agriculture à grande échelle tout en essayant de conserver la paix sociale.

D'un autre côté les JAF sont considérés depuis longtemps comme des unités très productives et abritant de plus une importante biodiversité (Soemarwoto, 1987 ; Pushkaran, 2002 ; Ramakrishnan, 2000). La pratique traditionnelle des JAF couplée aux progrès agronomiques représente pour certains auteurs une des solutions pour une agriculture durable en Inde (Ramakrishnan, 2000).

2 L'engagement de Vanastree dans la documentation des JAF

Dès lors le projet mené par Vanastree fût d'aider la conservation et la promotion des JAF. Cela passe par la communication et la documentation de ces agrosystèmes particuliers et de mettre en valeur les atouts. Beaucoup d'auteurs ont avancé la grande biodiversité contenue dans les JAF cependant, très peu d'études ont été réalisées pour quantifier la biodiversité des JAF en Inde, et Vanastree déplore le manque d'investissement de l'État dans cette problématique qui concentre préférentiellement ses efforts par rapport aux enjeux de biodiversité dans des programmes de création de « parc sanctuaire » où l'homme n'est considéré que comme une composante néfaste pour la biodiversité de l'écosystème.

En 2013 James Desaegher se penche sur la question de la biodiversité des JAF dans les Western Ghats (dans le cadre de son mémoire ingénieur à l'ENSAIA avec le support de Vanastree), après une analyse sur près de 40 exploitations (choisies dans la région des Malnad selon un gradient de pluviométrie Est-Ouest), recense près de 320 espèces végétales différentes dans les JAF avec une moyenne de 65 espèces différentes par exploitation.

L'étude que j'ai menée dans la région des Malnad dans le cadre de mon stage vise à continuer ce projet de documentation des JAF et se penche sur la question de la biodiversité faunistique. La demande principale de Vanastree est d'établir un premier recensement de la faune dans les fermes de la région et d'établir une démarche avec un protocole adapté pour les JAF.

Le résultat de ce travail doit constituer une base de référence pour des études futures sur les JAF.

3 Présentation de l'organisation des petites exploitations agricoles locales

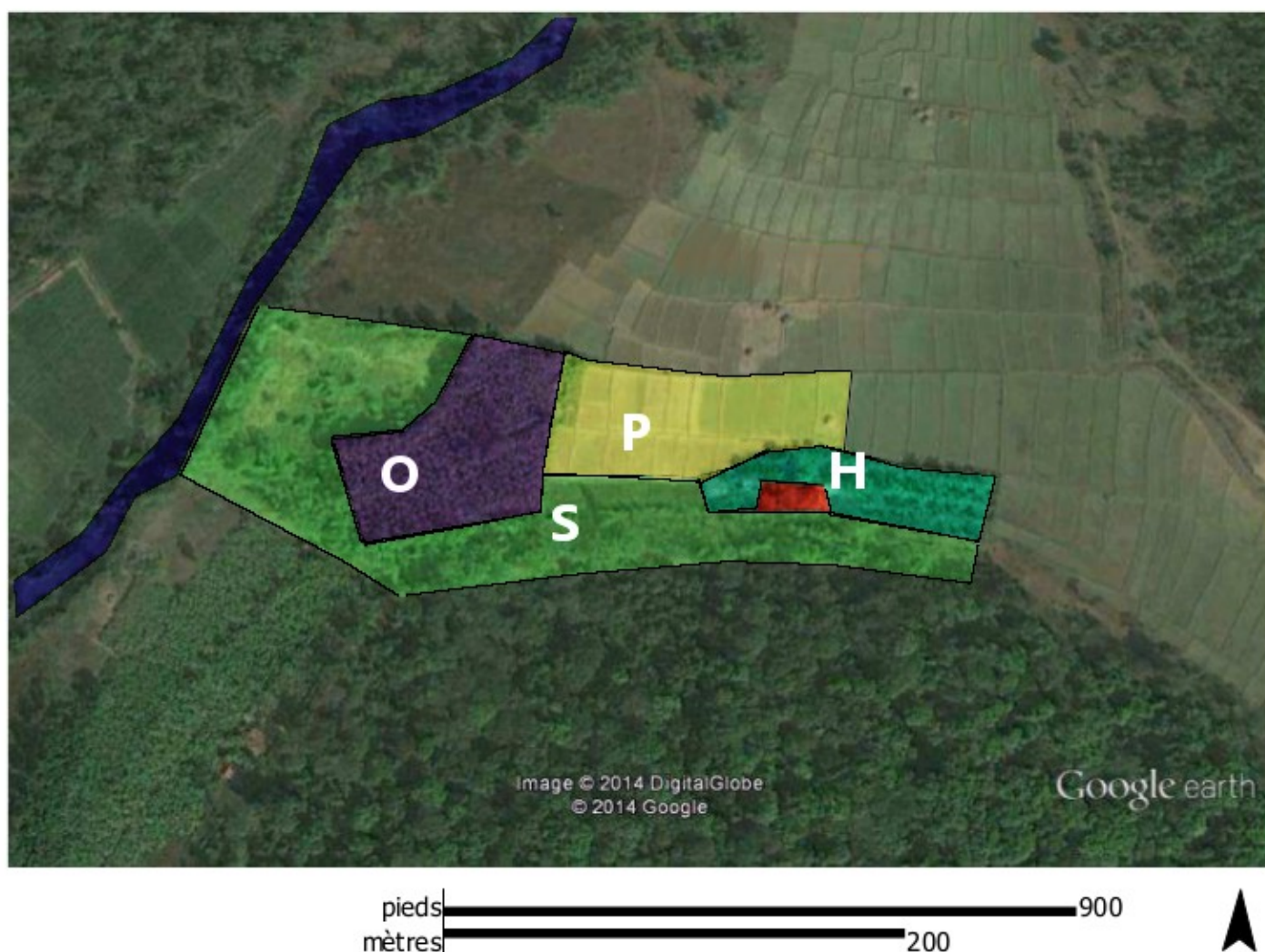


Figure 2 : Plan de l'organisation de l'exploitation agricole A (réalisé avec la vue aérienne Google Earth)

La figure ci-dessus présente l'organisation d'une exploitation agricole typique de la région.

L'habitation est marqué par un rectangle rouge entouré du jardin agroforestier (Home Garden) de couleur émeraude (H), celui-ci est placé près de la maison car il contient les cultures servants essentiellement à nourrir le foyer, il faut les surveiller et y accorder beaucoup d'attention. On peut y retrouver des cucurbitacées, des tomates et autres solanacées d'agréments (piments), des légumineuses , des bananiers et manguiers.

En jaune le « paddy » (P), c'est une zone qui est dédié à la culture du riz et qui sera inondé pendant la mousson. Lors de la saison sèche elle peut servir à produire quelques cucurbitacées pour la consommation du foyer.

En violet le verger (O) ou « orchard » va constituer l'unité de production destiné à la vente, on y retrouve principalement des aréquiers associés à des plants de poivre de cardamone et de curcuma.

Les plantations d'aréquier sont organisées en rang et séparés par des canaux d'irrigations creusés dans le sol. Dans de nombreuses exploitations, pour éviter le développement des adventices est réalisé un mulchage avec les feuilles des aréquiers et des cocotiers.

La Soppina Betta (S) est la partie forestière de l'exploitation, elle est utilisée principalement pour la récolte des feuilles qui vont servir de mulchage pour le jardin agroforestier ou du verger.

Ce mulchage à trois intérêts : apporter de la matière organique au sol, diminuer le développement des adventices et réduire la lessivation des sols dus aux pluies abondantes lors de la mousson.

Historiquement, les parcelles de Soppina Betta sont accordées à tout propriétaire ayant un verger d'aréquier, ainsi pour un acre d'aréquier était accordés 4 acres de Soppina Betta. L'État reste cependant propriétaire de ces parcelles, mais le droit d'usage est transférable et reste liés aux parcelles d'aréquier, il est donc possible de « vendre » ces parcelles en vendant les parcelles d'aréquier en même temps.

III Objectifs, cadre théorique et méthodologie

1 Les forêts tropicales : des milieux difficiles à étudier

Deux points rendent les inventaires faunistiques en forêts tropicales humides très difficiles à réaliser ; la densité de la végétation et la richesse faunistique.

- La densité de végétation a deux inconvénients majeurs, elle rend difficile la progression à l'intérieur de la forêt et complique l'observation et l'identification de la faune.
- La richesse et la densité de la faune fait qu'il est plus difficile d'identifier les espèces cela demande donc une connaissance importante de la faune locale. Chaque identification est laborieuse et dans certain cas tout à fait impossible avec nos moyens.

Il convient donc de définir clairement nos objectifs afin de choisir la méthode la plus adaptée en prenant en compte les difficultés du terrain d'étude et les moyens dont on dispose.

Ainsi les deux objectifs importants sont:

- Réaliser une estimation rapide de biodiversité de la faune des JAF
- Définir un protocole d'inventaire simple, répétable et adapté aux JAF

2 Limites liées au conditions du stage

Pour atteindre ces objectifs il est important d'estimer le travail qui est réalisable et pour cela définir à la fois les limites techniques et théoriques de l'étude.

- Limités dans le temps, les inventaires sur le terrain ne peuvent s'effectuer que jusqu'au 16 juin, après les premières pluies de la mousson arrivent et rendent le terrain impossible voir dangereux.
- Limite en moyen, les transports, l'interprète et le matériel ont un coût
- Les inventaires faunistiques en forêts tropicales sont une première expérience pour moi, mes capacités et compétences d'identification des espèces sont très limitées lors de mes premières excursions sur le terrain.
- Culturelle et Religieuse, aucune espèce ne doit être capturée/piégée/tuée.
- Logistique et socioculturelle, les paysans ne parlent pas anglais, et ont des us et coutumes différents à respecter, je dois être sûr que mon protocole d'inventaire soit en accord avec le style de vie locale.

3 Choix des taxa

Afin de recenser rapidement et facilement un grand nombre d'espèces, nous avons choisis des taxa comportant des espèces identifiables assez aisément et qui sont susceptibles d'avoir des interactions et impacts sur la production agricole du JAF (sur la pollinisation par exemple).

Nous avons donc sélectionné 7 taxa :

- Amphibiens
- Mammifères
- Reptiles
- Lépidoptères
- Abeilles
- Odonates
- Oiseaux

4 Choix de l'indice de biodiversité utilisé

Il existe plusieurs niveaux d'indice pour caractériser la biodiversité (α , β ou γ) leur utilisation varie en fonction des aspects que l'on veut mettre en valeurs, richesse du milieu, interactions entre espèces, espèces rares...

Une des finalités de l'étude conduite par Vanastree est de montrer que les JAF constituent un habitat particulier abritant une faune propre, ainsi il convient d'utiliser l'indice de biodiversité α ou γ (Marcon, 2011).

Ces deux indices représentent la richesse spécifique du milieu, qui idéalement correspond à la somme de l'ensemble des espèces existant sur la surface inventoriée. L'indice α et γ se calcule de la même façon, si l'on considère que le milieu étudié constitue un seul et unique habitat on parlera de biodiversité α . Si l'on considère que l'on étudie un ensemble d'habitat différent on parlera alors de biodiversité γ (Marcon, 2011).

Dans un premier temps je vais considérer que l'ensemble des JAF étudiés constituent un seul et même habitat et donc on parlera de biodiversité α .

5 Quel type de mesure effectué et adapté pour quel estimateur de biodiversité α ?

Cependant il est quasi-impossible de recenser l'ensemble des espèces présente dans une surface donnée, pour accéder à une valeur de biodiversité α il faut donc utiliser un estimateur.

Cet estimateur va dépendre du type de données que l'on va recueillir sur le terrain.

Il existe trois approches pour estimer la richesse spécifique du milieu (Marcon, 2011) :

- Réaliser une extrapolation de la courbe du nombre d'espèces inventoriées en fonction de la surface échantillonnée. La valeur estimée du nombre d'espèces correspondra alors à la valeur de l'asymptote de la fonction espèces/surface inventoriée extrapolée à partir de l'échantillon. (Arrhenius, 1921 ; Plotkin et al., 2000)
- Par des mesures d'abondance de chaque espèce observée (nombre d'espèces observées par unité de surface). On ajuste ensuite une loi décrivant la probabilité de rencontre de chaque espèce et son abondance mesurés sur le terrain. Ainsi avec cette probabilité de rencontre et l'ensemble des espèce que l'on a rencontré on va pouvoir calculer l'indice de biodiversité α .
- Par des méthodes non-paramétriques. Elles sont basées soit sur une mesure d'abondance de l'échantillon, soit sur l'occurrence d'une espèce (absence ou présence de l'espèce lors de l'inventaire). Les estimateurs chao1 chao2, ACE ou jackknife fonctionnent en différenciant

d'un côté les espèces rares ayant peu de probabilités d'être observées et les autres. En réalisant certaines hypothèses sur la probabilité de rencontre des espèces rares et celles des espèces non-rares et en fonction de leurs répartition, il est possible d'estimer la richesse spécifique du milieu.(Chao et al., 2005 ; Chao et Lee, 1992 ; Marcon, 2011 ; Burnham et Overton, 1979). Par exemple pour chao1 on considérera rare les espèce que l'on a rencontré qu'une seule fois comme les espèces rares, pour ACE la limite est variable Chao préconise par exemple la valeur seuil de 10 observations (au-delà les espèces ayant été observées plus de 10 fois sont considérées comme abondantes).

La mesure d'abondance nécessitant un protocole d'échantillonnage et de très bonnes capacités d'observation dans le cas d'inventaire faunistique est plutôt utilisée pour l'étude de la flore. Reporter les occurrences laisse une plus grande liberté lors de l'inventaire et plus de temps pour identifier chaque espèce sans s'inquiéter de leurs nombres, ce qui est particulièrement avantageux en milieux tropicales où la densité de la faune est importante.

Une mesure d'occurrence d'espèce sur chaque exploitation inventoriée a donc été choisi et couplée aux méthodes non-paramétriques pour estimer la richesse spécifique.

6 Échantillonnage et répétition des inventaires

Dans le but d'avoir une vision globale de la faune des JAF de la région des Malnad et dans la continuité de l'étude de James Deseagher, l'échantillonnage a été réalisé parmi les 40 exploitations dont il a déjà inventorié la flore.

5 exploitations ont été choisies et sont disposées selon un gradient de pluie Est-Ouest (voir figure 3). Par rapport aux contraintes de temps, deux séries d'inventaires vont être réalisées, chaque inventaire se déroulant sur deux jours, il y aura au total 20 jours d'inventaire, la phase de terrain se déroulera donc sur un mois.

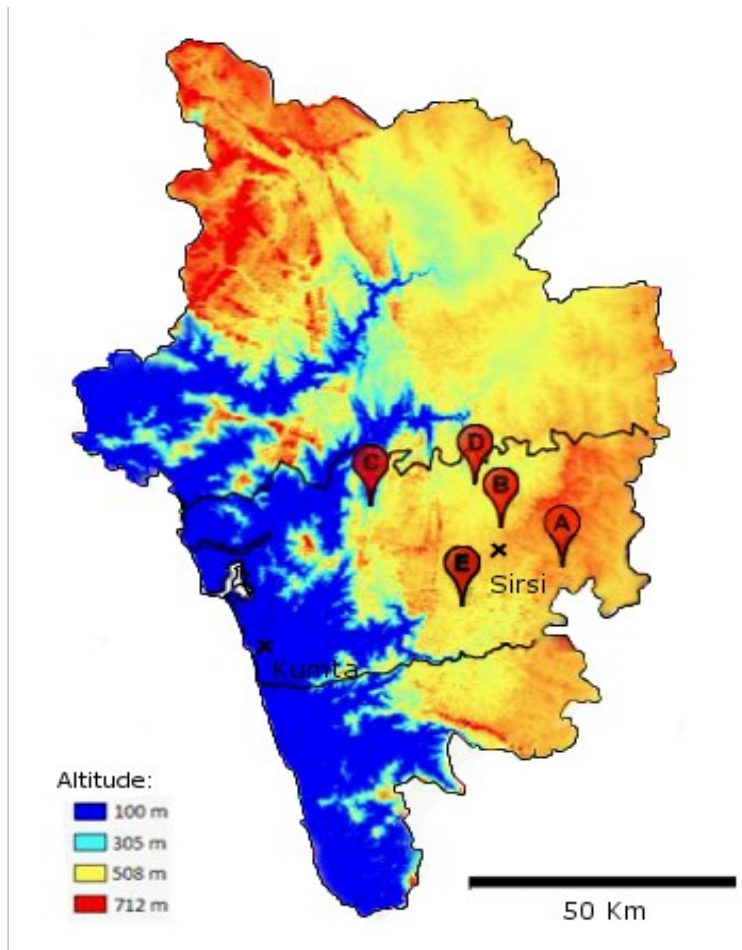


Figure 3 : Localisation des 5 exploitations agricoles choisies pour réaliser les inventaires sur la carte de l'Uttar Kannada (Karnataka).

L'exploitation C se trouve sur la crête de la chaîne de montagne des Western Ghats, dans la région la plus vallonnée et la plus arrosée. Le gradient de pluie décroît en allant vers l'est jusqu'à l'exploitation A.

IV Protocole et adaptation des méthodes disponibles aux JAF

Il existe de nombreux protocoles d'inventaires faunistiques en forêts tropicales. Ils ont été développés notamment dans le cas des concessions forestières en Afrique centrale, où un plan de gestion de la faune est devenu obligatoire pour la validation du plan d'aménagement de l'exploitation forestière. (Mathot et Doucet, 2006).

1 Choix échantillonnage

La méthode des layons ou « distance sampling » est l'une des méthodes les plus utilisées en forêt tropicale pour réaliser des échantillonnages (Mathot et Doucet, 2006). Elle consiste à tracer des layons parallèles à intervalle régulier sur la parcelle de forêt. Dans le cas d'inventaires dans les exploitations agricoles, suivre des layons d'inventaires est non envisageable pour la simple raison qu'il s'agit de lieu organisé avec une empreinte anthropique forte.

Une décision importante dans notre méthode fût de ne pas faire de sous-échantillonnage à l'intérieur

des exploitations agricoles et considérer que la surface entière a été explorée lors de chaque inventaire. Étant donné qu'il existe un réseau de chemin tracé par les activités humaines, et que celui-ci permet dans de nombreux cas d'accéder à presque toute la surface de l'exploitation, nous allons simplement suivre ces chemins pour réaliser les inventaires.

Cela présente l'avantage d'une part de ne pas perdre de temps à dégager la végétation, d'autre part il est plus aisé d'effectuer les inventaires sur ces pistes. Les chemins existants depuis longtemps permettent donc de repérer plus aisément les animaux, et de faire moins de bruit en progressant donc moins de risque de faire fuir la faune.

L'incidence de biais introduit par cette méthode est minimale car d'une part on effectue pas de sous échantillonnage à l'intérieur de l'exploitation agricole et d'autre part on s'intéresse à l'absence ou la présence de chaque espèce et non à leur abondance (Corn et Bury, 1990).

2 Description des différentes phases d'inventaire appliquées sur le terrain

Chaque inventaire est décomposé en plusieurs sous inventaires afin de maximiser le nombre d'espèces différentes trouvés sur le terrain. Le problème des inventaires multi-spécifiques est que chaque taxon a des préférences et des périodes d'activités différentes au cours de la journée. Il a donc été choisi 4 périodes d'inventaires :

- Les « morning surveys » réalisés au lever du soleil de 6h30 à 9h.
- Les « evening surveys » réalisés au coucher du soleil de 16h à 18h30.
- Les « night surveys » réalisés la nuit de 21h à 23h.
- Et enfin un dispositif de « light trapping » a été installé la nuit lors de la première série d'inventaire.

3 Description d'une journée d'inventaire type :

Concrètement lors d'une session type d'inventaire, on arrive le matin entre 8h et 10h sur le terrain, on commence alors par un tour de l'exploitation, on repère les chemins que l'on va emprunter pour l'inventaire, on définit clairement les limites de l'exploitation, l'usage de chaque parcelle (Soppina betta, Orchard, Home Garden, Paddy ou Forest),

et si l'exploitant en est ou non propriétaire. Vers 13h on prend le repas avec la famille puis on se prépare pour l'inventaire de 16h. A 19h on installe le « light trap » puis on prend le repas du soir pour être prêt pour l'inventaire de nuit. Au retour, il faut photographier ou identifier l'ensemble des lépidoptères piégés par le dispositif et le démonter pour le reste de la nuit. Au matin on commence directement par l'inventaire à 6h30 (autrement les hôtes se sentaient obligés de préparer le déjeuner avant que l'on parte et se réveillaient donc très tôt...), à 9h l'inventaire est fini.

4 Méthode d'observation sur le terrain

Plusieurs méthode d'observation et de progression sur le terrain on été couplées sur le terrain:

- Le VES (Visual Encounter Survey), cette technique consiste simplement à se déplacer lentement à un rythme défini (1minutes pour 10 m par exemple). Elle permet de bien repérer les reptiles, les amphibiens, les mammifères et les insectes (Manley et al., 2006 ; Doan, 2003 ; Corn et Bury, 1990)
- Le « point count », qui consiste à s'arrêter à un point de comptage stratégique pendant un long moment pour pouvoir observer les animaux. Cette technique est particulièrement efficace pour repérer et identifier les oiseaux (Ralph et al., 1995)
- L'identification des empreintes et fèces, qui permettent l'identification de mammifères.
- Le light trapping, qui consiste à éclairer un grand tissu blanc suspendu avec une ampoule CFL (compact fluorescent lamp), le tissu est orienté vers la zone d'où l'on veut attirer la faune, dans notre cas on place le dispositif près de l'habitation et en direction du JAF. (Gurule et Nikam, 2011) Il est important d'avoir une habitation proche pour avoir une source d'électricité.
- Le VES la nuit, à l'aide d'une lampe torche focalisée, on peut repérer plus aisément les mammifères les reptiles, les amphibiens et les oiseaux nocturnes.(Hyder et al., 2010 ; Doan, 2003)

La combinaison de ces méthodes permet d'augmenter significativement le nombre d'espèces inventoriées dans le cadre des inventaires multi-spécifique (Manley et al., 2006 ; Hyder et al., 2010 ; Mathot et Doucet, 2006). Hyder et ses coauteurs décrivent les performances de chaque méthode pour les vertébrés dans Technical Guide-Terrestrial Vertebrate Fauna Surveys for Environmental Impact publié en 2010.

5 Matériel utilisé

Très peu de matériel est nécessaire pour réaliser cet inventaire et en voici la liste pour 2 personnes :

- 2 paires de jumelles
- 2 appareils photo
- 2 lampes frontales avec lumière focalisée
- 2 montres
- 1 GPS
- Une large toile blanche pour réaliser le « light trap »
- Une lampe CFL avec un cordon d'alimentation
- 2 carnets de terrains

Les ouvrages de référence qui nous ont guidé à identifier les espèces observées :

- Dragonflies and damselflies of peninsular India-A field guide (Subramanian, 2005)
- Amphibians of peninsular India (Daniels, 2005)
- A photographic guide to snakes and other reptiles of India (Das, 2002)
- A field guide to the frogs and toads of the Western Ghats, India (Daniels, 1997)
- Birds of Western Ghats, Kokan & Malabar: including birds of Goa (Pande, 2003)
- The book of Indian animals (Prater et Barruel, 1971)
- A Photographic Guide to Butterflies of Goa: Also Includes Butterflies of Other Ranges of the Western Ghats & Southern India (Rangnekar et Borkar, 2007)

6 Description d'une session d'inventaire type.

Premièrement on choisit dans quel ordre nous allons inventorier les différentes parties de l'exploitation, (HG, PD, FT, SB ou OR), on essaye de changer l'ordre entre chaque répétition. Ensuite on inscrit sur le carnet le lieu inventorié, la date, l'heure et la position GPS. Le premier enquêteur, mon assistant Amit, va devant car il est plus expérimenté et est capable d'identifier plus rapidement les animaux avant qu'il ne fuient, notamment les oiseaux. Un espace d'environ 30 mètres nous sépare, derrière je me concentre principalement sur l'inventaire des papillons odonates, amphibiens et reptiles en prenant des photos ou dans certains cas je prend le temps d'identifier sur le terrain. On se concentre sur la faune présente dans les 20 premiers mètres autour de nous, bien-sûr lorsque le terrain est dégagé les observations pouvant être faites à plus grande distance sont prises en compte, le but est simplement de ne pas trop s'écarter du chemin d'inventaire. De façon régulière, lorsque l'on arrive dans une « zone stratégique » on effectue un « count point », on s'arrête alors pendant 3 à 6 min. L'inventaire dans les verger d'aréquier est très simple, ceux-ci étant organisés en ligne, on peut observer les espèces à une grande distance et en passant entre chaque rangée on est sûr d'avoir inventorié la totalité de la surface. Les zones stratégiques choisies de manière générale pour effectuer des « point counting » sont les clairières, les positions en hauteur et les cours d'eau. Entre chaque partie de l'exploitation on recommence un inventaire, c'est à dire à que par exemple que si l'on rencontre une espèce que l'on a déjà inventoriée dans la partie précédente on la note une nouvelle fois.

La progression de nuit est différente, les deux observateurs se suivent de façon très proche et seul la personne située devant garde sa lampe torche allumée. Le but est de repérer les scintillements de lumière dus aux reflets du faisceau de la lampe torche sur les yeux des animaux. A noté que lorsqu'il pleut la détection est plus difficile en raison de la multitude des reflets des gouttes de pluie.

7 Données complémentaire relevées lors des inventaires

Grâce à des données GPS, aux informations recueillies sur le terrain avec les exploitants et le logiciel Google Earth, j'ai réalisé les cartes d'organisation des 5 exploitations visitées. Ces cartes permettent de donner des informations supplémentaires sur le fonctionnement de ces exploitations, comment elles s'inscrivent dans leurs milieu, comment est organisée chaque partie et quelle est sa superficie. Ce travail a permis de plus à quantifier l'envergure de l'inventaire faunistique en terme de surface couverte. Ces figures sont en Annexe de la page 22 à 23, la carte de l'exploitation A à été utilisée pour la figure (2)

V Résultats et Analyses

Les 10 inventaires se sont étalés sur une période d'un mois allant 20 mai au 20 juin. Ils ont couvert une surface total de 21, 7 hectares, chaque exploitation ayant été inventoriée entre 4 et 5 fois. Au total c'est 68 échantillons qui vont servir à réaliser l'estimation de biodiversité reportant 184 espèces différentes. L'ensemble des observations recueilli sur le terrain est en Annexe pages 24 à 26.

1 Résultats observées des deux séries inventaires

Voici ici un tableau résumant les principaux chiffres de l'étude faunistique :

Tableau 1 : récapitulatif des inventaires réalisés sur les 5 exploitations A, B, C, D et E, reprenant le nombre d'espèces observées lors des inventaires et le nombre d'espèces considérées comme rares.

Numéro du site	A	B	C	E	D	Moyenne	Total
Nombre total d'espèces observées lors du premier tour d'inventaire	66	96	30	44	48	56,8	106
Nombre total d'espèces observées lors du second inventaire	45	66	30	47	56	48,8	130
Variation du nombre d'espèces observées entre les deux inventaires	-31,8	-31,3	0,0	6,8	16,7	-7,9	22,6
Nombre de nouvelles espèces observées au second inventaire	19	22	19	24	34	23,6	78
% sur total observé sur l'exploitation	22,4	18,6	38,8	35,3	41,5	31,3	42,4
Nombre total d'espèces différentes observées	85	118	49	68	82	80,4	184
Nombre d'espèce considéré comme « rare » (Nobs>10)	60	93	31	60	47	58,2	160

On observe que lors de la réalisation de la deuxième série d'inventaire on a recensé un plus grand nombre d'espèces. Lors du premier inventaire 106 espèces différentes ont été identifiées toute exploitation confondue, dans le deuxième inventaire on en a identifié 130, et 78 espèces sur les 130 n'avaient pas été observées lors du premier passage. Pour les inventaires A et B il y a une chute du nombre d'espèces observées entre le premier et le deuxième inventaire. Une des causes peut-être les conditions météorologiques, les exploitations A et B ont été les dernières inventoriées et les premières pluies de mousson sont arrivées. Le pourcentage de nouvelles espèces observées lors du deuxième inventaire est environ deux fois inférieur avec 18, 6 et 22, 4 pour une moyenne de 42, 4.

D'un autre côté, les exploitations A et B sont celles qui recensaient le plus d'espèce lors du premier tour d'inventaire, 96 espèces recensées dans l'exploitation A c'est déjà un peu plus de 90 % de diversité de faune recensée sur l'ensemble des exploitations. On notera le faible nombre d'espèces recensées dans le cas de l'exploitation B, elle se trouve pourtant dans la zone la plus sauvage de la région des Malnad. L'exploitation est situé sur une forte pente et

2 Surfaces inventoriées et nombre d'espèces rares et non-rares observées

Tableau 2 reprenant les informations de surface de chaque partie des exploitations, le pourcentage qu'elle représente par rapport l'ensemble de l'inventaire et le nombre d'espèces rares observées

Numéro du site	A	B	C	E	D	Total
Orchard	0,520	2,650	0,310	1,200	0,222	4,902
Paddy	0,520	0,000	0,000	0,000	0,000	0,520
Home Garden	0,260	0,092	0,009	0,086	0,105	0,552
Soppina Betta/ Forest	1,400	11,500	0,130	2,400	0,245	15,675
Total	2,700	14,242	0,449	3,686	0,572	21,649
% sur la surface totale inventoriée	12,5	65,8	2,1	17,0	2,6	100,0
Nombre total d'espèces différentes observées	85	118	49	68	82	184
Nombre d'espèce considéré comme « rare » (Nobs>10)	60	93	31	60	47	160

On remarque dans le tableau ci dessus l'importance de la surface de l'exploitation B dans l'inventaire. A elle seule, elle représente 66% de la surface inventorié et abrite 93 espèces que l'on à considérées comme rare. L'exploitation D est elle aussi remarquable car avec une surface total de 2,6 hectares à un nombre d'espèces différentes proches des exploitations A et E qui sont 4 à 6 plus importantes. On note donc qu'il n'y pas de corrélation évidente entre la surface inventorié et le nombre d'espèces différentes observées. Il conviendrait de regarder l'impact de l'effort d'inventaire sur le nombre d'espèce différentes observées, dans notre études le même effort d'inventaire a été appliquer à chaque exploitations.

3 Résultat des estimations avec le logiciel SPADE(Chao et Shen, 2010)

Tableau 3 : Résultat de l'analyse avec le logiciel SPADE donnant les estimations de richesse spécifique en fonction des différentes méthodes et modèles et l'intervalle de confiance associé

ESTIMATION OF SPECIES RICHNESS:				
Estimator/Model	Estimate	Est_s.e.	95% Confidence interval	Est. CV (rare)
Homogeneous Model	211.8	7.2	(200.9, 230.0)	
Chao2 (Chao, 1987)	264.0	26.0	(227.2, 333.0)	
Chao2-bc	260.1	24.6	(225.2, 325.4)	
Model(h) or ICE	260.7	7.7	(247.0, 277.4)	0.794
Model(h)-1 or ICE-1	294.3	11.8	(273.5, 319.9)	1.030
1st order jackknife	251.0	11.4	(232.1, 277.5)	
2nd order jackknife	289.3	19.7	(257.3, 335.4)	

Le modèle homogène (homogeneous Model) est une estimation minimale de la biodiversité du milieu. Elle est biaisée dans le sens où elle considère que la probabilité de détection de toutes les espèces rares est homogène.(Chao et Lee, 1992) On n'utilisera donc pas cet indice pour caractériser la biodiversité de notre milieu.

Le modèle (h) ou ACE est dit non biaisé car il prend justement en compte l'hétérogénéité de cette probabilité de détection des espèces rares.

Chao précise que pour une estimation de la richesse spécifique, on peut utiliser le modèle ACE lorsque le coefficient de variation est inférieur à 8.(Chao et al., 2005)

Ainsi la richesse spécifique du milieu est situé dans l'intervalle [247 ; 277,4] avec une confiance de 95 %.

4 Limites et biais introduits par la méthode

Le fait de n'avoir inventoriés que 5 exploitations est le premier facteur affectant la représentativité de l'échantillon, pour arriver à des résultats plus solides il faudrait réaliser le même type d'inventaire sur au moins 30 exploitations.

La différence de taille entre les exploitations, et surtout le fait que l'exploitation B soit beaucoup plus grande que les autres affecte aussi la représentativité de l'échantillon. Mais le fait que l'on est consacré approximativement le même effort d'inventaire pour chaque exploitation en terme de nombre d'heures d'observations diminue ce biais. Mais peut-on alors considérer que l'exploitation B à bien été inventoriée totalement (hypothèse que l'on a admis dans notre méthode en choisissant de ne pas faire de sous-échantillonnage). Pour voir l'impact de ce biais il aurait été intéressant de réaliser une carte de « fréquentation » au moyen d'un GPS. On peut imaginer un dispositif GPS qui

va enregistrer automatiquement la localisation de l'observateur à intervalle régulier et en définissant un rayon d'observation autour de chaque localisation relevé, réaliser une carte du taux de couverture de l'inventaire et ainsi vérifier l'hypothèse que l'exploitation a été complètement inventoriée.

VI Conclusion

Malgré les défauts inhérents à la méthode et aux contraintes de temps, les résultats donnés par l'étude sont encourageants et ont permis de d'estimer avec très peu de moyen et sur une courte période d'inventaire une valeur de la richesse spécifique des JAF.

La méthode cependant possède de nombreux biais et limites que l'on peut plus ou moins contrôler et quantifier en fonction des moyens dont on dispose.

La méthode d'inventaire choisie est basée sur un relevé d'occurrence des espèces observées, chaque échantillon constitué par une exploitation agricole doit être inventorié sur toute sa surface. Sur le terrain on a couplés plusieurs méthodes d'observations dans le but d'optimiser notre inventaire. On peut ainsi grâce à des estimateurs non-paramétriques donner une valeur de richesse spécifique et son intervalle de confiance.

Cependant la richesse spécifique ne résume pas la biodiversité du milieu. Les interactions entre espèces, leurs répartitions, les échanges avec le milieu sont complètement occultés par cette approche. Dans la mesure où les jardins agroforestiers sont inscrits dans des exploitations agricoles possédant une organisation complexe et soumis à des flux à la fois d'origine anthropique mais aussi naturels, réaliser une estimation de la richesse spécifique est bien une première étape pour étudier la complexité de ces écosystèmes.

Il faut donc continuer à chercher d'autres moyens pour décrire cette complexité afin de comprendre de mieux en mieux leurs fonctionnements.

Bibliographie

- Arrhenius O., 1921. Species and area. *Journal of Ecology*, 9 (1), pp. 95-99.
- Burnham K.P., Overton W.S., 1979. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology*, 60 (5), pp. 927-936.
- CED INDIA, 2009. *Agriculture, food and small farmer in India*. Disponible sur Internet: <http://base.d-p-h.info/en/fiches/dph/fiche-dph-8104.html> [Consulté le 02/12/2014].
- Chao A., Chazdon R.L., Colwell R.K., Shen T., 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters*, 8 (2), pp. 148-159.
- Chao A., Lee S.-M., 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American statistical Association*, 87 (417), pp. 210-217.
- Chao A., Shen T., 2010. *Program SPADE (Species Prediction And Diversity Estimation)*. Disponible sur Internet: <http://chao.stat.nthu.edu.tw>. (You can download the pdf files of all relevant papers directly from the above website.).
- Corn P.S., Bury R.B., 1990. Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles.
- Daniels R., 1997. A field guide to the frogs and toads of the Western Ghats, India. *Cobra, Vols*, 27 , p. 28.
- Daniels R.J.R., 2005. *Amphibians of peninsular India*. Indian Academy of Sciences. Hyderabad, Universities Press (India), 268 p. India--a lifescape.
- Das I., 2002. *A photographic guide to snakes and other reptiles of India*. New Holland.
- Doan T.M., 2003. Which methods are most effective for surveying rain forest herpetofauna? *Journal of herpetology*, 37 (1), pp. 72-81.
- Gurule S.A., Nikam S.M., 2011. Inventory of lepidopterous insects in survey for moth diversity. *FLORA*, 17 (1PP), pp. 165-174.
- Hyder B., Dell J., Cowan M., 2010. Technical Guide-Terrestrial Vertebrate Fauna Surveys for Environmental Impact. *Gouvernement of Western Australia , Departement of Environment and Conservation*, p. 46.
- Manley P.N., Horne B. van, Roth J.K., Zielinski W.J., McKenzie M.M., Weller T.J., Weckerly F.W., Vojta C., 2006. Multiple species inventory and monitoring technical guide. *General Technical Report-USDA Forest Service*, (WO-73),.
- Marcon E., 2011. Mesures de la Biodiversité. *UMR Ecologie des Forêts de Guyane*, p. 42.
- Mathot L., Doucet J.-L., 2006. Méthode d'inventaire faunique pour le zonage des concessions en forêt tropicale. *Bois et forêts des tropiques*, (287), pp. 59-70.
- Nicolaysen A.M., 2012. Empowering Small Farmers in India through Organic Agriculture and Biodiversity Conservation.

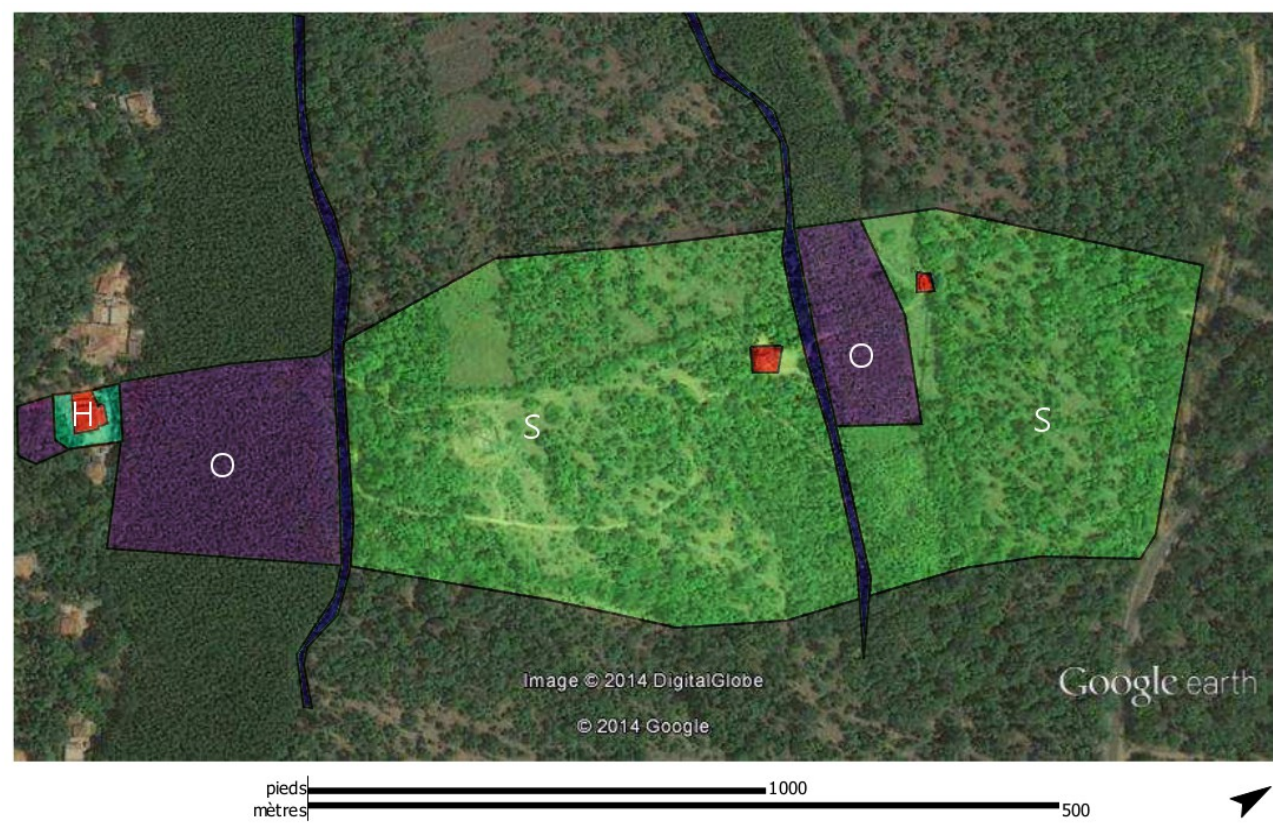
- Pande S., 2003. *Birds of Western Ghats, Kokan & Malabar: including birds of Goa*. Mumbai : New Delhi, Bombay Natural History Society ; Oxford University Press, 371 p.
- Plotkin J.B., Potts M.D., Douglas W.Y., Bunyavejchewin S., Condit R., Foster R., Hubbell S., LaFrankie J., Manokaran N., Seng L.H., 2000. Predicting species diversity in tropical forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97 (20), pp. 10850-10854.
- Prater S.H., Barruel P., 1971. *The book of Indian animals*. Bombay Natural History Society Bombay, India vol.2.
- Pushkaran K., 2002. Home gardens in Kerala as an efficient agroecosystem for conservation and sustainable management of biodiversity. *Home gardens and in situ conservation of plant genetic resources in farming systems*, p. 169.
- Ralph C.J., Droege S., Sauer J.R., 1995. Managing and Monitoring Birds Using Point Counts: Standards and Applications¹, 3.
- Ramakrishnan P., 2000. An integrated approach to land use management for conserving agroecosystem biodiversity in the context of global change. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 1 (1), pp. 56-67.
- Rangnekar P., Borkar M., 2007. *A Photographic Guide to Butterflies of Goa: Also Includes Butterflies of Other Ranges of the Western Ghats & Southern India*. Mineral Foundation of Goa.
- Singh R., 2000. Environmental consequences of agricultural development: a case study from the Green Revolution state of Haryana, India. *Agriculture, ecosystems & environment*, 82 (1), pp. 97-103.
- Soemarwoto O., 1987. Homegardens: a traditional agroforestry system with a promising future. *Agroforestry: A decade of development*, pp. 157-170.
- Subramanian K., 2005. Dragonflies and damselflies of peninsular India-A field guide. *E-Book of Project Lifescape. Centre for Ecological Sciences, Indian Institute of Science and Indian Academy of Sciences, Bangalore, India*, Annexe

Annexe

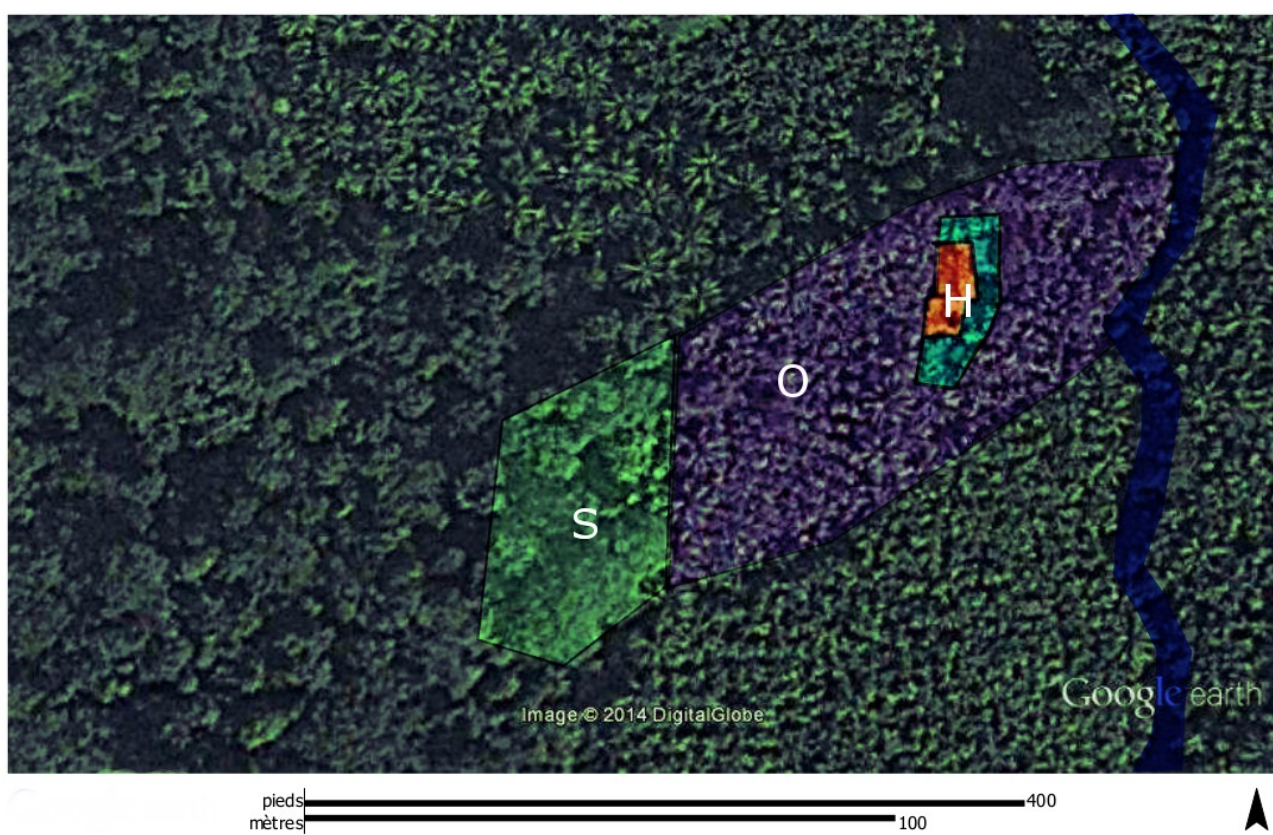
De Page 22 à la page 23 sont présentés les plans d'organisations des exploitations B, C, D et E.

De la page 24 à 26 sont présentés l'ensemble des données collectées, avec une matrice du nombre d'observation de chaque espèce inventoriée en fonction de la zone et de l'exploitation où elle a été recensée.

Plan d'organisation de l'exploitation agricole B (vue aérienne issue de Google Map)



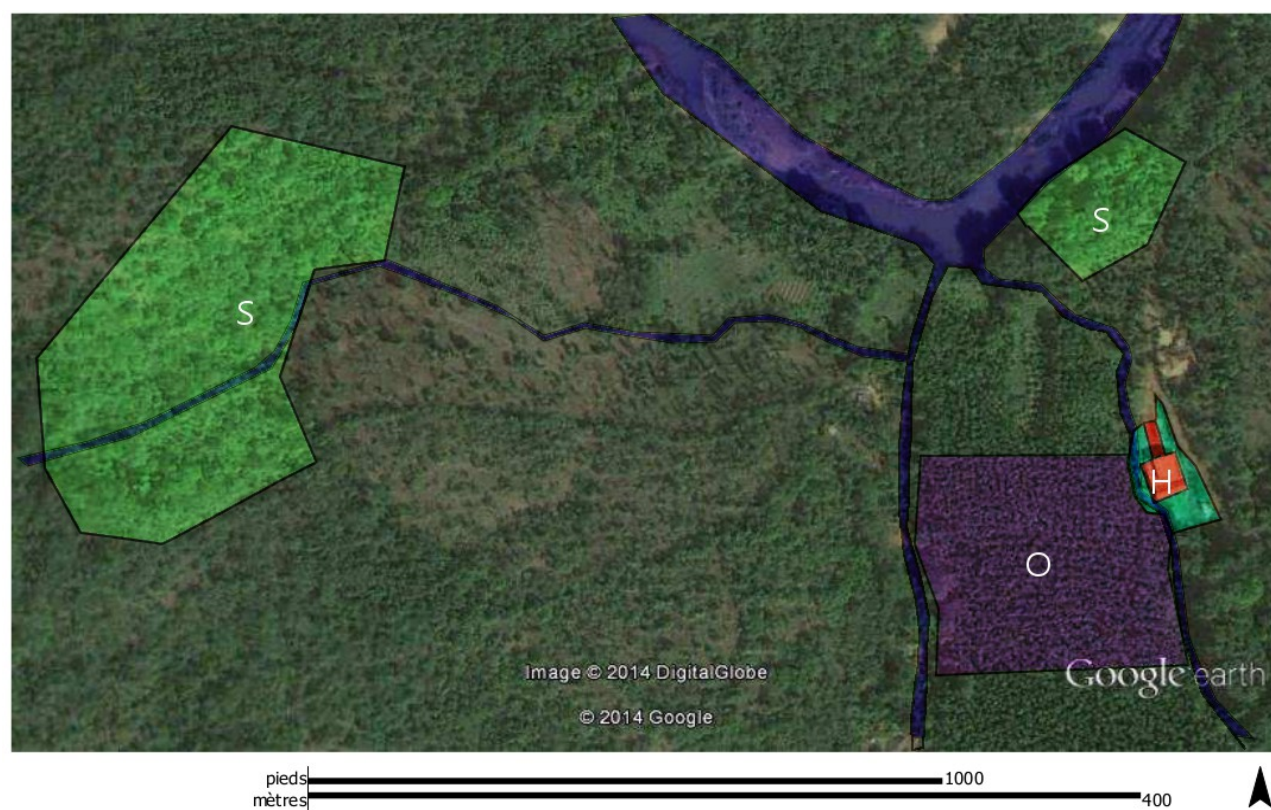
Plan d'organisation de l'exploitation agricole C (vue aérienne issue de Google Map)



Plan d'organisation de l'exploitation agricole D (vue aérienne issue de Google Map)



Plan d'organisation de l'exploitation agricole E (vue aérienne issue de Google Map)



Classe	Nom de l'espèce	A			B			C			D			E			Total	
		HG	OR	PD	SB	HG	OR	SB	HG	OR	SB	FT	HG	OR	HG	OR		SB
Amphibians	Bi-colored Frog (<i>Rana curtipes</i>)		2		2											2	4	10
	Bombay Bush Frog (<i>Philautus bombayensis</i>)								1		1							2
	Bronzed Frog (<i>Rana temporalis</i>)				1		1											2
	Burrowing Frog (<i>Sphaerotheca dobsoni</i>)						1											1
	Common Indian Toad (<i>Bufo melanostictus</i>)			1			1				1		1				1	5
	Fungoid Frog (<i>Rana malabarica</i>)				1													1
	Malabar Glyding Frog (<i>Rhacophorus malabaricus</i>)						1	1			1							3
	Malabar Tree Toad (<i>Pedostibes tuberculosus</i>)															1	1	2
	Paddyfield Frog (<i>Limnonectes limnocharis</i>)						2	1				1	1					5
	Water Skipper Frog (<i>Rana cyanophlyctis</i>)				1	1	4	1	1	2		1	1		3			15
	White-nosed Bush Frog (<i>Philautus leucorhinus</i>)												1					1
	Yellow Bush Frog (<i>Roarchestes luteolus</i>)																1	1
	Total Amphibiens différents	5			5			2			5			5			12	
Bees	Hejjanu ()			1		1		2					1			1	6	
	Tuduvi (<i>Apis cerena indica</i>)	4	2	3	3		1	1	1		1		1				17	
	Total Abeilles différentes	2			2			1			2			1			2	
Mammals	Black-Napped Hare (<i>Lepus nigricollis</i>)							1			1						2	
	Bonnet Macaque (<i>Macaca radiata</i>)				3	1											4	
	Brown Palm Civet (<i>Paradoxurus jerdoni</i>)							1									1	
	Common Palm Civet (<i>Paradoxurus hermaphroditus</i>)						1	1									2	
	Fulvous Fruit Bat (<i>Rousettus leschenaulti</i>)								1		1						2	
	Hanuman Langur (<i>Presbytis entellus</i>)	1			3	1		1		2	3		1			2	14	
	Indian Gerbille (<i>Tatera indica</i>)				1												1	
	Indian Giant Flying Squirrel (<i>Petaurista philippensis</i>)							2							1		3	
	Indian Spotted Chevrotain (<i>Moschiola meminna</i>)							1							1		2	
	Indian Wild Dog (<i>Canis alpinus</i>)				1												1	
	Indian Wildboar (<i>Sus scrofa cristatus</i>)							1		1							2	
	Lesser False Vampire Bat (<i>Megaderma spasma</i>)						1										1	
	Malabar Giant Squirrel (<i>Ratufa indica</i>)					1					2						3	
	Malayan Giant Squirrel (<i>Ratufa bicolor</i>)				2		1	1								1	5	
	Spiny Field Mouse (<i>Mus platythrix</i>)				1												1	
	White-Tailed Wood Rat (<i>Madromys blanfordi</i>)							1		1							2	
	Total Mammifères Différents	7			4			4			7			4			16	
Odonates	Crimson Marsh Glider (<i>Trithemis aurora</i>)				1												1	
	Ground Skimmer (<i>Diplocodes trivialis</i>)				1												1	
	Stream Ruby (<i>Rhinocypha bisignata</i>)				1												1	
	Asiatic Blood Tail (<i>Lathrecista asiatica</i>)				1												1	
	Black Tipped Forest Glory (<i>Vestalis apicalis</i>)				1		1		1	4	3	1		3		1	15	
	Blue-tailed Green Darner (<i>Anax guttatus</i>)				2								1				3	
	Crimson Marsh Glider (<i>Trithemis aurora</i>)												1				1	
	Fulvous Forest Skimmer (<i>Neurothemis fulvia</i>)			1	1	1		1	1	2			1			1	9	
	Malabar Spreadwing (<i>Lestes malabarica</i>)							1									1	
	Pied Paddy Skimmer (<i>Neurothemis tullia</i>)			1	1		1	1				1	1				6	
	Pigmy Dartlet (<i>Agriocnemis pygmaea</i>)						1		1		1						3	
	River Heliodor (<i>Libellago lineata</i>)									1						1	2	
	Ruddy Marsh Skimmer (<i>Crocothemis servilia</i>)			1		2			1				1		1	1	1	8
	Stream Glory (<i>Neurobasis chinensis</i>)				1		2	1		1							5	
	Stream Ruby (<i>Rhinocypha bisignata</i>)									1					1	1	1	4
		Total Odonates Différents	10			5			7			10			6			15
Reptiles	Unidentified Snake ()								1								1	
	Assamese Day Gecko (<i>Cnemaspis assamensis</i>)								1	2	2	1			1	1	8	
	Beddome's Keelback (<i>Amphiesma beddomei</i>)												1				1	
	Brahminy Skink (<i>Eutropis carinata</i>)	1				1							2	1			4	
	Bronze Grass Skink (<i>Eutropis macularia</i>)		1	1											1	1	4	
	Common Green Forest Lizard (<i>Calotes calotes</i>)		2					1		3		1			1	1	9	
	Flying Lizard (<i>Draco dussumieri</i>)				1		1										2	
	Garden Lizard (<i>Calotes versicolor</i>)						1	2		1		1				1	6	
	Green Vine Snake (<i>Ahaetulla nasuta</i>)					1	1										2	
	Indian Rat Snake (<i>Ptyas mucosa</i>)				1												1	
	Roux's Forest Lizard (<i>Calotes rouxii</i>)						1	1		2			1	3	1		9	
	Spectacled Cobra (<i>Naja naja</i>)						1										1	
	Total Reptiles Différents	5			6			5			5			7			12	

Classe	Nom de l'espèce	A				B			C				D			E			Total
		HG	OR	PD	SB	HG	OR	SB	HG	OR	SB	FT	HG	OR	SB	HG	OR	SB	
Butterflies	Angled Castor (Ariadne ariadne)		1												2				3
	Blue Mormon (Papilio polymnestor)		1		1			1						1	1			1	6
	Blue Oakleaf (Kallima horsefieldi)																		1
	Blue Tiger (Tirumula limniace)	1			1						1								3
	Blue Tiger Moth (Dysphania percota)							2	1	2	2					3			10
	Chiasmia leonora ()					1													1
	Chocolate Pansy (Precis iphita)										1	1		1			1		4
	Common Albatross (Appias albina)							1						1					2
	Common Bush Brown (Mycalesis perseus)	1	1		1		1	2	1	1	2	2		3		1	1		17
	Common Cerulean (Jamides celeno)							1											1
	Common Emigrant (Catopsillapomona)				1		1	3					2	1	2				10
	Common Evening Brown (Melanitis leda)		1	1		1		2		1	1	4					2	2	15
	Common Fivering (Ypthima baldus)	1					1	2		1	1	1		1			3	2	13
	Common Fourring (Ypthima huebneri)	2	2		2	2	3	7	2	3	4	1		4	1	3	2		38
	Common Grass Yellow (Eurema hecabe)	3		1	3	1	1	2				1							12
	Common Indian Crow (Euploea core)		1		1									1					3
	Common Jezebel (Delias eucharis)							1											1
	Common Map Butterfly (Cyrestis thyodamox)											1							1
	Common Mormon (Papilio polytes)		1		2	1		2		1	1			1		1	1	1	11
	Common Palmfly (Elymnias hypermnestra)								1										1
	Common Rose (Pachliopta aristolochiae)	1						1											2
	Common Sailor (Neptis hylas)				1			1											2
	Crambidae spilomelinae ()					1													1
	Crimson Rose (Pachliopta hector)						1											2	3
	Danaid Eggfly (Hypolimnas misippus)	1	1		1		1	1				1		2		2	1		11
	Dark Grass Blue (Zizeeria karsandra)	1																	1
	Ganisa similis ()																1		1
	Gaudy Baron (Euthalia lubentina)				1														1
	Geometridae hemitheia ()											1							1
	Glassy Tiger (Parantica aglea)			1				1				1						1	4
	Great Mormon (Papilio memnon)										1								1
	Grey Count (Tanaecia lepidea)											1							1
	Indian Skipper (Spialia galba)									1									1
	Lemon Pancy (Junonia lemoninas)	1			1	1		1				2						1	7
	Lesser Grass Blue (Zizina otis)													1					1
	Lime Swallowtail (Papilio demoleus)				1														1
	Lymantrinae euproctis ()					1													1
	Macrobrochis gigas ()											1							1
	Malabar Raven (Papilio dravidarum)	1	1		2	1		4		1	2	1	1	3					17
	Malabar Tree Nymph (Idea malabarica)										1								1
	Nigger (Orsotriaena medus)	3	2		2	1	1	2	1	4	3	2				1	2	3	27
	Olepa ricini ()					1													1
	Owlet Moth (Erebidae catocalini spirama)						1												1
	Plain Tiger (Danaus chrysippus)	1																	1
	Plains Cupid (Chilades pandava)							1											1
	Plum Judy (Abisara echerius)											2							2
	Psyche (Leptosia nina)					1							2						3
	Red Pierrot (Talicada nyseus)		1		1					1									3
	Southern Rustic (Cupha erymanthis)				1			1			4	4		3				3	16
	Syntomoides imaoan ()											1							1
	Tamil Tree Brown (Lethe drypetis)							1											1
	Yam Fly (Loxura atymnus)							1											1
	Total Lépidoptères Différents	24				17			16				24			26			52
Classe	Nom de l'espèce	A				B			C				D			E			Total
		HG	OR	PD	SB	HG	OR	SB	HG	OR	SB	FT	HG	OR	SB	HG	OR	SB	
Birds	Alexandrine Parakeet (Psittacula eupatria)													1					1
	Ashy Woodswallow (Artamus fuscus)							1				1						1	3
	Asian Fairy Bluebird (Irena puella)							1											1
	Asian Paradise Flycatcher (Tersiphone paradisi)							1											1
	Black Bird (Turdus merula)							1											1
	Black Drongo (Dicrurus macrocercus)				1							2							3
	Black Naped Blue Monarch Flycatcher (Hypothymis azurea)							3	5									1	9
	Black Woodpecker (Dryocopus javensis)							1				1							2
	Black-Rumped Flameback (Dinopium benghalense)					1													1
	Blue Rock Trush (Monticola solitarius pandoo)																	1	1

Nom de l'espèce		A				B			C			D		E			Total
		HG	OR	PD	SB	HG	OR	SB	HG	OR	SB	FT	HG	OR	HG	OR	SB
Birds	Blyth's Reed Warbler (<i>Acrocephalus dumetorum</i>)				1	1											2
	Cattle Egret (<i>Balbulcus ibis</i>)			2	1			1				3		2			9
	Common Iora (<i>Ageithina tiphia</i>)	1			1	3	2	3		1					1	1	13
	Common Myna (<i>Acridotheres tristis</i>)			1										2			3
	Common Woodshrike (<i>Tephrodromis pondicerianus</i>)																1
	Copper Smith Barbet (<i>Megalaima heamacephala</i>)								1								1
	Crested Larks (<i>Galerida cristata</i>)			2	1												3
	Crested Serpentine Eagle (<i>Spilomis cheela</i>)					3		2									5
	Crimson Backed Sunbird (<i>Nectarinia minima</i>)	3			3	2		3	1	1					2	1	2
	Emerald Dove (<i>Chalcophaps indica</i>)											2					2
	Eurasian Eagle Owl (<i>Bulbo bubo</i>)			1													1
	Golden Oriole (<i>Oriolus oriolous</i>)							1									1
	Golden-Fronted Leafbird (<i>Chloropsis aurifrons</i>)						1	2				1			1		5
	Great Black Woodpecker (<i>Dryocopus javensis</i>)							1									1
	Greater Golden Backed Woodpecker (<i>Chrysocolaptes lucidus</i>)		1		1		1	1		1	1			1	1	1	10
	Green Imperial Pigeon (<i>Ducula badia</i>)							1				2					3
	Grey JungleFowl (<i>Gallus sonneratii</i>)							1				4				2	7
	Hill Myna (<i>Gracula religiosa</i>)									1	1						2
	House Crow (<i>Corvus splendens</i>)						2								1		3
	Indian Peafowl (<i>Pavo cristatus</i>)							2				1					3
	Indian Roller (<i>Eurystomus orientalis</i>)				1												1
	Jungle Crow (<i>Corvus mecorrhynchos</i>)	1		1		3	2	3				2	1	3	3	1	4
	Large Green Barbet (<i>Megalaima zeylanica</i>)							2									2
	Lesser Coucal (<i>Centropus bengalensis</i>)							1				1					4
	Little Cormorant (<i>Phalacrocorax niger</i>)				1							1					2
	Little Spiderhunter (<i>Arachnothera longirostra</i>)		1			1	2	1									6
	Loten's Sunbird (<i>Nectarinia lotenia</i>)	1														1	2
	Malabar Grey Hornbill (<i>Ocyroceros griseus</i>)		1		2	1	1	2		2	3			2	1	1	4
	Malabar Pied Hornbill (<i>Anthraceroceros coronatus</i>)		1				1	1									3
	Malabar Whistling-Thrush (<i>Myiophonus horsfieldii</i>)									1							1
	Orange Headed Thrush (<i>Zoothera citrina cyanotus</i>)				1			4									6
	Oriental Honey Buzzard (<i>Pemis Ptilorhynchus</i>)			1				1									2
	Oriental Magpie Robin (<i>Copsychus saularis</i>)			1	3	2	2	2				1			3	1	15
	Oriental White-Eye (<i>Zosterops ceylonensis</i>)							3									3
	Paddyfield Pipit (<i>Anthus rufus</i>)							2									2
	Plum-Headed Parakeet (<i>Psittacula roseata</i>)											1					1
	Pond Heron (<i>Ardeola Grayii</i>)				1	1	1										3
	Purple-Rumped Sunbird (<i>Nectarinia zeylonica</i>)	2	2		2	3	4	5	4	2	5	3	1	2	1	4	4
	Racket Tailed Drongo (<i>Dicrurus paradiseus</i>)	1			2			1	1	1	3			1			3
	Red Headed Tit (<i>Aegithalos concinus</i>)					1	2				1	1				2	7
	Red Munia (<i>Amandava amandava</i>)							1									1
	Red Spur-Fowl (<i>Galloperdix spadicea</i>)						1										1
	Red Vented Bulbul (<i>Pycnonotus cafer</i>)		1			3	4	2				1		1			12
	Red Wattled Lapwing (<i>Vanellus indicus</i>)			4	3												7
	Red Whiskered Bulbul (<i>Pycnonotus jocosus</i>)	3	3	2	3	3	4	4	1	3	1	3	2	3	4	4	47
	Red-Rumped Swallow (<i>Hirundo daurica</i>)		1		1	1				1							4
	Rock Pigeon (<i>Columba livia</i>)	4		2	1												7
	Rufous Treepie (<i>Dendrocitta vagabunda</i>)							1									1
	Scarlet Minivet (<i>Pericrocotus flammeus</i>)							3							1		4
	Small Green Bee-Eater (<i>Merops orientalis</i>)			3	4		3	1							1		12
	Small Minivet (<i>Pericrocotus erythropygus</i>)							1									1
	Spotted Dove (<i>Streptopelia chinensis</i>)		2	4	4	1	1					1		1			15
	Tailor Bird (<i>Orthotomus sutorius</i>)					4							1				5
	Thick-Billed Flowerpeckers (<i>Dicaeum agile</i>)							1						1		1	3
	Velvete Fronted Nuthatch (<i>Sitta frontalis</i>)							1		1							2
	Verditer Flycatcher (<i>Eumyias thalassinus</i>)													1			1
	Vernal Hanging Parrot (<i>Loriculus vernalis</i>)		2		1	2		2				1		1			9
	White Bellied Drongo (<i>Dicrurus caeruleus</i>)							2									2
	White Breasted Kingfisher (<i>Halcyon smymensis</i>)			2	2			1						2			7
	White Rumped Munia (<i>Lonchura striata</i>)		1		1		1	1									4
	White Rumped Shama (<i>Copsychus malabaricus</i>)						2	3				1				2	8
	White-Bellied Munia (<i>Lonchura leucogastra</i>)														1		1
	White-Breasted Waterhen (<i>Amaurornis phoenicurus</i>)													1			1
	Yellow-Browed Bulbul (<i>Iole Indica</i>)						1										1
	Yellow-Cheeked Tit (<i>Parus xanthogenys</i>)							3								1	4
	Total Oiseaux Différents	32				30			14			32		31			75