



Parc amazonien
de Guyane
Parc national

2018

LES CAHIERS SCIENTIFIQUES DU PARC AMAZONIEN DE GUYANE

SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

BIODIVERSITÉ & INGÉNIERIE ET TECHNOLOGIE

.....

SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

ETHNOMUSICOLOGIE

.....

PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS



Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane

Volume N°5
2018

Comité éditorial

Service Patrimoines Naturels et Culturels

Laurent Godé
Raphaëlle Rinaldo
Maïlys Le Noc
Audrey Thonnell

Service Communication

Jean-Maurice Montoute
Géraldine Jaffrelot
Claudia Berthier

Parc amazonien de Guyane

1 rue Lederson
97354 Rémire Montjoly
Téléphone : 05.94.29.12.52
Télécopie : 05.94.29.26.58
Site internet : www.parc-amazonien-guyane.fr

Couverture : © Géraldine Jaffrelot

Edito

Du haut des forêts submontagnardes des monts Cottica au sol des forêts de flat de Limonade, le Parc amazonien de Guyane cherche au quotidien à mieux comprendre la richesse de ses écosystèmes et leur fonctionnalité.

Dans ce nouveau numéro des « cahiers scientifiques », la part belle est faite à cette acquisition de connaissances sur notre biodiversité, du lombric aux grands mammifères, des champignons aux plus grands arbres. Dans chaque domaine, dans chaque étude, nous en apprenons d'avantage sur les merveilles naturelles qui nous entourent, ce qui nous permet de préciser le statut des espèces mais aussi leur écologie et, enfin, de découvrir sans cesse des nouveautés.

Ainsi, pour l'ichtyofaune, en nous révélant 56 espèces, la crique Limonade devient *un enjeu important en termes de conservation de la biodiversité*. Elle nous montre d'une part que les différences faunistiques entre assemblages de poissons des petits cours d'eau de Guyane sont principalement dues aux faibles capacités de dispersion des poissons entre les sites et, d'autre part, que les activités d'orpillage illégal perturbent profondément la structure taxonomique et fonctionnelle des assemblages de ces poissons. L'acquisition de données de terrain sur ce groupe est une étape indispensable dans la compréhension des facteurs qui gouvernent la biodiversité des écosystèmes aquatiques guyanais. Il serait par conséquent particulièrement utile de continuer ce type d'inventaires sur le territoire du PAG, dont une part importante n'a jusqu'à présent jamais fait l'objet d'inventaires ichthyologiques comme bien d'autres inventaires.

L'étude des habitats forestiers sur la crique Limonade a permis de caractériser des assemblages particuliers qu'il sera intéressant de mettre en parallèle des études menées sur les fourmis, les lombrics ou les champignons du projet DIADEMA afin de préciser les caractéristiques fonctionnelles de ces communautés. En effet, on note la plus forte richesse des communautés de fourmis en forêt de plateau et de pente par rapport aux forêts de bas-fond mais avec des espèces et des fonctionnalités différentes tout comme les cortèges d'amphibiens et les vers de terre. A l'inverse ce sont les forêts de bas-fonds et de mi pente qui se sont avérées le plus riches pour la fonge.

L'inventaire des fourmis de litière du secteur de crique Limonade a permis d'identifier la présence de 210 espèces et de mettre en avant la forte diversité des communautés de fourmis au niveau de ce site. Toujours les invertébrés et sur un petit groupe d'étranges arachnides, les opilions, les résultats nous montrent la faible connaissance de ce vaste patrimoine que sont les invertébrés. Là aussi, certaines espèces nouvelles pour la science ou pour la Guyane sont encore en cours de description.

Les inventaires floristiques sur les monts Cottica ou sur Saül nous montrent aussi l'importance des suivis de ces inventaires où, à chaque fois, de nouvelles découvertes se font.

La richesse de la biodiversité de notre territoire Parc n'a pas fini de nous surprendre. Il reste indispensable de poursuivre l'acquisition de ces connaissances pour mieux comprendre les interactions du monde qui nous entoure et savoir ainsi gérer au mieux et valoriser notre territoire.

Alors bonne lecture et belles découvertes.

Laurent Gode
Responsable de la publication
Chef du service Patrimoines Naturels et Culturels
du Parc amazonien de Guyane



Sommaire

SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Biodiversité

- **Contribution à l'étude floristique des monts Cottica** p.9
 - Introduction
 - Formations et groupements végétaux
 - Inventaire floristique
 - Conclusions
 - Bibliographie
 - Annexe 1- Planches photographiques
 - Annexe 2 - Inventaires par taxon des espèces inventoriées
- **Seconde contribution à l'étude floristique des monts Cottica (Septembre 2007)** p.33
 - Annexe : Liste des espèces nouvellement collectées en septembre 2009
- **Rapport de la mission crique Limonade du projet DIADEMA** p.37
 - Présentation du projet
 - Méthodologie
 - Déroulement de la mission
- **Communautés de grande faune forestière sur le site de Saül – Limonade** p.39
 - Participants
 - Contexte
 - Méthodes
 - Résultats
 - Comparaison avec les autres sites de Guyane
 - Bibliographie
- **Les communautés de poissons des affluents de la crique Limonade** p.43
 - Introduction
 - Matériel et méthodes
 - Résultats
 - Discussion
 - Conclusion
 - Remerciements
 - Bibliographie
- **Structure and composition of the tree communities in the Amazonian Park of French Guiana** p.51
 - Methodology
 - Results
 - Bibliography
 - Annexe : Liste d'espèces préliminaire
- **Les communautés de fourmis de la litière à Saül** p.63
 - Introduction
 - Méthodologie
 - Résultats
 - Discussion - conclusion
 - Remerciements
 - Références
- **Les opilions (Arthropoda, Arachnida) de la crique Limonade – Saül** p.69
 - Introduction
 - Matériel et méthodes
 - Résultats et discussion
 - Conclusion
 - Remerciements
 - Références
- **Herpétofaune de la crique Limonade** p.75
 - Introduction
 - Méthodes
 - Résultats et discussion
 - Remerciements
 - Références
- **Diversité, distribution et écologie des champignons de la crique Limonade** p.79
 - Contexte
 - Matériel et méthodes
 - Résultats
 - Discussion
 - Conclusion
 - Remerciements
 - Littérature succincte
- **Observations remarquables réalisées sur la flore de Saül et de ses environs (2016-2017)** p.87
 - Liste des dernières observations d'espèces végétales remarquables réalisées dans la région de Saül (2016-2017)
 - Conclusion
 - Remerciements
 - Bibliographie
- **Mission d'étude des mammifères rongeurs et marsupiaux de Taluhen et environs (commune de Maripa-Soula)** p.97
 - Introduction
 - Matériels et méthodes
 - Résultats
 - Discussion
 - Prospectives
 - Remerciements
 - Bibliographie

- Annexe 1 : liste des 17 échantillons de tissus collectés et préservés à Taluhen et/ou Baboun-Olo
- Annexe 2 : liste des 16 spécimens de petits mammifères préservés, et en dépôt transitoire à l'Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier

Ingénierie et technologie

- **Cartographie des formations végétales particulières observables via télédétection** p.105
 - Objectifs de l'action
 - Collaborateurs
 - Matériels et méthodes
 - Résultats généraux
 - Discussion
 - Bibliographie
 - Annexe 1. Résultats ROC Curve obtenus à partir des données terrains et de survols par type de formations végétales
 - Annexe 2. Tableaux de résultats des paramètres géomorphologiques
 - Annexe 3. Analyse des végétations particulières du Parc amazonien de Guyane à partir d'images SPOT5
 - Annexe 4. Comparatif des images à Très Haute Résolution Spatiale (THRS) pour la détection des végétations particulières du Parc amazonien de Guyane

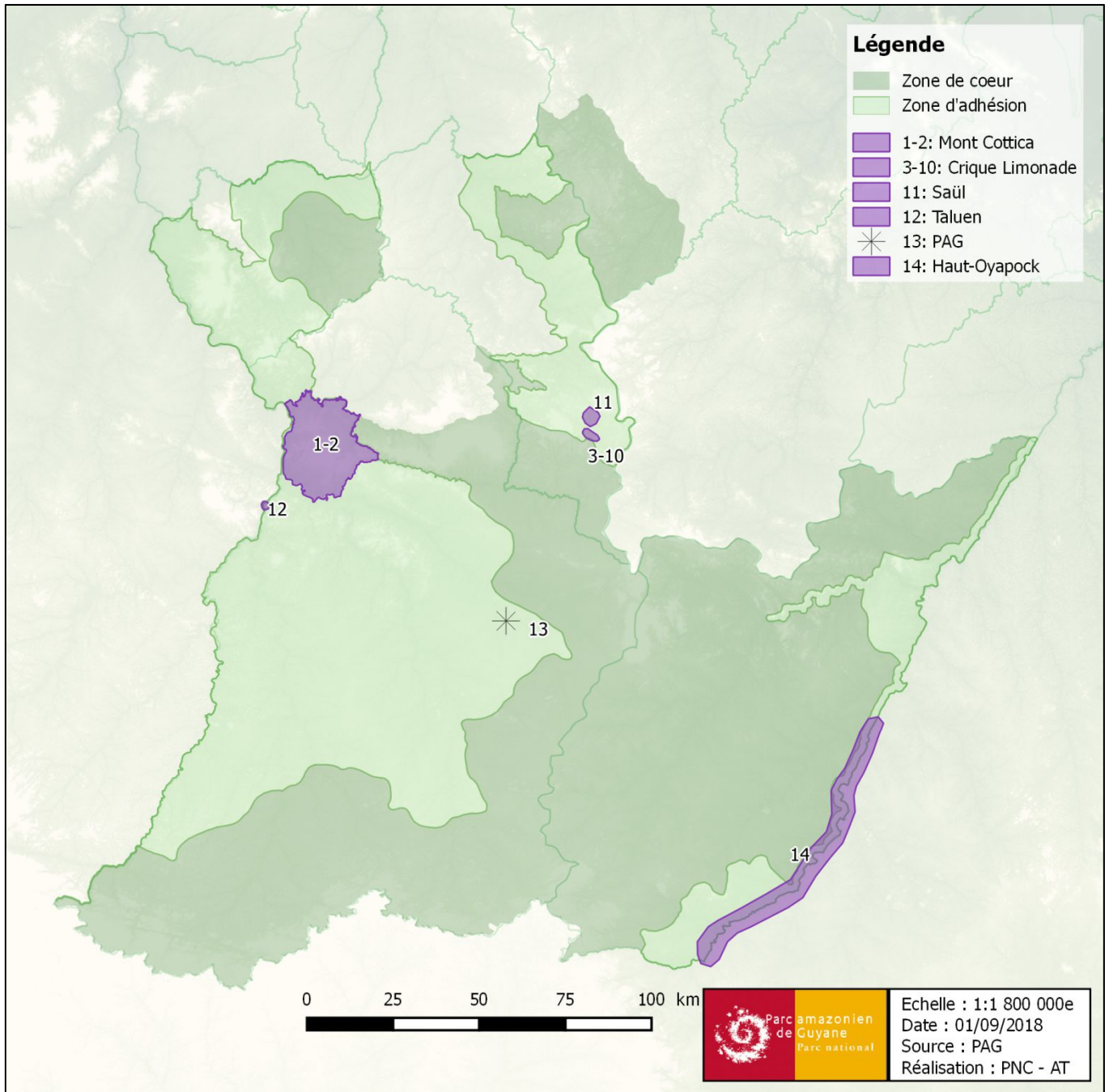
SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

Ethnomusicologie

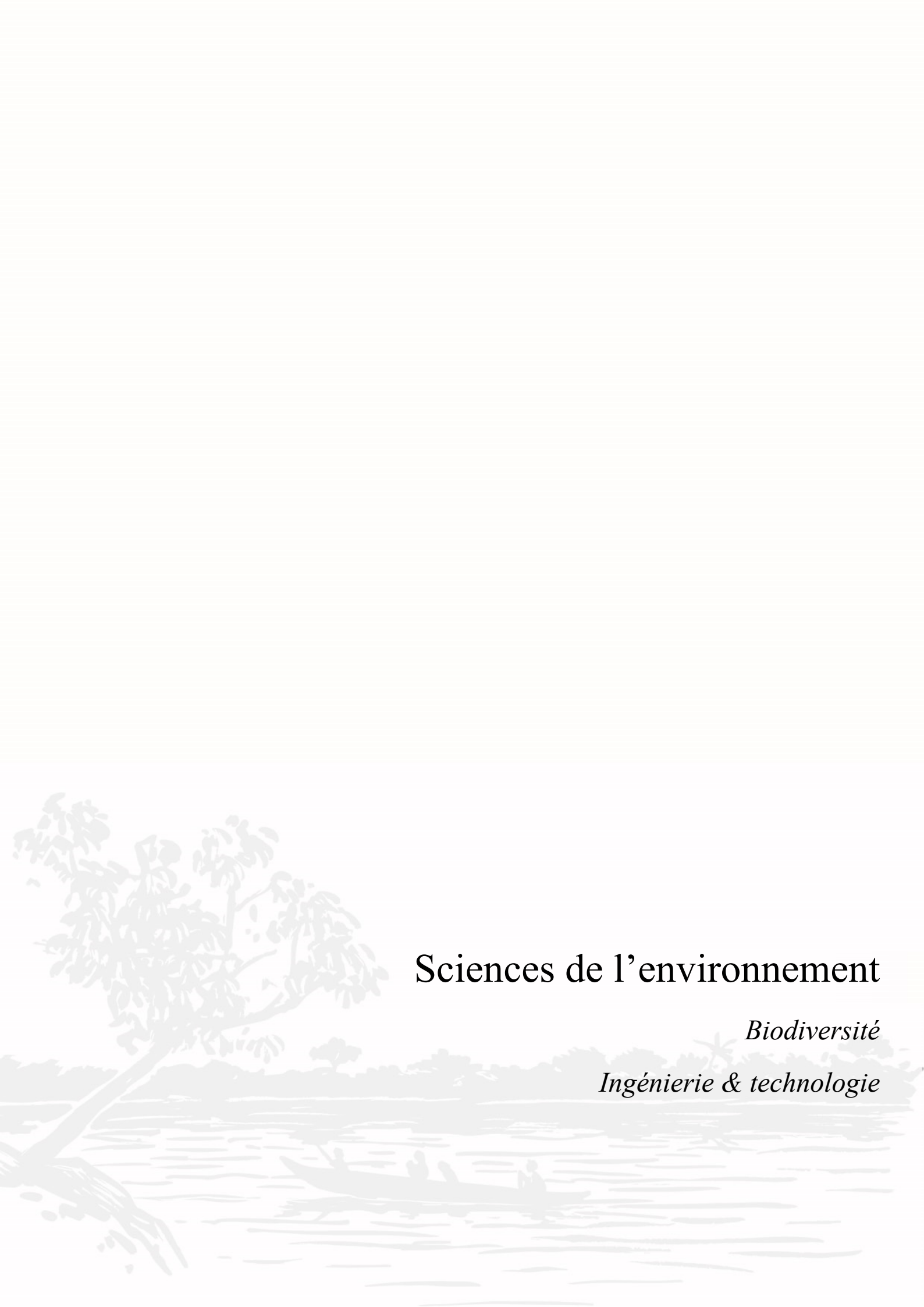
- **Kāwèy'u : les grands chants Wayāpi** p.131
 - Présentation
 - La méthode
 - Les ateliers
 - Les résultats
 - Perspectives

PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

- **Publications et communications** p.137
- **Citations des rapports** p.141
- **Manuel d'instructions aux auteurs** p.143
- **Liste des membres du Conseil scientifique du Parc amazonien de Guyane** p.147
- **Remerciements** p.148



*Localisation des lieux des différentes missions contenues dans ce cahier scientifique
(* la publication 13 concerne la totalité du territoire du Parc amazonien de Guyane)*



Sciences de l'environnement

Biodiversité

Ingénierie & technologie

Contribution à l'étude floristique des monts Cottica

Jean-Jacques de Granville¹, Françoise Crozier², John Vanderplanck³

¹ Institut de recherche et développement, Cayenne,

² Silvolab, Kourou,

³ Herbar de Guyane, Cayenne

Résumé

Cette première étude floristique des monts Cottica a permis de mettre en avant l'étagement de la végétation dû à l'altitude et au sol. 299 taxons ont été identifiés, comprenant 17 espèces remarquables et vulnérables, dont 10 classées patrimoniales. L'originalité floristique du site tend à augmenter avec le gradient altitudinal, offrant des espèces remarquables liées. Le site a des caractéristiques communes avec les grands massifs rocheux de la Guyane centrale ; leurs écosystèmes forestiers submontagnards humides, par leur originalité et leur très faible superficie à l'échelle de la Guyane, restent vulnérables et méritant des mesures de protection particulières.

Mots clés

Inventaire, flore, monts Cottica, mission parc, Parc amazonien de Guyane

Introduction

Les forêts submontagnardes sont celles situées à une altitude supérieure à 500m au-dessus du niveau de la mer, limite au-delà de laquelle des différences peuvent être observées, aussi bien dans la physionomie de la végétation que dans la composition floristique. Ces forêts occupent, en Guyane, une superficie négligeable (d'où leur originalité et leur vulnérabilité) car elles sont quasi ponctuellement limitées aux massifs sur roches basiques (gabbros et roches vertes de la série de Paramaca) pour la plupart situés dans la zone centrale : montagne Continent (640m), montagne Bellevue de Maripasoula (647m), montagnes de la Trinité (700m), monts Cottica (730m), monts Galbao (750m), monts Belvédère (760m), montagne Massialine (775m), monts Atachi-Bakka (782m), mont Itoupé (830m) et montagnes de l'Inini (860m), ces deux derniers étant les points culminants de la Guyane. Les forêts submontagnardes présentent globalement les mêmes variantes que celles de basse altitude, nuancées cependant par les effets de l'altitude à savoir, principalement, un abaissement de la température (de l'ordre d'un demi-degré par 100m) et une nébulosité plus importante (persistance des brouillards, rosée nocturne et précipitations abondantes), notamment au sommet des versants sous le vent et au fond des talwegs.

Culminants à 730m d'altitude, les monts Cottica sont situés à l'extrême ouest de l'ensemble géomorphologique qu'il est convenu d'appeler « chaîne Inini-Camopi », orientée NO-SE et où sont situés les sommets les plus élevés. Les reliefs guyanais appartiennent à 2 grandes catégories: 1) les

« montagnes » sur roches cristallines avec de nombreux inselbergs; 2) les « montagnes » tabulaires coiffées d'une cuirasse latéritique les protégeant de l'érosion sur un socle de roches basiques (« roches vertes » de la série de Paramaca et gabbros). Les monts Cottica se rattachent à la deuxième catégorie et forment un massif d'une vingtaine de km de long, orienté nord-sud, entre les vallées du Petit Abounami au nord et du Lawa au sud (Fig. 1).

Deux sommets tabulaires principaux caractérisent le massif, l'un de 592m d'altitude, vers le nord, l'autre culminant à 730m vers le sud. Au cours de la présente mission, seule la partie la plus méridionale du sommet sud a pu être prospectée, à partir d'un itinéraire d'accès orienté ouest-est, d'une douzaine de km environ, partant des abattis Cottica sur le Lawa et gravissant le versant sud-ouest des monts Cottica. La zone d'étude est située le long de la partie orientale de cet itinéraire (Fig. 2), entre les latitudes de 54° 12' 15'' (environs du « camp 4 », à l'altitude de 400m) et 54° 11' 10'' (plateau sommital, à l'altitude de 730m).

Afin de simplifier la localisation des collectes dans la base de données AUBLET2 de l'herbar de Guyane, les sites de récoltes ont été regroupés en 3 grandes localités intitulées :

- **MK 1** : localité «Monts Cottica, versant ouest » (03° 55' 00'' N ; 54° 12' 20'' O)
- **MK 2** : localité « Monts Cottica, sommet du versant ouest » (03° 55' 00'' N ; 54° 11' 40'' O)
- **MK 3** : localité « Monts Cottica, plateau latéritique sommital » (03° 55' 10'' N ; 54° 11' 10'' O)

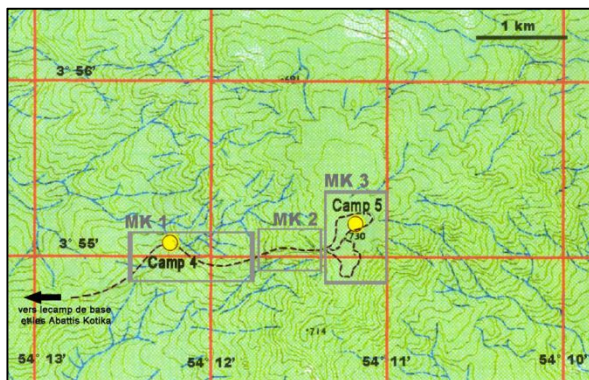
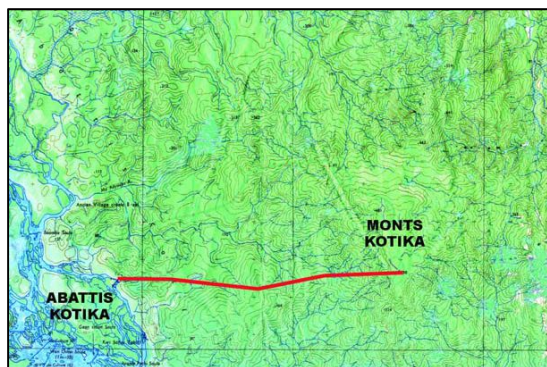
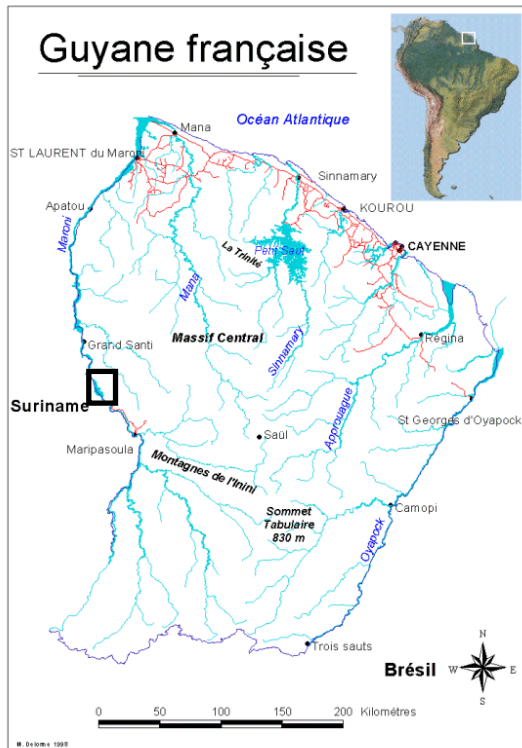


Figure 1: Localisation des monts Cottica (rectangle noir, en haut) et de l'itinéraire approximatif emprunté à partir des abattis Cottica (en rouge, en bas)

Figure 2: Carte de détail de la zone d'étude, avec l'emplacement du layon (tireté noir), des camps (cercles jaunes) et des localités de collecte (rectangles gris MK 1, MK 2 et MK 3)

Les quelques rares collections effectuées hors de la zone d'étude concernent les localités suivantes :

- **P** : localité « Village de Papaïchton, bassin du Maroni », 1ère crique en aval de Papaïchton, rive droite du Maroni (03° 48' 30'' N ; 54° 09' 00'' O)

- **AK** : localité « Abattis Cottica », 2km en amont de Boumba Soula (03° 55' 00'' N ; 54° 15' 20'' O)

Formations et groupements végétaux

Les forêts hautes sur sols hydromorphes

Les forêts sur sols hydromorphes ont principalement été observées entre les altitudes de 100 à 400m. Dans la zone d'étude, elles occupent une place négligeable. Trois variantes peuvent être distinguées

Pinotières pures

Ces forêts, fortement dominées par le palmier « pinot », *Euterpe oleracea*, sont caractéristiques des sols inondés en permanence. Dans la zone d'étude, elles sont particulièrement rares et ponctuelles. Une « pinotière » de faible superficie a été vue à 1km environ au sud-ouest du camp 3 (camp provisoire).

Autres forêts marécageuses

Les forêts marécageuses mixtes, dominées par *Symphonia globulifera* (Clusiaceae) et, secondairement, *Euterpe oleracea*, sont absentes de la zone d'étude. Une forêt de ce type a été traversée entre les abattis Cottica et les monts Cottica, à environ un tiers du trajet entre ces deux localités.

Vallées peu encaissées

Le fond des vallons humides peu encaissés est caractérisé par un sous-bois dominé par les fougères *Didymochlaena truncatula* (Dryopteridaceae) et *Thelypteris macrophylla* (Thelypteridaceae) ainsi qu'un arbrisseau spectaculaire par ses grandes fleurs blanches à calice rouge (pl. III) et ses jeunes feuilles vert pâle dressées, abondant sur les sols humides mais non inondés, *Erythrochiton brasiliensis* (Rutaceae). Ce type de groupement est présent en plusieurs endroits dans les environs du camp 4 (Fig. 3).



Figure 3: Peuplement d'*Erythrochiton brasiliensis* (Rutaceae), en sous-bois, dans un fond de vallon humide, aux environs du camp 4.



Les forêts hautes sur sols profonds bien drainés

Ces forêts, qui constituent, de loin, la formation la plus étendue, sont principalement observées entre les altitudes de 300 à 600m. Deux variantes peuvent être distinguées selon la pente et la profondeur du sol.

Très hautes futaies des bas de pente et plateaux

C'est au bas des pentes et sur les replats où le sol est riche et profond mais non asphyxiant, que l'on observe les plus belles et hautes futaies. Ces forêts stables et âgées sont bien développées aux environs du camp 4 mais également sur les différents paliers et pentes douces de la première moitié du layon d'accès au sommet des monts Cottica. Le sous-bois est peu dense et la hauteur de la canopée, le plus souvent jointive, est estimée à 35-45m, avec des émergents dépassant probablement les 50 m (Fig. 4).

Forêts sur fortes pentes

Sur les fortes pentes peu favorables à la stabilité des arbres, on observe des forêts moins hautes, plus riches en lianes, au sous-bois plus dense et broussailleux, perturbées par de nombreux chablis.



Figure 4: Deux aspects des très hautes futaies des bas de pente et plateaux, aux environs du camp 4.

La canopée est souvent disjointe par la présence de chablis et l'étagement de la végétation varie entre 20 et 35m. Ce faciès est très fréquemment observé tout au long du layon d'accès vers le sommet et, plus particulièrement, dans la seconde moitié du tracé. Vers 500-600m (haut de pente), un caractère submontagnard se manifeste discrètement par endroits par une densité plus forte des mousses, lichens et épiphytes vasculaires.

Florule des rochers latéritiques

Les rochers de latérite ont en commun une florule particulière assez riche en fougères et espèces herbacées et sous-arbustives de dicotylédones. Cependant, on peut distinguer les rochers des torrents sur blocs de latérite des blocs isolés en sous-bois, les premiers, éclaboussés en permanence et souvent relativement bien éclairés présentant une flore beaucoup plus riche que les seconds qui sont le plus généralement dans un environnement sombre et soumis à un déficit hydrique temporaire en saison sèche.

Florule des torrents encaissés

L'espèce la plus caractéristique de cet habitat est *Dicranopygium pygmaeum* (Cyclanthaceae), aux rhizomes fixés sur les rochers et aux feuilles bifides dressées (Fig. 5). Parmi les très nombreuses fougères observées, on note, en particulier, 5 espèces de *Thelypteris* (Thelypteridaceae), 3 espèces d'*Adiantum* (Pteridaceae), des Hymenophyllaceae et, au pied des blocs ou entre ceux-ci, sur sol argileux humide et sur gravillons latéritiques, 3 espèces de *Cyathea* (Cyatheaceae, Fig. 6). Les arbustes et arbrisseaux présents dans cet habitat appartiennent en majorité aux familles des Melastomataceae et Piperaceae.



Figure 5 : *Dicranopygium pygmaeum* (Cyclanthaceae), abondant sur les rochers latéritiques des torrents.



Figure 6 : Aspect d'une falaise latéritique bordant un torrent encaissé. On distingue une grande diversité d'espèces et, au premier plan, *Cyathea cuspidata* (Cyatheaceae), poussant au pied du talus.

Florule des blocs de latérite en sous-bois

Les parois des rochers isolés en sous-bois (Fig. 7) portent une végétation très clairsemée dont la flore, pauvre, est composée essentiellement de Cyclanthaceae juvéniles et de fougères parmi lesquelles 3 espèces d'*Asplenium* (Aspleniaceae), *Adiantum macrophyllum* (Pteridaceae, Fig. 8) et, surtout, *Bolbitis semipinnatifida* (Lomariopsidaceae) qui est l'espèce dominante dans cet habitat



Figure 7 : Bloc de latérite isolé dans le sous-bois, à proximité du camp 5. La végétation se développe principalement sur le sommet du bloc, tandis que les parois sont presque entièrement dénudées.



Figure 8 : *Adiantum macrophyllum* (Pteridaceae), sur la paroi d'un bloc de latérite

Groupements submontagnards du plateau sommital

Les groupements végétaux occupant le plateau sommital, à une altitude de 730m en moyenne, sont de loin les plus remarquables et caractéristiques du massif. Deux facteurs essentiels marquent la physionomie de cette végétation : l'altitude qui, bien que modeste, lui confère un caractère submontagnard, et la présence d'une épaisse cuirasse latéritique ou latérito-bauxitique indurée. Selon la profondeur du sol recouvrant la cuirasse et les conditions de drainage, nous avons distingué les types de végétation suivants.

Forêts basses sur cuirasse latéritique affleurante

Sur la majeure partie du plateau sommital, la cuirasse affleure et le sol y est très mince, voire absent, souvent riche en gravillons latéritiques provenant de l'altération de la cuirasse sous-jacente. Ces conditions ne permettent pas l'enracinement et la croissance de grands arbres. La forêt est basse, broussailleuse et riche en plantes herbacées dans le sous-bois où pénètre une importante quantité de lumière. La canopée est très disjointe et ne dépasse guère 10 à 20 mètres. Les lianes sont abondantes et la présence de brouillards persistants en saison des pluies en raison de l'altitude entraîne une prolifération spectaculaire d'épiphytes vasculaires et non vasculaires (mousses, hépatiques, lichens..) qui forment des manchons autour des troncs et des draperies qui pendent des branches (Fig. 9 et 10). Parmi les arbustes du sous-bois, la famille des Rubiaceae est particulièrement bien représentée avec une quinzaine d'espèces dont 6 espèces de *Psychotria* et *Coussarea micrococca* qui est dominante. Sont également très abondants dans le sous-bois *Aparisthium cordatum* (Euphorbiaceae) et *Leandra agrestis* (Melastomataceae, pl. III). Parmi les épiphytes vasculaires, les taxa les mieux représentés sont les Orchidaceae et surtout les fougères, en particulier *Polybotrya osmundacea* (Dryopteridaceae) qui est très abondant.



Figure 9 : Aspect de la forêt basse submontagnarde sur cuirasse affleurante du plateau sommital. On remarque l'aspect broussailleux et « désordonné » du sous-bois, la grande abondance des épiphytes et la richesse de la flore herbacée terrestre.



Figure 10 : Détail des branches recouvertes par les mousses dans la forêt basse sommitale. On note au premier plan en haut, les frondes d'une fougère arborescente, *Cyathea cuspidata* (Cyatheaceae)



Figure 12 : *Cyathea oblonga* (Cyatheaceae) dans les dépressions sur sol hydromorphe du plateau sommital

Forêts de taille moyenne sur sol mince

Par endroits, la cuirasse sommitale est plus ou moins fragmentée, recouverte par un sol mince favorisant la présence d'une forêt sensiblement plus haute que celle décrite précédemment sur les zones d'affleurement (Fig. 11). La canopée est presque jointive mais peu dense et sa hauteur moyenne est estimée à 20-30 mètres. De ce fait, la quantité de lumière pénétrant le sous-bois reste relativement importante et favorise le développement d'une strate herbacée quasi continue largement dominée par les fougères *Cyclodium guianense* (Dryopteridaceae) et, secondairement, *Thelypteris glandulosa* (Thelypteridaceae), cette dernière poussant exclusivement sur les blocs de latérite qui jonchent le sol.



Figure 11 : Aspect de la forêt de taille moyenne sur sol mince du plateau sommital ; la strate herbacée est largement dominée par la fougère *Cyclodium guianense* (Dryopteridaceae)

Forêt des dépressions sur sol hydromorphe

Les zones basses les plus humides du plateau sommital, où le drainage est faible voire nul, sont occupées par une forêt basse, dense et très riche en épiphytes dont la physionomie globale diffère peu de celle décrite au paragraphe 4.a. Cependant, le sous-bois est caractérisé par la présence de fougères arborescentes, en particulier *Cyathea oblonga* (Cyatheaceae, Fig. 12) et du palmier *Geonoma umbraculiformis* (Arecaceae, Pl. IV), espèce éco-endémique des forêts submontagnardes les plus humides.

Mares temporaires à végétation herbacée

Deux mares temporaires à végétation non forestière, basse et herbacée, ont été vues sur la cuirasse sommitale, dans la zone sud-est du plateau. La plus méridionale était à sec en février (Fig. 13), l'autre encore partiellement en eau (Fig. 14). La présence de quelques pieds de palmier « pinot », *Euterpe oleracea*, a été observée à la périphérie de l'une d'elle. Les bordures sont constituées d'espèces arbustives semi-héliophiles parmi lesquelles *Leandra clidemioides* (Marantaceae) et *Markea sessiliflora* (Solanaceae, Pl. III). La zone centrale, très pauvre en espèces est dominée par *Cleome* sp. (Capparidaceae, Pl. III) et deux espèces de Poaceae dont *Ichnanthus tenuis*.



Figure 13 : Mare temporaire (à sec) à végétation herbacée, incluse dans la forêt, sur le plateau sommital



Figure 14 : Mare temporaire (en eau) à végétation herbacée, incluse dans la forêt, sur le plateau sommital

Caractéristique commune aux habitats submontagnards du plateau sommital

Tous les habitats de moyenne altitude (> 500m en moyenne) rencontrés sur les monts Cottica sont des habitats patrimoniaux selon la liste établie et validée en février 2000 par le CSRPN de Guyane (Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel). Les habitats patrimoniaux concernés sont donnés ci-dessous, selon la nomenclature CORINE BIOTOPES adaptée à la Guyane :

- Forêts denses sempervirentes humides de moyenne altitude et forêts submontagnardes
- Forêts denses de terre ferme de moyenne altitude
- Forêts denses de terre ferme de moyenne altitude - faciès de plateau
- Forêts denses de terre ferme de moyenne altitude - faciès de crêtes
- Forêts denses de terre ferme de moyenne altitude - faciès de pentes drainées
- Forêts denses de terre ferme de moyenne altitude - faciès de chablis
- Forêts denses et basses sur cuirasses latéritiques de moyenne altitude, 10 - 15m de hauteur
- Forêts des torrents et des vallons encaissés de moyenne altitude
- Forêts à nuages des têtes de crique de moyenne altitude
- Forêts des cascades sur blocs de latérite de moyenne altitude

- Forêts marécageuses de moyenne altitude
- Forêts submontagnardes et forêts de nuages
- Forêts submontagnardes et forêts de nuages - faciès de plateau
- Forêts submontagnardes et forêts de nuages - faciès de crêtes
- Forêts submontagnardes et forêts de nuages - faciès de pentes
- Forêts submontagnardes et forêts de nuages - faciès de chablis
- Forêts tropicales de montagne, forêts sur crêtes
- Forêts tropicales de montagne de Guyane
- Forêts submontagnardes à mousses 700 - 850m
- Forêts submontagnardes sur pente
- Forêts submontagnardes sur plateau
- Forêts submontagnardes sur crête

Profil schématique de la végétation

Un schéma de synthèse très simplifié des groupements végétaux décrits ci-dessus et traversés entre les camps 3 (« camp provisoire ») et 5 (sommet) est donné Fig. 15. Ce profil, sur lequel la hauteur des arbres est très exagérée ainsi que les altitudes par rapport aux distances, a pour objet de visualiser la répartition altitudinale et l'importance relative des groupements végétaux.

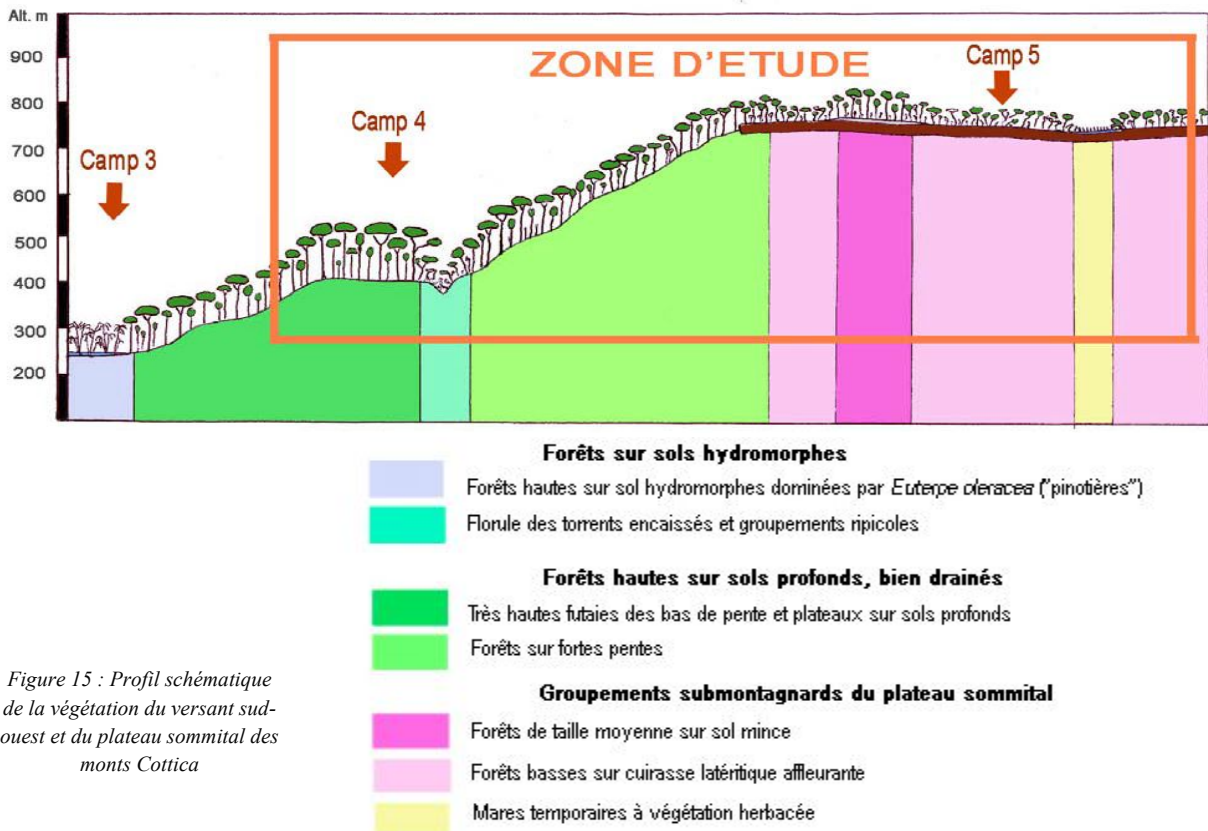


Figure 15 : Profil schématique de la végétation du versant sud-ouest et du plateau sommital des monts Cottica



Inventaire floristique

Diversité spécifique

L'inventaire floristique effectué au cours de cette mission, tous groupements végétaux confondus, a permis d'identifier 299 taxons de plantes vasculaires dont 273 ont fait l'objet de collections d'herbier (un même taxon pouvant être récolté plusieurs fois dans des sites et des habitats différents) et 26 ont été identifiés mais non récoltés. Par ailleurs, une documentation photographique numérique complète les données textuelles et les collections d'herbier.

Parmi l'ensemble de ces espèces, 210 sont des spermatophytes (plantes à graines) et 89 sont des ptéridophytes (fougères). Les familles de spermatophytes les mieux représentées en nombre d'espèces sont, par ordre décroissant : les Rubiaceae (24), les Orchidaceae (15), les Arecaceae (12), les Piperaceae (10), les Araceae (9), les Marantaceae, les Melastomataceae, les Passifloraceae et les Poaceae (8), les Caesalpinaceae et les Gesneriaceae (7). Les autres familles sont représentées par 1 à 5 espèces chacune seulement. La liste exhaustive des taxons inventoriés, avec les numéros d'herbier correspondants, est donnée en annexe.

Il est important de noter que les inventaires effectués en forêt haute sont nécessairement fragmentaires et ne tiennent compte que des espèces dominantes ou particulièrement caractéristiques des différents milieux. En effet, faute de pouvoir accéder à la canopée et, par ailleurs, seules les espèces fertiles (en fleurs ou en fruits) étant identifiables, c'est à dire moins de 5% des plantes rencontrées, il est rigoureusement impossible d'effectuer un inventaire exhaustif en forêt haute au cours d'une mission de ce type. Nous avons donc porté nos efforts, en particulier, sur les taxons du sous-bois qui sont généralement de bons indicateurs.

Les espèces remarquables

Les inventaires effectués ont révélé la présence de 17 espèces remarquables et vulnérables par leur rareté ou leur aire de répartition restreinte. Dix d'entre elles sont des espèces « patrimoniales ».

Aucune des espèces inventoriées au cours de cette mission ne fait partie de la liste des espèces protégées par arrêté ministériel du 9 avril 2001.

Espèces « patrimoniales » (liste CSRPN de février 2000).

Symboles utilisés :

[B] : espèces dont les familles sont citées dans l'Arrêté du J.O. du 24 02 1995 relatif à la liste des espèces végétales sauvages pouvant faire l'objet d'une réglementation préfectorale dans les DOM.

[D] : espèces endémiques ou sub-endémiques de Guyane

[F] : espèces forestières rares ou très localisées, dans l'état actuel de nos connaissances.

- ASPLENIACEAE ; *Asplenium rutaceum* (Willd.) Mett. [F] : espèce assez largement répandue en Amérique tropicale; bien qu'assez rare en Guyane. Inféodé aux altitudes supérieures

à 350m, en forêt submontagnarde à nuages, où elle pousse sur les rochers humides. Sur les monts Cottica, une seule station de quelques pieds a été mise en évidence à proximité de la mare temporaire la plus méridionale.

- CYATHEACEAE ; *Cyathea lasiosora* (Kuhn) Domin [B] : espèce des forêts submontagnardes humides, rare en Guyane où elle n'était connue que des monts Atachi-Bakka et du mont Itoupé. Le plateau sommital des monts Cottica constitue la troisième localité connue de cette espèce en Guyane.
- CYATHEACEAE ; *Cyathea marginalis* (Klotzsch) Domin [B] : espèce typiquement montagnarde et submontagnarde, endémique des Guyanes. Très rare en Guyane française, où elle était connue, jusqu'à ce jour, uniquement des 3 sommets les plus élevés (mont Itoupé, montagnes Bellevue de l'Inini, monts Atachi Bakka), dans les forêts submontagnardes à nuage, à des altitudes supérieures à 650m. Les monts Cottica représentent donc la quatrième localité de Guyane pour cette espèce.
- GESNERIACEAE ; *Drymonia psilocalyx* Leeuwenberg [D] : espèce endémique de Guyane mais relativement répandue dans les sous-bois humides où elle pousse en épiphyte sur les branches basses et les bois morts. Sur le plateau sommital des monts Cottica.
- GESNERIACEAE ; *Episcia xantha* Leeuwenberg [D] : espèce endémique de Guyane où elle pousse sur les bois morts et les rochers dans les sous-bois humides. Aux monts Cottica, elle a été trouvée sur les rochers du torrent, à proximité du camp 4.
- MARANTACEAE ; *Calathea erecta* L. Andersson & H. Kennedy [D] : espèce classée « patrimoniale » car endémique de Guyane, bien que relativement fréquente dans certains sites forestiers du département. Cette espèce, poussant en petits peuplements localisés dans le sous-bois, a été récoltée, aux monts Cottica, à proximité du camp 4.
- ORCHIDACEAE ; *Kefersteinia lafontainei* K. Senghas & G. Gerlach [D] : espèce rare sub-endémique de Guyane où elle pousse préférentiellement sur les reliefs (9 localités connues), également signalée du Suriname, trouvée ici sur le plateau sommital des monts Cottica
- ORCHIDACEAE ; *Stelis santiagoensis* Mansfeld [B] : espèce répandue dans les bassins amazonien (Colombie, Equateur, Pérou, Brésil) et de l'Orénoque (sud du Vénézuéla), récoltée au niveau des abattis Cottica
- PASSIFLORACEAE ; *Passiflora plumosa* Feuillet & Cremers [D] : espèce rare, présumée endémique de Guyane où elle n'était connue à ce jour que du mont Itoupé et des monts Galbao, à

des altitudes supérieures à 600m. L'identification de l'échantillon (stérile) récolté sur le sommet des monts Cottica reste toutefois incertaine.

- RUBIACEAE ; *Faramea lourteigiana* Steyerl. [D] : espèce endémique de Guyane mais répandue dans tout le département où elle est relativement fréquente dans le sous-bois. Présente sur le plateau sommital des monts Cottica

Autres espèces remarquables

Non classées « patrimoniales »

- GESNERIACEAE ; *Drymonia coccinea* (Aubl.) Wiehler var. *fuscumaculata* Lwb. : variété connue jusqu'à ce jour du Suriname uniquement, nouvelle pour la Guyane, récoltée en bordure du torrent, à proximité du camp 4 (pl. II).
- LOMARIOPSIDACEAE ; *Elaphoglossum sp. nov.*: espèce nouvelle en cours de description sous le nom de « *Elaphoglossum cremersii* Mickel », très rare et endémique de Guyane où elle pousse dans les forêts submontagnardes à des altitudes supérieures à 600m, connue à ce jour de deux autres localités seulement (mont Itoupé et monts Atachi-Bakka).
- MARANTACEAE ; *Calathea maasiorum* H Kennedy : espèce sub-endémique de Guyane, également présente dans l'extrême est du Suriname (monts Lely et Nassau). Jamais fréquente ni en peuplement dense, des individus isolés poussent essentiellement dans les sous-bois humides ; présente aux monts Cottica sur le plateau sommital.
- MENISPERMACEAE ; *Disciphania lobata* Eichler : espèce de l'Amazonie centrale (région de Manaus), rare dans les Guyanes où elle n'avait été trouvée que dans deux localités : à proximité de Saint-Georges dans le bas Oyapock et sur un inselberg du sud (haute Wanapi).

L'échantillon récolté en forêt haute, sur les monts Cottica (zone du camp 4) représente la troisième collection et localité connue de Guyane pour cette espèce.

- PASSIFLORACEAE ; *Passiflora sp. nov.*: espèce peut-être nouvelle selon J. VANDERPLANK (à confirmer, l'échantillon des monts Cottica étant stérile).
- THELYPTERIDACEAE ; *Thelypteris holodictya* : espèce endémique des montagnes de Guyane et du Suriname, inféodée aux altitudes supérieures à 500m, en forêt submontagnarde à nuages. Très rare, connue des montagnes de l'Inini et montagnes de la Trinité, en Guyane, ainsi que du Brownsberg, au Suriname.
- THYMELEACEAE ; *Daphnopsis granvillei* Barringer : espèce rare, sub-endémique de Guyane et de l'extrême est du Suriname (monts Nassau), inféodée aux sous-bois des forêts submontagnardes, aux altitudes supérieures à 400m. Signalée, en Guyane, des montagnes Bellevue de l'Inini, montagne Cacao, montagnes de la Trinité, massif du Dékou-Dékou et monts Galbao. L'échantillon provenant du plateau sommital des monts Cottica matérialise une 6e localité pour la Guyane.

Originalité floristique comparée des différents groupements

Comme il a été dit plus haut, le nombre de taxons inventoriés dans chacun des groupements végétaux décrits au premier chapitre ne peut être représentatif de la richesse floristique des habitats, compte tenu que ces inventaires ne sont pas exhaustifs. Il est, par contre, intéressant de comparer la proportion d'espèces remarquables par rapport au nombre total de taxons inventoriés dans chaque type d'habitat (Tableau I).

Dans 3 des 7 habitats mentionnés, le nombre de taxons inventoriés est trop faible (inférieur à 10) pour que le pourcentage d'espèces remarquables puisse être réellement significatif : les forêts marécageuses (inexistantes dans la zone d'études), les rochers sous forêt haute, les mares temporaires sur cuirasse sommitale.

Tableau I : Diversité spécifique et originalité floristique comparée des groupements végétaux
(*): Résultats non significatifs

Habitats	Nb de taxons inventoriés	Nb d'espèces remarquables	% d'espèces remarquables
forêt submontagnarde sur cuirasse sommitale	95	8	8,4
torrents sur blocs de latérite, gravillons et dépôts argileux	75	4	5,3
forêts ripicoles	28	1	3,6
forêts hautes sur sols drainés	114	4	3,5
(forêts hautes marécageuses)	0	0	*
(rochers sous forêt haute)	7	1	*
(mares temporaires sur cuirasse sommitale)	6	0	*



Conclusions

Cette première étude de la flore et de la végétation des monts Cottica, bien que brève et très fragmentaire (seuls le versant occidental et la partie la plus méridionale du sommet ont été prospectés), a permis de mettre en relief les caractéristiques suivantes :

- On distingue clairement un étagement de la végétation dû à deux facteurs principaux : l'altitude (température et nébulosité) et le sol (cuirasse latérito-bauxitique sommitale et sols riches et profonds en bas de pente).
- L'originalité floristique croît avec l'altitude (8,4 % de taxons « remarquables » sur le plateau sommital contre 3,5 % dans les forêts hautes à mi-pente du massif).
- Parmi les espèces remarquables observées sur le sommet, certaines sont typiquement des espèces submontagnardes ne se retrouvant pas aux basses altitudes : *Geonoma umbraculiformis* (Arecaceae), *Dicranopygium pygmaeum* (Cyclanthaceae), *Daphnopsis granvillei* (Thymeleaceae), *Passiflora plumosa* (Passifloraceae), *Cyathea lasiosora* et *Cyathea marginalis* (Cyatheaceae), *Thelypteris holodictya* (Thelypteridaceae), *Elaphoglossum sp. nov.* (Lomariopsidaceae).

- On note une exceptionnelle richesse en fougères (42 % des espèces inventoriées sont des Ptéridophytes !), celles-ci étant principalement concentrées le long des torrents et cours d'eau des hauts de pente et du sommet.
- Les palmiers du genre *Astrocaryum*, généralement si fréquents et marquant le paysage des sous-bois guyanais, semblent totalement absents du massif, du moins dans la partie prospectée. Seul *Astrocaryum paramaca* est présent, mais pas abondant et uniquement de part en part dans la plaine, le long du chemin d'accès au massif.

La plupart des caractéristiques mises en évidence ci-dessus sont communes à l'ensemble des grands massifs sur roches basiques de la Guyane centrale dont les cuirasses sommitales culminent entre 600 et 860m. Chacun de ces massifs a cependant sa propre originalité floristique et les écosystèmes forestiers sumontagnards humides, par leur originalité et leur très faible superficie à l'échelle de la Guyane, restent vulnérables et méritent des mesures de protection particulières.

Bibliographie

CSRPN, 2000. *Liste des espèces patrimoniales de Guyane*. DIREN Guyane

Annexe 1

Planches photographiques



Coussarea leptoloba (fleurs)



Coussarea leptoloba (fruits)



Rudgea standleyana



Randia nitida



Palicourea croceoides



Psychotria ligularis



Psychotria deflexa

Planche I
Quelques espèces du sous-bois en
fleurs ou en fruits, de la famille des
Rubiaceae



Maxillaria villosa (Orchidaceae)



Maxillaria ponerantha (Orchidaceae)



Pleurothallis ruscifolia (Orchidaceae)



Cavendishia callista (Ericaceae)



Paphinia cristata (Orchidaceae)



Anthurium lanjouwii (Araceae)



Anthurium trinerve (Araceae)



Drymonia coccinea var. *fusco-maculata*
(Gesneriaceae)



Phlebodium pseudoaureum
(Polypodiaceae)

Planche II
Quelques espèces
épiphytes des forêts et
basse et moyenne
altitude



Costus claviger (Costaceae)



Bauhinia eilertsii (Caesalpinaceae)



Cleome sp. (Capparidaceae)



Leandra agrestis (Melastomataceae)



Calathea propinqua
(Marantaceae)



Markea sessiliflora
(Solanaceae)



Erythrochiton brasiliensis
(Rutaceae)

Planche III
Quelques floraisons spectaculaires des espèces du sous-bois et des milieux semi-ouverts



Bactris elegans (Arecaceae)



Geonoma umbraculiformis (Arecaceae)



Geonoma maxima (Arecaceae)



Heliconia hirsuta (Heliconiaceae)

Planche IV
Palmiers et plantes du sous-bois

Annexe 2

Inventaires par taxon des espèces inventoriées

Collection J.-J. de Granville, F. Crozier & J. Vanderplank 16704 – 17006

Légende

Espèces remarquables

Lettres noires sur fond jaune : espèces patrimoniales (liste CSRPN, février 2000)

Lettres noires, sur fond bleu : espèces remarquables, non classées patrimoniales

Numéros (n°)

Numéros dans la collection J.-J. de Granville, F. Crozier & J. Vanderplank

NR : espèces non récoltées en herbier

Localités (Loc.)

P : localité « Village de Papaïchton, bassin du Maroni », 1^e crique en aval de Papaïchton, rive droite du Maroni (03° 48' 30'' N ; 54° 09' 00'' O)

AK : localité « Abattis Kotika, 2km en amont de Boumba Soula » (03° 55' 00'' N ; 54° 15' 20'' O)

MK 1 : localité « Monts Kotika, versant ouest » (03° 55' 00'' N ; 54° 12' 20'' O)

MK 2 : localité « Monts Kotika, sommet du versant ouest » (03° 55' 00'' N ; 54° 11' 40'' O)

MK 3 : localité « Monts Kotika, plateau latéritique sommital » (03° 55' 10'' N ; 54° 11' 10'' O)

Habitats (Hab.)

L'habitat est donné pour le numéro d'herbier correspondant au taxon ; cependant, il est important de noter que certaines espèces peuvent se trouver dans plusieurs types d'habitats)

FHM : forêts hautes marécageuses

FHD : forêts hautes sur sols drainés

FR : forêts ripicoles

RF : rochers sous forêt haute

T : torrents sur blocs de latérite, gravillons et dépôts argileux

FC : forêt submontagnarde sur cuirasse sommitale

MC : mares temporaires sur cuirasse sommitale

Diffusion (Diff.)

Acronymes des herbiers où sont répartis les doubles des collections.

Déterminateurs (Det.)

ARS Alan R. SMITH

CD César DELNATTE

CG Christophe GIROD

ER Emmanuel RAVET

FC Françoise CROZIER

JJG Jean-Jacques de GRANVILLE

JM Joep MOONEN

JV John VANDERPLANK

MB Michel BOUDRIE

MC Maarten CHRISTENHUSZ

MP Marc PIGNAL

MN Michael NEE

Spermatophytes

Famille	Genre, espèce	N°	Loc.	Hab.	Alt. (m)	Diff.	Dét.
Acanthaceae	Polylychnis fulgens Bremekamp	16740	MK-1	T	400	CAY-P-US	FC
Annonaceae	Anaxagorea acuminata (Dunal) Saint-Hilaire ex A.L. De Candolle	16952	MK-3	FC	730	CAY	FC
Annonaceae	Anaxagorea dolichocarpa Sprague et Sandwith	16887	MK-3	FC	730	CAY	FC
Annonaceae	Duguetia pycnastera Sandwith	16891	MK-3	FC	730	CAY	FC
Annonaceae	Duguetia ?	16992	AK	FR	80	CAY	
Annonaceae	Rollinia exsucca (DC. ex Dunal) A. DC.	NR	MK-3	FC	730		
Araceae	Anthurium gracile (Rudge) Lindley	16862	MK-1	FHD	400	CAY	FC
Araceae	Anthurium lanjouwii Jonker et Jonker	16861	MK-1	FHD	400	CAY-K	FC
Araceae	Anthurium lanjouwii Jonker et Jonker	16874	MK-3	FC	730	CAY	FC
Araceae	Anthurium rubrinervium (Link.) G. Don	16851	MK-1	T	400	CAY	JJG
Araceae	Anthurium trinerve Miquel	16719	MK-1	FHD	400	CAY-K	FC
Araceae	Anthurium trinerve Miquel	16979	MK-1	FHD	400	CAY	FC
Araceae	Dieffenbachia elegans Jonker et Jonker	16804	MK-1	FHD	460	CAY-P	FC
Araceae	Heteropsis flexuosa (Kunth) Bunting	16940	MK-3	FC	730	CAY	JJG
Araceae	Monstera obliqua Miquel	16988	AK	FR	80	CAY-MO	JM
Araceae	Philodendron linnaei Kunth	NR	MK-1	FHD			



Famille	Genre, espèce	N°	Loc.	Hab.	Alt. (m)	Diff.	Dét.
Araceae	Stenospermaton multiovulatum (Engler) N.E. Brown	16963	MK-3	FC	730	CAY	FC
Arecaceae	Astrocaryum gynacanthum Mart.	NR	MK-1	FHD	400		
Arecaceae	Bactris acanthocarpa Mart.	16791	MK-1	FHD	400	CAY	JJG
Arecaceae	Bactris elegans Barb. Rodr. & Trail	16806	MK-1	FHD	500	CAY-K	JJG
Arecaceae	Bactris gastoniana Barb. Rodr.	16807	MK-1	FHD	500	CAY-P-B	JJG
Arecaceae	Bactris oligocarpa Barb. Rodr. & Trail ex Barb. Rodr.	16860	MK-1	FHD	400	CAY-P-B-K-NY	JJG
Arecaceae	Bactris simplicifrons Mart.	16777	MK-1	T	400	CAY	JJG
Arecaceae	Bactris simplicifrons Mart.	16957	MK-3	FC	730	CAY-P	JJG
Arecaceae	Geonoma maxima (Poit.) Kunth	16838	MK-2	FHD	700	CA2Y-P-NY	JJG
Arecaceae	Geonoma stricta (Poit.) Kunth	16792	MK-1	FHD	400	CAY	JJG
Arecaceae	Geonoma stricta (Poit.) Kunth	16897	MK-3	FC	730	CAY-P-B-NY	JJG
Arecaceae	Geonoma umbraculiformis Wessels Boer	16908	MK-3	FC	730	CAY	JJG
Arecaceae	Hyospathe elegans Mart.	16937	MK-3	FC	730	CAY	JJG
Arecaceae	Oenocarpus bacaba Mart.	NR	MK-1	FHD	400		
Arecaceae	Socratea exorrhiza (Mart.) H. Wendl.	NR	MK-1	FR	400		
Arecaceae	Socratea exorrhiza (Mart.) H. Wendl.	NR	MK-2	FHD	600		
Aristolochiaceae	Aristolochia stahelii O.C. Schmidt	16819	MK-2	FHD	600	CAY	FC
Balanophoraceae	Helosis cayennensis (Swartz) Spreng. var. cayennensis	16949	MK-3	FC	730	CAY-P-US	JJG
Begoniaceae	Begonia glabra J.B. Aublet	16939	MK-3	MC	730	CAY-P	FC
Bignoniaceae	Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don	NR	MK-1	FHD	400		
Bignoniaceae	Mansoa alliacea (Lam.) A. Gentry	NR	MK-1	FHD	400		
Bignoniaceae	Memora moringifolia (DC.) Sandw.	NR	MK-1	FHD	400		
Bombaceaceae	Quararibea duckei Huber	16717	MK-1	FHD	400	CAY	FC
Boraginaceae	Cordia nodosa Lam.	NR	MK-1	FHD	400		
Boraginaceae	Cordia	16789	MK-1	T	400	CAY	
Bromeliaceae	Aechmaea mertensii (Meyer) J.H. Schultes	16986	AK	FR	80	CAY	FC
Bromeliaceae	Guzmania lingulata (L.) Mez.	NR	MK-1	FHD	400		
Bromeliaceae	Tillandsia monadelpha (E. Morren) Baker	16998	AK	FR	80	CAY	FC
Bromeliaceae	Vriesea splendens (Brongn.) Lem.	16917	MK-3	FC	730	CAY	JJG
Cactaceae	Epiphyllum phyllanthus (L.) Haw. var. phyllanthus	NR	MK-2	FHD	650		
Cactaceae	Rhipsalis baccifera (J. Miller) W.T. Stearn	16980	MK-1	FHD	400	CAY	FC
Caesalpiniaceae	Bauhinia eilertsii Pulle	16705	AK	FR	80	CAY-P-U-US	FC
Caesalpiniaceae	Elizabetha princeps Rich. Schomb. ex Benth.	16731	MK-1	FHD	400	CAY	FC
Caesalpiniaceae	Eperua cf. falcata Aubl.	NR	MK-1	FHD	400		
Caesalpiniaceae	Eperua grandiflora (Aubl.) Benth.	NR	MK-1	FHD	400		
Caesalpiniaceae	Hymenaea courbaril L. var. courbaril	NR	MK-1	FHD	400		
Caesalpiniaceae	Paloue ?	16989	AK	FR	80	CAY-K-MO	
Caesalpiniaceae	Vouacapoua americana Aubl.	NR	MK-1	FHD	400		
Capparidaceae	Cleome	16929	MK-3	MC	730	CAY-P-U-K-US	
Cecropiaceae	Pourouma minor Benoist	NR	MK-2	FHD	550		
Celastraceae	Maytenus guianensis J.F. Klotzsch ex	16728	MK-1	FHD	400	CAY-K-MO	FC

Famille	Genre, espèce	N°	Loc.	Hab.	Alt. (m)	Diff.	Dét.
	S. Reissek						
Chrysobalanaceae	Hirtella racemosa Lamarck var. hexandra (C.L. Willdenow ex Roemer et Schultes) G.T. Prance	16985	AK	FHD	100	CAY	FC
Connaraceae	Connarus fasciculatus (DC.) Planch. subsp. fasciculatus	16793	MK-1	FHD	400	CAY-P-K-US	JJG
Connaraceae	Connarus perottetii (DC.) Planch. var. rufus Forero	16811	MK-1	FHD	500	CAY	FC
Convolvulaceae	Dicranostyles	16926	MK-3	FC	730	CAY-P-MO	
Costaceae	Costus claviger Benoist	16935	MK-3	FC	730	CAY-P-B-U-NY-US	JJG
Costaceae	Costus erythrothyrus Loesener	16822	MK-2	FHD	600	CAY-U	JJG
Cucurbitaceae	Cayaponia rigida (Cogniaux) Cogniaux	16869	MK-3	FC	730	CAY	FC
Cucurbitaceae	Gurania lobata (L.) Pruski	16857	MK-1	FHD	400	CAY-P-NY	MN
Cucurbitaceae	Helmontia leptantha (Schlechter) Cogniaux	16942	MK-3	FC	730	CAY	FC
Cyclanthaceae	Dicranopygium pygmaeum (Gleason) Harling	16757	MK-1	T	400	CAY-P-B-US	JJG
Cyclanthaceae	Evodianthus funifer (Poiteau) C.A.M. Lindman	16715	MK-1	FHD	400	CAY-P	FC
Cyclanthaceae	Evodianthus funifer (Poiteau) C.A.M. Lindman	16736	MK-1	T	400	CAY	JJG
Cyperaceae	Calyptrocarya glomerulata (A.T. Brongniart) Urban	16884	MK-3	FC	730	CAY	FC
Cyperaceae	Mapania sylvatica J.B. Aublet	16803	MK-2	FHD	550	CAY-K	FC
Cyperaceae	Rhynchospora watsonii (Britton) Davidse	16738	MK-1	T	400	CAY-P-B-US-NY	JJG
Cyperaceae	Scleria secans (L.) Urb.	NR	MK-2	FHD	550		
Eleocarpaceae	Sloanea grandiflora J.E. Smith	16753	MK-1	T	400	CAY	JJG
Ericaceae	Cavendishia callista J.D. Smith	16898	MK-3	FC	730	CAY	JJG
Ericaceae	Sphyrnospermum cordifolium Benth.	16928	MK-3	FC	730	CAY-P-U-NY	JJG
Euphorbiaceae	Acalypha diversifolia N.J. Jacquin	16751	MK-1	T	400	CAY-P-U-NY-US-MO-ILLS	FC
Euphorbiaceae	Aparisthium cordatum (Adr. Juss.) Baill.	16873	MK-3	FC	730	CAY-P	JJG
Euphorbiaceae	Mabea cf. piriri Aubl.	NR	MK-1	FHD	400		
Fabaceae	Hymenolobium pulcherrimum Ducke	16824	MK-2	FHD	600	CAY	FC
Flacourtiaceae	Casearia acuminata De Candolle	16845	MK-1	T	400	CAY-P	FC
Flacourtiaceae	Casearia combaymensis Tul.	16716	MK-1	FHD	400	CAY-P	JJG
Gentianaceae	Voyria caerulea J.B. Aublet	16964	MK-3	FC	730	CAY	FC
Gentianaceae	Voyria rosea Aubl.	16839	MK-2	FHD	700	CAY-P	JJG
Gesneriaceae	Besleria patrisii De Candolle	16782	MK-1	T	400	CAY-P-B-NY-US	FC
Gesneriaceae	Columnea calotricha J.D. Smith	16831	MK-2	FHD	700	CAY	JJG
Gesneriaceae	Columnea oerstediana Klotzsch ex Oersted	16832	MK-2	FHD	700	CAY-P	JJG
Gesneriaceae	Drymonia coccinea (Aubl.) Wiehler var. fusco-maculata Lwbg.	16850	MK-1	T	400	CAY-P-B-US	JJG & FC
Gesneriaceae	Drymonia psilocalyx Leeuwenberg	16921	MK-3	FC	730	CAY-P-US	JJG
Gesneriaceae	Episcia xantha Leeuwenberg	16737	MK-1	T	400	CAY	JJG
Gesneriaceae	Napeanthus macrostoma Leeuwenberg	16846	MK-1	T	400	CAY-P-U-US	FC



Famille	Genre, espèce	N°	Loc.	Hab.	Alt. (m)	Diff.	Dét.
Heliconiaceae	<i>Heliconia acuminata</i> L.C. Rich.	16931	MK-3	MC	730	CAY-P	JJG
Heliconiaceae	<i>Heliconia bihai</i> (L.) L.	16840	MK-1	T	400	CAY	JJG
Heliconiaceae	<i>Heliconia hirsuta</i> L.f.	16859	MK-1	FHD	400	CAY-B-U-US	JJG
Lauraceae	<i>Ocotea splendens</i> (Meissner) Baillon	16924	MK-3	FC	730	CAY-P-U-MO-US	FC
Loganiaceae	<i>Spigelia multispica</i> Steudel	16958 B	MK-3	FC	730	CAY	FC
Marantaceae	<i>Calathea erecta</i> L. Anderson & H. Kennedy	16763	MK-1	T	400	CAY-P-UBC	JJG
Marantaceae	<i>Calathea maasiorum</i> H. Kennedy	16944	MK-3	FC	730	CAY-U	JJG
Marantaceae	<i>Calathea propinqua</i> (Poeppig et Endlicher) Körnicke	16938	MK-3	FC	730	CAY-P-UBC	JJG
Marantaceae	<i>Ischnosiphon gracilis</i> (Rudge) Körn.	NR	MK-1	FHD	400		
Marantaceae	<i>Ischnosiphon obliquus</i> (Rudge) Körnicke	16714	MK-1	FHD	400	CAY	FC
Marantaceae	<i>Ischnosiphon puberulus</i> Loesener	16742	MK-1	T	400	CAY	FC
Marantaceae	<i>Monotagma plurispicatum</i> (Körnicke) K. Schumann	16994	AK	FR	80	CAY-U	FC
Marantaceae	<i>Stromanthe tonckat</i> (Aubl.) Eichl.	16883	MK-3	FC	730	CAY	JJG
Marcgraviaceae	<i>Norantea guianensis</i> Aubl. subsp. guianensis	NR	MK-1	T	400		
Melastomataceae	<i>Henriettella flavescens</i> (J.B. Aublet) Triana	16739	MK-1	T	400	CAY-P-U-K-US	FC
Melastomataceae	<i>Leandra agrestis</i> (J.B. Aublet) Raddi	16802	MK-2	FHD	550	CAY-P	FC
Melastomataceae	<i>Leandra agrestis</i> (J.B. Aublet) Raddi	16880	MK-3	FC	730	CAY-P-U-B-K-NY-US	FC
Melastomataceae	<i>Leandra clidemioides</i> (Naudin) J.J. Wurdack	16783	MK-1	T	400	CAY-P-B-U-US	FC
Melastomataceae	<i>Leandra clidemioides</i> (Naudin) J.J. Wurdack	16930	MK-3	MC	730	CAY-P-B-NY	FC
Melastomataceae	<i>Leandra paleacea</i> J.J. Wurdack	16752	MK-1	T	400	CAY-P-K-US	JJG
Melastomataceae	<i>Macrocentrum fasciculatum</i> (L.C. Richard ex A.P. De Candolle) Triana	16892	MK-3	FC	730	CAY-P-U-US	FC
Melastomataceae	<i>Miconia ceramicarpa</i> (DC.) Cogn. var. ceramicarpa	16734	MK-1	T	400	CAY-P-U	FC
Melastomataceae	<i>Miconia chrysophylla</i> (L.C. Richard) Urban	16805	MK-2	FHD	550	CAY	FC
Melastomataceae	<i>Miconia lateriflora</i> Cogniaux	16741	MK-1	T	400	CAY-P-B-US	FC
Menispermaceae	<i>Cissampelos fasciculata</i> Benth	16885	MK-3	FC	730	CAY-P	FC
Menispermaceae	<i>Curarea candicans</i> (L.C. Rich.) Barneby & Krukoff	16799	MK-1	FHD	500	CAY	JJG
Menispermaceae	<i>Disciphania lobata</i> Eichl.	16826	MK-2	FHD	600	CAY	JJG
Mimosaceae	<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip var. jupunba	16825	MK-2	FHD	600	CAY	FC
Monimiaceae	<i>Siparuna poeppigii</i> (Tulasne) A. DC.	16814	MK-2	FHD	600	CAY-P-B-K-U-BR-NY-US	MP
Moraceae	<i>Ficus nymphaeifolia</i> Mill.	NR	MK-1	FHD		FHD	
Myrsinaceae	<i>Ardisia guianensis</i> (J.B. Aublet) Mez et Chase	16962	MK-3	FC	730	CAY	FC
Myrsinaceae	<i>Cybianthus</i>	16923	MK-3	FC	730	CAY-K-FTG	
Myrsinaceae	<i>Cybianthus fuscus</i> Mart.	16841	MK-1	T	400	CAY-P-U-US-FTG	FC
Myrtaceae		16974	MK-1	FHD	400		
Myrtaceae	<i>Eugenia albicans</i> (O.C. Berg) Urban	16999	AK	FR	80	CAY-P-K-	FC

Famille	Genre, espèce	N°	Loc.	Hab.	Alt. (m)	Diff.	Dét.
						SEL	
Myrtaceae	<i>Eugenia argyrophylla</i> B.K. Holst & M.L. Kawasaki	16721	MK-1	FHD	400	CAY-P-B-K-SEL	FC
Myrtaceae	<i>Eugenia tapacumensis</i> O.C. Berg ?	16993	AK	FR	80	CAY-P-U-K-B-US-SEL	FC
Myrtaceae	<i>Myrcia rupta</i> M.L. Kawasaki & B. Holst	16982	MK-1	FHD	400	CAY-K-SEL	FC
Myrtaceae	<i>Myrcia rupta</i> M.L. Kawasaki et B. Holst	16710	MK-1	FHD	400	CAY-K-P-SEL-MO-US	FC
Myrtaceae	<i>Myrcia rupta</i> M.L. Kawasaki et B. Holst	16863	MK-1	FHD	400	CAY-P-K-US-SEL	FC
Nyctaginaceae	<i>Neea floribunda</i> Poeppig et Endlicher	16904	MK-3	FC	730	CAY-P-K-US	FC
Ochnaceae	<i>Ouratea erecta</i> C. Sastre	16817	MK-2	FHD	600	CAY-P	FC
Ochnaceae	<i>Ouratea leblondii</i> (P.E.L. van Tieghem) Lemée	16704	AK	FR	80	CAY-P-K-U-B-US-NY	FC
Olacaceae	<i>Heisteria cauliflora</i> J.E. Smith	16932	MK-3	FC	730	CAY-P	JJG
Olacaceae	<i>Heisteria scandens</i> Ducke	NR	MK-2	FHD	650		
Orchidaceae	<i>Aspasia variegata</i> Lindl.	16732	MK-1	FHD	400	CAY	ER
Orchidaceae	<i>Dichaea picta</i> Rchb. f.	16961	MK-3	FC	730	CAY	ER
Orchidaceae	<i>Dichaea trulla</i> Rchb. f.	16835	MK-2	FHD	700	CAY	ER
Orchidaceae	<i>Kefersteinia lafontainei</i> K. Senghas et G. Gerlach	16915	MK-3	FC	730	CAY	ER
Orchidaceae	<i>Maxillaria ponerantha</i> Rchb. f.	16836	MK-2	FHD	700	CAY	ER
Orchidaceae	<i>Maxillaria villosa</i> (Barb. Rodr.) Cogn.	16959	MK-3	FC	730	CAY	ER
Orchidaceae	<i>Paphinia cristata</i> (Lindl.) Lindl.	16907	MK-3	FC	730	CAY	JJG & FC
Orchidaceae	<i>Platystele ovalifolia</i> (H. Focke) Garay & Dunsterv.	16748	MK-1	T	400	CAY	ER
Orchidaceae	<i>Pleurothallis archidiaconi</i> Ames	16765	MK-1	T	400	CAY	ER
Orchidaceae	<i>Pleurothallis archidiaconi</i> Ames	16827	MK-2	FHD	600	CAY-P-MO-CICY	ER
Orchidaceae	<i>Pleurothallis archidiaconi</i> Ames	16829	MK-2	FHD	600	CAY-MO	ER
Orchidaceae	<i>Pleurothallis grobyi</i> J. Bateman ex Lindl.	17003	AK	FR	80	CAY	ER
Orchidaceae	<i>Pleurothallis ruscifolia</i> (Jacq.) R. Brown	16828	MK-2	FHD	600	CAY-P-K-MO-CICY	ER
Orchidaceae	<i>Polystachya concreta</i> (Jacq.) Garay & Sweet.	16865	MK-1	FHD	400	CAY	ER
Orchidaceae	<i>Stelis argentata</i> Lindl.	16707	AK	FR	80	CAY-CICY	ER
Orchidaceae	<i>Stelis santiagoensis</i> Mansf	17002	AK	FR	80	CAY-CICY	ER
Orchidaceae	<i>Zygosepalum labiosum</i> (L.C. Rich.) Schweinf.	16916	MK-3	FC	730	CAY	ER
Passifloraceae	<i>Passiflora candida</i> (Poepp. & Endl.) Masters	16844	MK-1	T	400	CAY-K	JV
Passifloraceae	<i>Passiflora coccinea</i> Aubl.	16965	MK-2	FHD	700	CAY-P-B-K-US	JV
Passifloraceae	<i>Passiflora coccinea</i> J.B. Aublet	16953	MK-3	FC	730	CAY-K-US	CD
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> cf. <i>fuchsiiflora</i> Hemsley	16709	MK-1	FHD	400	CAY-K-US	JV
Passifloraceae	<i>Passiflora glandulosa</i> Cav.	16856	MK-1	FHD	400	CAY-K-US	JV
Passifloraceae	<i>Passiflora glandulosa</i> Cav. subsp. 2	16895	MK-3	FC	730	CAY-K-US	JV
Passifloraceae	<i>Passiflora glandulosa</i> Cav. subsp. 1	16894	MK-3	FC	730	CAY-K-US	JV
Passifloraceae	<i>Passiflora plumosa</i> Feuillet & Cremers ?	16951	MK-3	FC	730	CAY-K-US	JV
Passifloraceae	<i>Passiflora stipulata</i> Aubl. ?	16843	MK-1	T	400	CAY-K-US	JV



Famille	Genre, espèce	N°	Loc.	Hab.	Alt. (m)	Diff.	Dét.
Passifloraceae	Passiflora stipulata Aubl. ?	16933	MK-3	FC	730	CAY-K-US	JV
Passifloraceae	Passiflora vespertilio L.	16934	MK-3	FC	730	CAY-K-US	JV
Passifloraceae	Passiflora vespertilio L. ?	16830	MK-2	FHD	600	CAY	JV
Passifloraceae	Passiflora vespertilio L. ?	16881	MK-3	FC	730	CAY	JV
Passifloraceae	Passiflora vespertilio L. ?	16882	MK-3	FC	730	CAY-US	JV
Passifloraceae	Passiflora sp. nov. ?	16896	MK-3	FC	730	CAY-K-US	JV
Piperaceae	Peperomia	16960	MK-3	FC	730	CAY-U	
Piperaceae	Peperomia elongata Kunth var. elongata	16997	AK	FR	80	CAY-P	FC
Piperaceae	Peperomia maguirei Yuncker	16718	MK-1	FHD	400	CAY-P-HUA	FC
Piperaceae	Peperomia obtusifolia (Linnaeus) A.G. Dietrich	16876	MK-3	FC	730	CAY	FC
Piperaceae	Peperomia obtusifolia (Linnaeus) A.G. Dietrich	16955	MK-3	FC	730	CAY-P-U	FC
Piperaceae	Peperomia rotundifolia (Linnaeus) Kunth	16996	AK	FR	80	CAY-P	FC
Piperaceae	Peperomia serpens (O.P. Swartz) J.C. Loudon	16871	MK-3	FC	730	CAY-P	FC
Piperaceae	Piper aequale M. Vahl	16733	MK-1	FHD	400	CAY	FC
Piperaceae	Piper aequale M. Vahl	16755	MK-1	T	400	CAY-P-U-US-HUA	JJG
Piperaceae	Piper aequale M. Vahl	16852	MK-1	T	400	CAY-P-U-NY-HUA	FC
Piperaceae	Piper aequale M. Vahl	16918	MK-1	T	400	CAY-P	FC
Piperaceae	Piper augustum Rudge	16983	MK-1	FHD	400	CAY	FC
Piperaceae	Piper bartlingianum (Miquel) A.C. De Candolle	16864	MK-1	FHD	400	CAY-P	FC
Piperaceae	Piper brownsbergense Yunck.	16823	MK-2	FHD	600	CAY-P-U-HUA	JJG
Poaceae	Ichnanthus pallens (O.P. Swartz) Munro ex Bentham	16745	MK-1	T	400	CAY-P	FC
Poaceae	Ichnanthus pallens (O.P. Swartz) Munro ex Bentham	16899	MK-3	FC	730	CAY-MO-US	FC
Poaceae	Ichnanthus panicoides P. Beauv.	16981	MK-1	FHD	400	CAY	JJG
Poaceae	Ichnanthus tenuis (J.S. Presl) Hitchcock et Chase	16888	MK-3	MC	730	CAY-US	FC
Poaceae	Olyra latifolia L.	16764	MK-1	T	400	CAY-P-MO	FC
Poaceae	Olyra latifolia L.	17001	AK	FR	80	CAY-P-US	FC
Poaceae	Olyra obliquifolia Steudel	16712	MK-1	FHD	400	CAY-P-US	FC
Poaceae	Olyra obliquifolia Steudel	16872	MK-3	FC	730	CAY-P-B-MO-US	FC
Poaceae	Panicum stoloniferum Poiret	16893	MK-3	FC	730	CAY-P-MO-US	FC
Poaceae	Pariana radiceflora Sagot ex Doell ?	17004	P	FR	90	CAY-MO	CG
Poaceae	Raddia guianensis (A.T. Brongniart) Hitchcock ?	16987	AK	FR	80	CAY-P-K-MO-US	FC
Polygalaceae	Polygala membranacea (Miquel) Görts-van Rijn	17000	AK	FR	80	CAY-P-U-NY	FC
Quinaceae	Touroulia guianensis Aubl.	16713	MK-1	FHD	400	CAY	FC
Rubiaceae	Coussarea leptoloba (Benth. & Hook F) Muell. Arg.	16813	MK-2	FHD	600	CAY-P-B-K-U-NY-US-MO	FC
Rubiaceae	Coussarea micrococca Bremek.	16795	MK-1	FHD	500	CAY-P-U-US-MO	FC
Rubiaceae	Coussarea micrococca Bremek.	NR	MK-3	FC	730		
Rubiaceae	Duroia eriopila L.f.	16958 A	MK-3	FC	730	CAY	FC

Famille	Genre, espèce	N°	Loc.	Hab.	Alt. (m)	Diff.	Dét.
Rubiaceae	<i>Faramea corymbosa</i> Aubl.	16966	MK-1	FHD	400	CAY-P-K-MO-US	JJG
Rubiaceae	<i>Faramea lourteigiana</i> Steyerem.	16927	MK-3	FC	730	CAY	JJG
Rubiaceae	<i>Ibetrulia surinamensis</i> Bremekamp	16886	MK-3	FC	730	CAY-P-U-BR-NY-US-MO	FC
Rubiaceae	<i>Isertia coccinea</i> (Aubl.) G.F. Gmelin	NR	MK-1	FR	400		
Rubiaceae	<i>Palicourea</i>	16729	MK	1	FHD	400	CAY-P-MO
Rubiaceae	<i>Palicourea</i>	16975	MK-1	FHD	400	CAY-P-K-U-BR-NY-US-MO	
Rubiaceae	<i>Palicourea calophylla</i> De Candolle	16794	MK-1	FHD	500	CAY-P-U-MO	FC
Rubiaceae	<i>Palicourea calophylla</i> De Candolle	16950	MK-3	FC	730	CAY-P-MO	FC
Rubiaceae	<i>Palicourea croceoides</i> Hamilton	16858	MK-1	FHD	400	CAY-P-MO	FC
Rubiaceae	<i>Palicourea croceoides</i> Hamilton	16878	MK-3	FC	730	CAY-P-B-NY-MO	FC
Rubiaceae	<i>Palicourea croceoides</i> Hamilton	16995	AK	FR	80	CAY-P-U-MO	FC
Rubiaceae	<i>Palicourea quadrifolia</i> (Rudge) A.P. De Candolle	16812	MK-2	FHD	580	CAY-P-B-U-MO	FC
Rubiaceae	<i>Psychotria borjensis</i> Kunth	16706	AK	FR	80	CAY-K-MO	JJG
Rubiaceae	<i>Psychotria brachybotrya</i> J. Müller Argoviensis	16943	MK-3	FC	730	CAY-P-K-MO	FC
Rubiaceae	<i>Psychotria colorata</i> (Willd. Ex Roem. & Schult.) Müll. Arg.	17006	P	FR	90	CAY	JJG
Rubiaceae	<i>Psychotria cupularis</i> (J. Müller Argoviensis) Standley	16900	MK-3	FC	730	CAY-P-K-NY-MO	FC
Rubiaceae	<i>Psychotria deflexa</i> De Candolle	16875	MK-3	FC	730	CAY-P-MO	FC
Rubiaceae	<i>Psychotria ligularis</i> (Rudge) Steyerem.	16922	MK-3	FC	730	CAY-P-B-U-NY-MO	JJG
Rubiaceae	<i>Psychotria moroidea</i> Steyerem.	16973	MK-1	FHD	400	CAY-P-MO	FC
Rubiaceae	<i>Psychotria muscosa</i> (N.J. Jacquin) Steyermark	16941	MK-3	FC	730	CAY-MO	FC
Rubiaceae	<i>Psychotria poeppigiana</i> Müll. Arg.	16890	MK-3	FC	730	CAY-P	JJG
Rubiaceae	<i>Psychotria aff. pullei</i> Bremekamp	16847	MK-1	T	400	CAY-P-U-US-MO	FC
Rubiaceae	<i>Randia nitida</i> (Kunth) A.P. De Candolle	16877	MK-3	FC	730	CAY-P-U-K-US-MO	FC
Rubiaceae	<i>Rudgea standleyana</i> Steyermark	16868	MK-3	FC	730	CAY-P-B-K-U-G-BR-NY-US-MO	FC
Rutaceae	<i>Erythrochiton brasiliensis</i> Nees & Mart.	16720	MK-1	FHD	400	CAY-P-US	JJG
Rutaceae	<i>Ticorea longiflora</i> DC.	16990	AK	FR	80	CAY-P-U-NY-US	FC
Sapindaceae	<i>Paullinia trilatera</i> L.A.T. Radlkofer.	16866	MK-3	FC	730	CAY-US	FC
Sapindaceae	<i>Pseudima frutescens</i> (Aubl.) Radlk.	NR	MK-1	FHD	400		
Solanaceae	<i>Brunfelsia guianensis</i> Benth.	16972	MK-1	FHD	400	CAY	JJG
Solanaceae	<i>Lycianthes pauciflora</i> (M. Vahl) Bitter	16925	MK-3	FC	730	CAY-P-K-NY	MN
Solanaceae	<i>Markea sessiliflora</i> Ducke	16889	MK-3	MC	730	CAY-NY	JJG
Solanaceae	<i>Solanum oppositifolium</i> Ruiz et Pavon	16708	AK	FR	80	CAY-NY	FC
Sterculiaceae	<i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K. Schum.	NR	MK-2	FHD	650		
Thymeleaceae	<i>Daphnopsis granvillei</i> Barringer	16956	MK-3	FC	730	CAY	JJG
Tiliaceae	<i>Apeiba petoumo</i> J.B. Aublet	16788	MK-1	T	400	CAY	FC
Triuridaceae	<i>Sciaphila albescens</i> Benth.	16754	MK-1	T	400	CAY-U	JJG



Famille	Genre, espèce	N°	Loc.	Hab.	Alt. (m)	Diff.	Dét.
Urticaceae	<i>Pilea imparifolia</i> Wedd.	16735	MK-1	T	400	CAY-P-U-BG-US	JJG
Violaceae	<i>Paypayrola hulkiana</i> Pulle	16759	MK-1	T	400	CAY-P-BHO	FC
Violaceae	<i>Paypayrola hulkiana</i> Pulle	16815	MK-2	FHD	600	CAY-BHO	FC
Violaceae	<i>Rinorea riana</i> (A.P. De Candolle ex Gingins) O. Kuntze	16711	MK-1	FHD	400	CAY-P-US-BHO	FC
Violaceae	<i>Rinorea riana</i> O. Kuntze	16816	MK-2	FHD	600	CAY-P-U-US-BHO	FC
Vitaceae	<i>Cissus erosa</i> L.C. Rich.	16837	MK-2	FHD	700	CAY	JJG
Zingiberaceae	<i>Renealmia guianensis</i> P.J.M. Maas	16936	MK-3	FC	730	CAY	FC

Ptérédiphytes

Famille	Genre, espèce	N°	Loc.	Hab.	Alt. (m)	Diff.	Dét.
Aspleniaceae	<i>Asplenium abscissum</i> Willd.	16723	MK-1	RF	400	CAY-P-UC	MB
Aspleniaceae	<i>Asplenium angustum</i> Swartz	16978	MK-1	FHD	400	CAY-P-NY	MB
Aspleniaceae	<i>Asplenium auritum</i> Swartz var. <i>auritum</i>	16775	MK-1	T	400	CAY-P-U-NY-US-UC	MB
Aspleniaceae	<i>Asplenium hostmanii</i> Hieron.	16725	MK-1	RF	400	CAY-P-UC	MB
Aspleniaceae	<i>Asplenium laetum</i> Swartz	16724	MK-1	RF	400	CAY-P	MB
Aspleniaceae	<i>Asplenium rutaceum</i> (Willd.) Mett.	16801	MK-1	RF	500	CAY	JJG & MB
Aspleniaceae	<i>Asplenium salicifolium</i> L.	16920	MK-3	FC	730	CAY	MB
Aspleniaceae	<i>Asplenium serratum</i> L.	16778	MK-1	T	400	CAY	JJG & MB
Cyatheaceae	<i>Cyathea cuspidata</i> G. Kunze	16781	MK-1	T	400	CAY-P-UC	MB
Cyatheaceae	<i>Cyathea lasiosora</i> (Kuhn) Domin	16818	MK-2	FHD	700	CAY-P	MB
Cyatheaceae	<i>Cyathea marginalis</i> (Klotzsch) Domin	16945	MK-3	FC	730	CAY	MB
Cyatheaceae	<i>Cyathea oblonga</i> (J.F. Klotzsch) K. Domin	16905	MK-3	FC	730	CAY-P-UC-NY	MB
Cyatheaceae	<i>Cyathea spectabilis</i> (Kunze) Domin	16762	MK-1	T	400	CAY-P-US	MB
Cyatheaceae	<i>Cyathea surinamensis</i> (Miq.) Domin	16761	MK-1	T	400	CAY-P	JJG & MB
Cyatheaceae	<i>Cyathea surinamensis</i> (Miq.) Domin	NR	MK-3	FC	730		
Dennstaedtiaceae	<i>Lindsaea lancea</i> (C. Linnaeus) R.H. Beddome var. <i>leprieurii</i> (W.J. Hooker) K.U. Kramer	16969	MK-1	FHD	400	CAY	MB
Dennstaedtiaceae	<i>Lindsaea lancea</i> (L.) Bedd. var. <i>lancea</i>	16821	MK-2	FHD	600	CAY-P	JJG & MB
Dennstaedtiaceae	<i>Saccoloma inaequale</i> (Kunze) Mett.	16947	MK-3	FC	730	CAY-P-NY-US-UC	JJG & MB
Dryopteridaceae	<i>Cyclodium guianense</i> (Klotzsch) van der Werff ex L.D. Gomez	16867	MK-3	FC	730	CAY-P-NY-US-UC	JJG & MB
Dryopteridaceae	<i>Cyclodium inerme</i> (Fée) A.R. Smith	16798	MK-1	RF	500	CAY-P-US	JJG
Dryopteridaceae	<i>Didymochlaena truncatula</i> (Swartz) J. Smith	16786	MK-1	T	400	CAY-P-US	JJG & MB
Dryopteridaceae	<i>Olfersia cervina</i> (L.) Kunze	16790	MK-1	T	400	CAY	MB
Dryopteridaceae	<i>Olfersia cervina</i> (L.) Kunze	16903	MK-3	FC	730	CAY-P-UC	MB
Dryopteridaceae	<i>Polybotrya fractiserialis</i> (Baker) J.E. Smith	16853	MK-1	T	400	CAY	MB
Dryopteridaceae	<i>Polybotrya osmundacea</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	16902	MK-3	FC	730	CAY-P-US-UC	MB
Dryopteridaceae	<i>Stigmatopteris rotundata</i> (Humb. &	16769	MK-1	T	400	CAY-P-UC	MB

Famille	Genre, espèce	N°	Loc.	Hab.	Alt. (m)	Diff.	Dét.
	Bonpl. ex Willd.) C. Chr.						
Dryopteridaceae	Tectaria plantaginea (Jacq.) Maxon var. macrocarpa (Fée) C. Morton	16727	MK-1	T	400	CAY-P	MB
Dryopteridaceae	Tectaria trifoliata (L.) Cav.	16756	MK-1	T	400	CAY-P	JJG & MB
Dryopteridaceae	Triplophyllum funestum (Kunze) Holttum	16967	MK-1	FHD	400	CAY-P-US	JJG & MB
Grammitidaceae	Cochlidium serrulatum (Swartz) L.E. Bishop	16909	MK-3	FC	730	CAY-P	MB
Grammitidaceae	Grammitis taenifolia (Jenm.) Proctor	16809	MK-1	FHD	500	CAY-P	MB
Grammitidaceae	Grammitis taxifolia (L.) Proctor	16913	MK-3	FC	730	CAY-P	MB
Hymenophyllaceae	Hymenophyllum decurrens (Jacq.) Swartz	16910 A	MK-3	FC	730	CAY	MB
Hymenophyllaceae	Hymenophyllum hirsutum (L.) Swartz	16911 B	MK-3	FC	730	CAY	JJG & MB
Hymenophyllaceae	Hymenophyllum polyanthos (Swartz) Swartz	16808	MK-1	FHD	500	CAY-P	MB
Hymenophyllaceae	Trichomanes diaphanum Kunth	16910 B	MK-3	FC	730	CAY-P-NY-US-UC	MB
Hymenophyllaceae	Trichomanes elegans L.C. Rich.	16800	MK-1	FHD	500	CAY-P-U-NY-US-UC	JJG & MB
Hymenophyllaceae	Trichomanes membranaceum L.	16750	MK-1	T	400	CAY	MB
Hymenophyllaceae	Trichomanes pedicellatum Desv.	16911 A	MK-3	FC	730	CAY-P-US	JJG & MB
Hymenophyllaceae	Trichomanes pinnatum Hedw.	16971	MK-1	FHD	400	CAY-P	JJG & MB
Hymenophyllaceae	Trichomanes radicans Sw. var. radicans	16758	MK-1	T	400	CAY-P	MB
Lomariopsidaceae	Bolbitis semipinnatifida (Fée) Alston	16787	MK-1	T	400	CAY	JJG & MB
Lomariopsidaceae	Elaphoglossum cremersii Mickel	16834 B	MK-2	FHD	700	CAY	MB
Lomariopsidaceae	Elaphoglossum laminarioides (Bory ex Fée) T. Moore	16834 A	MK-2	FHD	700	CAY	MB
Lomariopsidaceae	Elaphoglossum latifolium (Swartz) J. Smith	16954	MK-3	FC	730	CAY-NY	MB
Lomariopsidaceae	Lomagamma guianensis (Aubl.) Ching	16968	MK-1	FHD	400	CAY	JJG & MB
Lomariopsidaceae	Lomariopsis prieuriana A.L. Fée	16776	MK-1	T	400	CAY-P	MB
Lycopodiaceae	Huperzia dichotoma (Jacq.) Trevis.	16912	MK-3	FC	730	CAY-P-US	MB
Marattiaceae	Danaea elliptica J.E. Smith	16820	MK-2	FHD	600	CAY-TUR	MB
Marattiaceae	Danaea sellowiana C. B. Presl	16842	MK-1	T	400	CAY	MC
Marattiaceae	Danaea simplicifolia Rudge	16785	MK-1	T	400		MB
Metaxyaceae	Metaxya rostrata (Kunth) K. Presl	16796	MK-1	FHD	500	CAY-P	JJG
Oleandraceae	Nephrolepis rivularis (Vahl) Mett. ex Krug	16948	MK-3	FC	730	CAY-P-U	MB
Polypodiaceae	Campyloneurum phillitidis K. Presl	16976	MK-1	FHD	400	CAY-P-UC	MB
Polypodiaceae	Campyloneurum repens (Aubl.) K. Presl	16901	MK-3	FC	730	CAY-P-NY	MB
Polypodiaceae	Dicranoglossum desvauxii (Klotzsch) Proctor	16810	MK-1	FHD	500	CAY	MB
Polypodiaceae	Microgramma fuscopunctata (Hook.) Vareschi	16914	MK-3	FC	730	CAY-P	MB
Polypodiaceae	Microgramma lycopodioides (L.) Copeland	16833	MK-2	FHD	700	CAY-P	MB
Polypodiaceae	Microgramma percussa (A.J. Cavanilles) E.R. de la Sota	16773	MK-1	T	400	CAY-P	MB



Famille	Genre, espèce	N°	Loc.	Hab.	Alt. (m)	Diff.	Dét.
Polypodiaceae	<i>Microgramma percussa</i> (A.J. Cavanilles) E.R. de la Sota	16984	MK-1	FHD	400	CAY-U-UC	MB
Polypodiaceae	<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	NR	MK-1	FHD	400		
Polypodiaceae	<i>Microgramma reptans</i> (Cav.) A.R. Smith	16991	AK	FR	80	CAY-P	MB
Polypodiaceae	<i>Pecluma pectinata</i> (L.) Price	16906	MK-3	FC	730	CAY	MB
Polypodiaceae	<i>Pecluma plumula</i> (F.W. Humboldt & A.J. Bonpland ex C.L. Willdenow) M.G. Price	16771	MK-1	T	400	CAY-UC	MB & ARS
Polypodiaceae	<i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger	16879	MK-3	FC	730	CAY	MB
Polypodiaceae	<i>Polypodium caceresii</i> Sodiro	16743	MK-1	T	400	CAY-P-UC	MB
Polypodiaceae	<i>Polypodium caceresii</i> Sodiro	16870	MK-3	FC	730	CAY-P-NY-US-UC	MB
Polypodiaceae	<i>Polypodium polypodioides</i> (L.) Watt var. <i>burchellii</i> (Baker) Weath	16770	MK-1	T	400	CAY-P-UC	MB
Polypodiaceae	<i>Polypodium sororium</i> Humb. & Bonpl. ex Willd	16919	MK-3	FC	730	CAY-P	MB
Polypodiaceae	<i>Polypodium triseriale</i> Swartz	16977	MK-1	FHD	400	CAY-P	MB
Pteridaceae	<i>Adiantum argutum</i> F.L. Splitg.	17005	P	FR	90	CAY-P	MB
Pteridaceae	<i>Adiantum leprieurii</i> Hook.	16848	MK-1	T	400	CAY-P	JJG & MB
Pteridaceae	<i>Adiantum macrophyllum</i> Swartz	16722	MK-1	RF	400	CAY-P-U-BM-NY-UCUS	JJG & MB
Pteridaceae	<i>Adiantum obliquum</i> Willd.	16849	MK-1	T	400	CAY-UC	MB
Pteridaceae	<i>Adiantum paraense</i> Hieron.	16797	MK-1	FHD	500	CAY-P-B-UC-NY	MB
Pteridaceae	<i>Adiantum pulverulentum</i> L.	16726	MK-1	T	400	CAY-P-NY-UC	MB
Pteridaceae	<i>Adiantum terminatum</i> (Kunze) ex Miq.	16970	MK-1	FHD	400	CAY-P-UC	MB
Pteridaceae	<i>Pteris altissima</i> Poir.	16760	MK-1	T	400	CAY-P-US	JJG & MB
Pteridaceae	<i>Pteris pungens</i> Willd.	16779	MK-1	T	400	CAY-P	JJG & MB
Selaginellaceae	<i>Selaginella sandwithii</i> Alston	16749	MK-1	T	400	CAY-P-UC-BM-NY	MB
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris abrupta</i> (Desv.) Proctor	16767	MK-1	T	400	CAY-P-UC-NY	MB
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris biolleyi</i> (H. Christ) G.R. Proctor	16768	MK-1	T	400	CAY-UC	ARS
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris decussata</i> L. Proctor var. <i>decussata</i>	16780	MK-1	T	400	CAY-P-U-NY-US-UC	MB
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris glandulosa</i> (Desv.) Proctor var. <i>glandulosa</i>	16766	MK-1	T	400	CAY-P-UC-US	MB
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris holodictya</i> K.U. Kramer	16855	MK-1	T	400	CAY-P-U-B-G-NY-US-UC-MO-BM	MB
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris macrophylla</i> (Kunze) C. Morton	16746	MK-1	T	400	CAY	MB
Vittariaceae	<i>Antrophyum cajenense</i> (Desv.) Spreng.	16730	MK-1	RF	400	CAY-P	MB
Vittariaceae	<i>Antrophyum cajenense</i> (Desv.) Spreng.	16854	MK-1	T	400	CAY-P	MB
Vittariaceae	<i>Antrophyum jenmanii</i> Benedict	16747	MK-1	T	400	CAY	MB
Vittariaceae	<i>Vittaria costata</i> Kunze	16772	MK-1	T	400	CAY	MB

Famille	Genre, espèce	N°	Loc.	Hab.	Alt. (m)	Diff.	Dét.
Woodsiaceae	Diplazium cristatum (Desr.) Alston	16774	MK-1	T	400	CAY-P-NY- US-UC	MB
Woodsiaceae	Diplazium gracilescens (Mett.) C. Christ.	16946	MK-3	FC	730	CAY-P-US- UC	MB
Woodsiaceae	Diplazium grandifolium (Swartz) Swartz	16784	MK-1	T	400	CAY-P-UC	MB
Woodsiaceae	Hemidictyum marginatum (L.) K. Presl	16744	MK-1	T	400	CAY-P-NY	JJG & MB

Seconde contribution à l'étude floristique des monts Cottica

Septembre 2007

Olivier Tostain¹, César Delnatte²
¹ Ecobios, ² IRD

Résumé

Une première mission d'inventaire de la flore des monts Cottica est ici complétée par une mission menée en saison sèche de l'année 2007. 950 plantes vasculaires ont été récoltées, représentant 220 taxons réparties dans 59 familles, dont 17 de ptéridophytes. Parmi ces espèces, 114 ont été nouvellement collectées sur cette mission dont 3 d'intérêt patrimonial.

Mots clés

Flore, Monts Cottica, Parc amazonien de Guyane

La zone d'étude s'étend principalement sur le flanc ouest du mont Cottica, lequel culmine à 730m. On y retrouve de nombreux taxons qui ont déjà été identifiés lors de la mission de février 2005.

Toutefois, contrairement à la première fois, le versant nord ainsi qu'une partie du versant est ont été également prospectés.

Cette mission entre dans le cadre d'une étude à l'échelle régionale relative à la caractérisation des reliefs. Le protocole tend à identifier les melastomatacées, les palmiers et les fougères sur des parcelles de 0,1ha échelonnées tous les 100 mètres d'altitude.

Durant cette mission, plus de 950 plantes vasculaires ont été récoltées. Elles représentent plus de 220 taxons répartis dans 59 familles (dont 17 de fougères).

Près de la moitié des espèces avaient déjà fait l'objet d'une mise en herbier lors de la mission de février 2005. Parmi celles-ci, 17 étaient remarquables et 10 étaient identifiées comme patrimoniales (Liste CSRPN de février 2000).

Parmi les 114 espèces nouvellement collectées sur le site, 3 sont d'intérêt patrimonial :

- *Bromelia agavifolia* Brongniart ex Houlett – Bromeliaceae, espèce endémique ou sub-endémique de Guyane ;
- *Lastreopsis effusa* (Sw.) Tindale subsp. *divergens* (Willd.) Tindale – Dryopteridaceae, espèce forestière rare ou très localisée dans l'état actuel de nos connaissances ;

- *Manettia reclinata* L. – Rubiaceae, espèce forestière rare ou très localisée dans l'état actuel de nos connaissances.

Par ailleurs, nous attendons une réponse du spécialiste pour confirmer si une nouvelle espèce d'*Anthurium* (Araceae) a été découverte.



Figure 1: *Pleurothallis picta* (Photo: C. Delnatte)

Bibliographie

CSRPN, 2000. *Liste des espèces patrimoniales de Guyane*. DIREN Guyane

Annexe :

Liste des espèces nouvellement collectées en septembre 2009

Famille	Espèce	Famille	Espèce
Acanthaceae	<i>Justicia cayennensis</i>		<i>Trichomanes vittaria</i>
Apocynaceae	<i>Bonafousia disticha</i>	Lauraceae	<i>Aniba guianensis</i>
	<i>Forsteronia acouci</i>	Loganiaceae	<i>Potalia amara</i>
Araceae	<i>Anthurium sp.-nov. ?</i>	Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum flexidum</i>
	<i>Monstera expilata</i>		<i>Elaphoglossum glabellum</i>
	<i>Philodendron pedatum</i>		<i>Elaphoglossum raywaense</i>
	<i>Xanthosoma conspurcatum</i>		<i>Lomariopsis japurensis</i>
Arecaceae	<i>Astrocaryum gynacanthum</i>	Lygodiaceae	<i>Lygodium volubile</i>
	<i>Astrocaryum paramaca</i>	Marantaceae	<i>Ischnosiphon gracilis</i>
	<i>Astrocaryum sciophilum</i>	Marattiaceae	<i>Danaea simplicifolia</i>
	<i>Attalea sp.</i>	Marcgraviaceae	<i>Marcgravia parviflora</i>
	<i>Bactris maraja</i>	Melastomataceae	<i>Aciotis purpurascens</i>
	<i>Desmoncus macroacanthos</i>		<i>Adelobotrys ciliata</i>
	<i>Euterpe oleracea</i>		<i>Clidemia conglomerata</i>
	<i>Maximiliana maripa</i>		<i>Clidemia laevifolia</i>
	<i>Oenocarpus bacaba</i>		<i>Henriettella caudata</i>
<i>Socratea exorrhiza</i>	<i>Leandra divaricata</i>		
	<i>Leandra micropetala</i>		
	<i>Leandra rufescens</i>		
	<i>Leandra solenifera</i>		
	<i>Miconia diaphanea</i>		
	<i>Miconia longifolia</i>		
	<i>Miconia mirabilis</i>		
	<i>Miconia oldemanii</i>		
	<i>Miconia plukenetii</i>		
	<i>Miconia prasina</i>		
	<i>Miconia tillettii</i>		
	<i>Miconia trimera</i>		
	<i>Miconia trinervia</i>		
	<i>Topobea parasitica</i>		
Blechnaceae	<i>Salpichlaena volubilis</i>	Meliaceae	<i>Trichilia cipo</i>
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis bisserata</i>
Bromeliaceae	<i>Bromelia agavifolia</i> ¹	Olacaceae	<i>Heisteria densifrons</i>
	<i>Catopsis sessiliflora</i>	Orchidaceae	<i>Aspidogyne foliosa</i>
	<i>Tillandsia bulboides</i>		<i>Elleanthus graminifolius</i>
	<i>Tillandsia fasciculata</i>		<i>Koellensteinia kellneriana</i>
	<i>Pleurothallis picta</i>		
Chrysobalanaceae	<i>Licania canescens</i>		<i>Vanilla sp.</i>
Clusiaceae	<i>Clusia melchiori</i>	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca rivinioides</i>
Cyatheaceae	<i>Cyathea andina</i>	Piperaceae	<i>Peperomia macrostachya</i>
	<i>Cyathea cyatheoides</i>		<i>Peperomia ouabiana</i>
Cyclanthaceae	<i>Asplundia brachyphylla</i>	Poaceae	<i>Pharus latifolius</i>
Dennstaedtiaceae	<i>Dennstaedtia obtusifolia</i>		
	<i>Lindsaea lancea falcata</i>		
	<i>Lindsaea quadrangularis</i>		
	<i>Lindsaea quadrangularis antillensis</i>		
	<i>Lonchitis hirsuta</i>		
	<i>Diplazium laetum</i>		
Dryopteridaceae	<i>Lastreopsis effusa divergens</i> ²		
Ebenaceae	<i>Diospyros ropourea</i>		
Flacourtiaceae	<i>Casearia bracteifera</i>		
Gesneriaceae	<i>Besleria insolita</i>		
	<i>Napeanthus jelskii</i>		
Haemodoraceae	<i>Xiphidium caeruleum</i>		
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes diversifrons</i>		



Famille	Espèce
Polygalaceae	<i>Polygala membranacea</i>
Pteridaceae	<i>Adiantopsis radiata</i>
	<i>Adiantum argutum</i>
	<i>Adiantum cajennense</i>
	<i>Adiantum glaucescens</i>
	<i>Adiantum humile</i>
	<i>Adiantum tetraphyllum</i>
Rubiaceae	<i>Carapichea ligularis</i>
	<i>Faramea guianensis</i>
	<i>Faramea multiflora</i>
	<i>Faramea multiflora</i>
	<i>Manettia reclinata</i> ³
	<i>Morinda brachycalyx</i>
	<i>Psychotria adderleyi</i>
	<i>Psychotria borjensis</i>
	<i>Psychotria mapourioides</i>
<i>Rudgea stipulacea</i>	
Sapindaceae	<i>Talisia guianensis</i>
Selaginellaceae	<i>Selaginella flagellata</i>
	<i>Selaginella radiata</i>
Solanaceae	<i>Solanum rubiginosum</i>
	<i>Solanum velutinum</i>
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris leprieurii</i>
	<i>Thelypteris leprieurii leprieurii</i>
	<i>Thelypteris macophylla</i>
	<i>Thelypteris nephrodioides</i>
Violaceae	<i>Noisettia orchidiflora</i>
	<i>Paypayrola guianensis</i>
	<i>Rinorea pubiflora</i>
	<i>Rinorea pubiflora</i>
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i>
Vittariaceae	<i>Antrophyum guayanense</i>

¹ Espèce endémique ou sub-endémique de Guyane.

²⁻³ Espèce forestière rare ou très localisée dans l'état actuel de nos connaissances.

Rapport de la mission crique

Limonade du projet DIADEMA

Jérôme Orivel¹, Chris Baraloto²

¹ CNRS, UMR Ecologie des Forêts de Guyane (EcoFoG), AgroParisTech, CIRAD, INRA, Université de Guyane, Université des Antilles, Campus agronomique, BP 316, F-97379 Kourou cedex, France.

² International Center for Tropical Botany, Department of Biological Sciences, Florida International University, Miami, FL 33199, USA.

Présentation du projet

Le projet DIADEMA (DIsecting Amazonian Diversity by Enhancing a Multiple taxonomic-groups Approach) est un des projets stratégiques de la première vague qui ont été lancés par le LabEx CEBA (Laboratoire d'excellence Centre d'Etude de la Biodiversité Amazonienne, www.labex-ceba.fr). Ce projet s'inscrit dans une perspective d'acquisition de connaissances sur la biodiversité guyanaise et sa distribution à l'échelle du territoire (axe biodécouverte du CEBA). L'originalité du projet DIADEMA réside dans l'approche multi-taxa avec huit groupes étudiés (arbres, arthropodes, amphibiens, grande faune, poissons et invertébrés d'eau douce, vers de terre et champignons). De cette approche multi-taxa découlent des questions de recherche originales qui constituent les principaux objectifs de DIADEMA :

- Quelle est la contribution relative de la limitation de dispersion, du filtrage environnemental et de la différenciation de niche dans les patrons de distribution observés et comment cela varie-t-il entre les groupes focaux ?
- Quels sont les gradients environnementaux qui expliquent la variation spatiale de la structuration des communautés au sein de chaque groupe taxonomique ?
- Dans quelle mesure les variations des diversités α et β le long des gradients géographiques et environnementaux sont-elles coordonnées entre les groupes focaux ?
- Les hot spots de biodiversité sont-ils les mêmes pour les groupes focaux ?

Dans ce contexte général, plusieurs missions de terrain ont été réalisées dans le cadre de DIADEMA et le présent rapport concerne la mission sur le site de la crique Limonade à Saül.

Méthodologie

L'un des points clés de ce type de projet réside dans la mise en place d'une méthodologie d'échantillonnage unique et répliquable afin d'obtenir des données comparables à la fois entre groupes taxonomiques et entre sites. Un des challenges majeurs réside dans le

fait de pouvoir obtenir des données valorisables pour chacun des groupes. Pour ce faire, nous avons développé un protocole d'inventaire permettant de collecter des données quantitatives sur un même site avec un effort d'échantillonnage comparable et une échelle spatiale représentative pour chacun des groupes focaux. Ce protocole est basé sur celui développé par l'ONF et l'ONCFS dans le cadre du programme Habitats. Ainsi, un site est défini comme une zone d'environ 100 km², représentant une unité de paysage (i.e., un habitat) avec un climat et une géomorphologie relativement homogène.

Structure forestière et grande faune

Au sein de ce site, quatre transects de 3,5 km de long sont établis et les données de structure forestière servent de support pour le choix des parcelles (voir ci-dessous). La topographie ainsi que tous les arbres de plus de 20cm de diamètre (DBH) sont inventoriés dans un rayon de 10 m autour du transect (i.e. 20 x 3500 m).

L'inventaire de la grande faune par observations visuelles s'est également faite le long de ces transects (voir rapport correspondant).

Poissons et invertébrés d'eau douce

Les échantillonnages de ces groupes ont nécessité une adaptation du protocole car ce sont les seuls organismes aquatiques concernés par le projet. Les sites ont été sélectionnés à proximité des layons et avec comme objectif de couvrir les différents sous bassins de la zone (voir rapport correspondant).

Inventaire des autres groupes

L'inventaire des autres groupes focaux du projet est réalisé à une échelle spatiale plus petite représentée par des parcelles de 2 ha. Un total de 12 parcelles a été établi sur la base des données de structure forestière et couvrant les trois types majeurs de topographie : plateau, pente et bas fond. Le long de chaque transect, trois parcelles représentant chacune des trois types topographiques ont été mises en place (Fig. 1).

Au sein de chaque parcelle chaque groupe focal a été inventorié selon un protocole standardisé qui est détaillé dans le rapport correspondant.

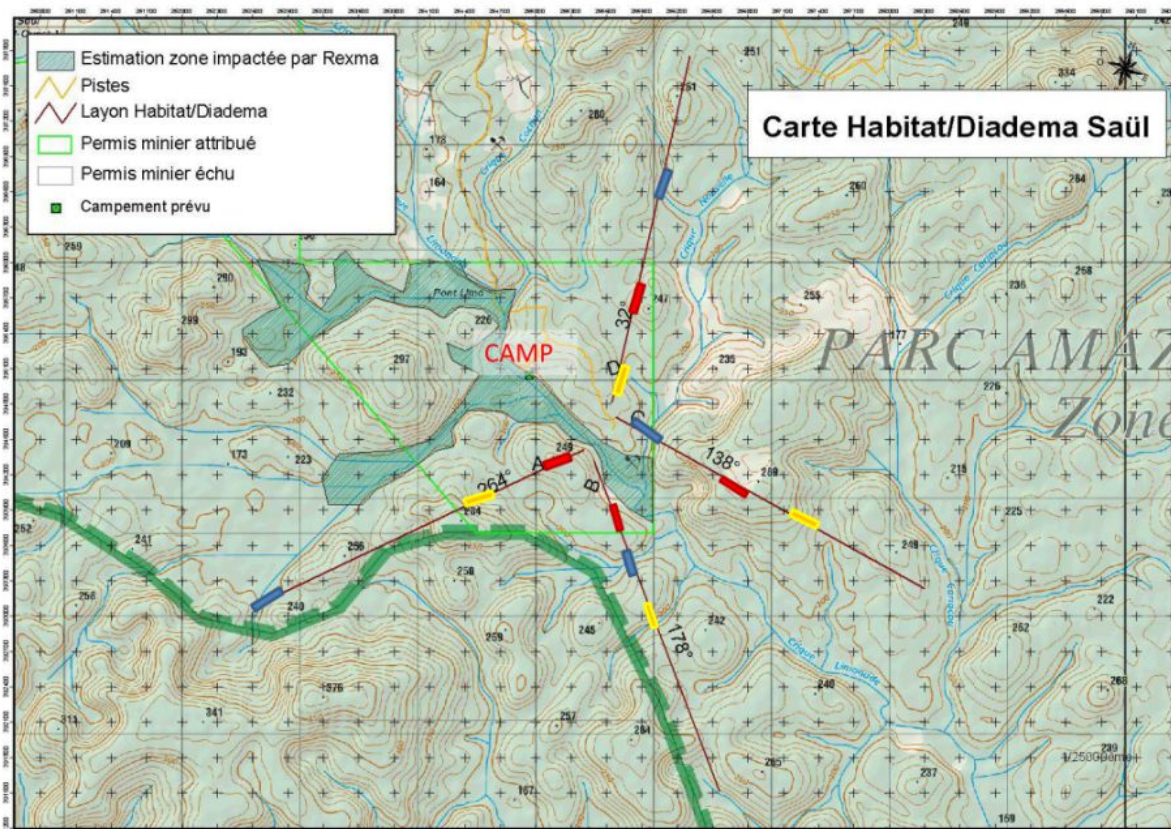


Figure 1: Schéma d'échantillonnage de la mission crique Limonade. Les lignes rouges matérialisent les quatre transects Habitat, le long desquels ont été positionnées les parcelles de 2 ha représentant les trois types topographiques : plateau (rouge), pente (jaune)

Déroulement de la mission

La majorité des échantillonnages a été réalisée durant une mission de 15 jours qui a eu lieu du 10 au 25 octobre 2013. Durant cette mission, les arbres, champignons, vers de terre, arthropodes, poissons et invertébrés d'eau douce ont été collectés.

Les amphibiens ont été quant à eux échantillonnés durant la petite saison de pluies du 20 au 28 février 2014 et la grande faune du 6 au 12 novembre 2013 en l'absence d'autres personnes et protocoles sur le site.

Pour l'ensemble des missions, une aide logistique précieuse a été assurée par les agents du PAG de Saül

Communautés de grande faune forestière sur le site de Saül - Limonade

Cécile Richard-Hansen¹ & Thomas Denis¹

¹ ONCFS, UMR Ecologie des Forêts de Guyane (EcoFoG), AgroParisTech, CIRAD, INRA, Université de Guyane, Université des Antilles, Campus agricole, BP 316, F-97379 Kourou cedex, France.

Résumé

Dans le cadre de la nouvelle typologie des habitats forestiers de Guyane, la zone est considérée comme une forêt de type « Montagne », en raison d'un environnement général présentant des reliefs assez marqués. Par rapport à la moyenne des abondances des autres sites localisés dans ce type de forêt, la communauté de ce site d'étude correspond assez bien à la typologie, avec quelques particularités notables. La présence marquée d'espèces sensibles (singes atèles, hocos alector, tapir) est caractéristique d'une zone relativement peu perturbée par la chasse, malgré la présence humaine récente aux alentours.

Mots clés

Grande faune, IKA, forêt de montagne, espèces sensibles, crique Limonade, Saül, Parc amazonien de Guyane

Participants

- Emeric Auffret / PAG
- Gaëtan Mathoulin / PAG
- Thomas Denis / ONCFS-EcoFoG
- Luc Clément / PAG
- Jean-Michel Gallion / PAG

Contexte

L'objectif est l'étude de la communauté de « grande faune » (37 espèces potentiellement visées) et la détermination d'indices d'abondance et de densité des principales espèces, via la méthode de *Line transect* avec *Distance sampling* (Buckland *et al.*, 2004), pour comparaison avec les autres zones du dispositif global effectué en Guyane depuis plusieurs années, en collaboration avec le PAG, l'ONF, les Réserves Naturelles, la DEAL et l'UMR EcoFoG. La réalisation du travail de terrain a été effectuée en collaboration avec le PAG, comme les autres sites « HABITAT » précédemment échantillonnés sur le territoire du Parc amazonien.

Méthodes

Le dispositif de terrain est similaire à celui établi dans les 35 autres zones échantillonnées pour les abondances de grande faune en Guyane par l'ONCFS

et les partenaires des programmes IKA, Indice d'Abondance Kilométrique). Les quatre layons de 3 kilomètres, effectués à l'avance et balisés tous les 100 mètres, ont été parcourus 14 fois chacun (7 allers et 7 retours) à heures et vitesse fixes, cumulant 190 observations en 162,3 km cumulés parcourus. Les observateurs sont seuls sur leurs parcours, et changent chaque jour de transect pour éviter l'effet observateur. Le comptage est arrêté en cas de grosse pluie, pour ne pas biaiser la détectabilité, et seuls les kilomètres effectivement effectués dans le respect du protocole sont comptabilisés. La distance perpendiculaire entre l'animal (ou le centre du groupe) observé et le layon est mesurée par télémètres laser au mètre près, pour estimer la détectabilité.

Résultats

L'indice kilométrique d'abondance est exprimé en nombre d'observations (groupes ou individus) par 10 kilomètres de transect effectué. Cette donnée basique permet une comparaison assez directe de l'évolution d'abondance dans une zone en fonction du temps, ou entre zones différentes. Denis *et al.* (accepted) ont montré que les différents habitats rencontrés en forêt guyanaise n'impactaient pas significativement la détection, permettant donc une comparaison directe des indices. En revanche, la comparaison des abondances relatives entre espèces n'est pas pertinente, car elle dépend de facteurs de détectabilité des différentes espèces (Denis *et al.* 2017).

L'estimation de densité est effectuée par la méthode de Chandler *et al.* (2011), qui intègre à la fois la probabilité de détection d'un animal, en fonction de sa distance d'observation, et la probabilité de présence de l'animal dans la zone d'échantillonnage, basée sur les répétitions des transects (taux d'émigration).

Tableau 1 : Nombre d'observations, Indice d'abondance et densités des principales espèces observées sur le site. IKA_{10G} : nombre d'observations/10km de transect- Densité en individus/km², estimée par la méthode de Chandler (2011).

	Nom scientifique	Nom courant	Nombre d'observations	IKA_{10G}	Densité
Rongeurs	<i>Myoprocta acouchy</i>	Acouchi	6	0.37	1.65
	<i>Dasyprocta leporina</i>	Agouti	3	0.18	1.07
Primates	<i>Ateles paniscus</i>	Atèle	29	1.79	5.9
	<i>Alouatta macconnelli</i>	Hurlleur	5	0.31	4.9
	<i>Cebus olivaceus</i>	Capucin blanc	6	0.37	2.4
	<i>Sapajus apella</i>	Capucin noir	31	1.91	26.6
	<i>Pithecia pithecia</i>	Saki à face pâle	1	0.06	0.3
	<i>Saguinus midas</i>	Tamarin	5	0.31	4.6
	<i>Saimiri sciureus</i>	Saimiri	5	0.31	21.2
Ongulés	<i>Mazama americana</i>	Biche rouge	3	0.18	0.49
	<i>Mazama nemorivaga</i>	Cariacou	7	0.43	1.33
	<i>Mazama sp</i>		2	0.12	
	<i>Pecari tajacu</i>	Pécari à collier	4	0.25	3.3
	<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir	3	0.18	
Oiseaux	<i>Crax alector</i>	Hocco	7	0.43	4.01
	<i>Penelope marail</i>	marail	7	0.43	1.16
	<i>Psophia crepitans</i>	Agamis	12	0.74	15.5
	<i>Crypturellus ou Tinamus</i>	Tinamous non id	16	0.99	
	<i>Tinamus major</i>	Grand tinamou	33	2.03	20.7
	<i>Crypturellus sp.</i>	Petits tinamous	2	0.12	
	<i>Odontophorus guyanensis</i>	Tocros	1	0.06	1.79
Occasionnels	<i>Eira barbara</i>	Tayra	1	0.06	0.63
	<i>Nasua nasua</i>	Coati	1	0.06	
Total général			190	11.71	

Comparaison avec les autres sites de Guyane

En premier lieu, on peut noter que la communauté de grande faune ne semble pas avoir été fortement impactée par la chasse, malgré la présence humaine récente aux alentours. La présence marquée d'espèces sensibles (singes atèles, hoccos alector, tapir) est caractéristique d'une zone relativement peu perturbée par la chasse. Une diminution des abondances de ces espèces est toujours possible, (voir ci-dessous le léger « déficit » en hoccos par exemple), mais l'impact semble négligeable, et la communauté assez typique d'une zone comparable non chassée.

Dans le cadre de la nouvelle typologie des habitats forestiers de Guyane (Guitet *et al.*, 2015a, 2015b), la zone est considérée comme une forêt de type « Montagne » (Slope), en raison d'un environnement

général présentant des reliefs assez marqués. Les communautés de grande faune des forêts de montagnes sont caractérisées essentiellement par de fortes abondances de singes atèles et de hocco alector, et de faibles abondances d'agoutis (Denis *et al.*, 2016, Richard-Hansen *et al.*, 2015). Par rapport à la moyenne des abondances des autres sites localisés dans ce type de forêt, la communauté de ce site d'étude correspond assez bien à la typologie, avec quelques particularités notables : les densités de capucins bruns (*Sapajus apella*) et de tinamous sont beaucoup plus élevées, et correspondent plutôt à des abondances de ces espèces relevées dans des zones basses de plaines sans reliefs marqués (plaines côtières pour le capucin, plaine intérieure à relief multi-concave pour les tinamous). Les agoutis sont particulièrement peu abondants.

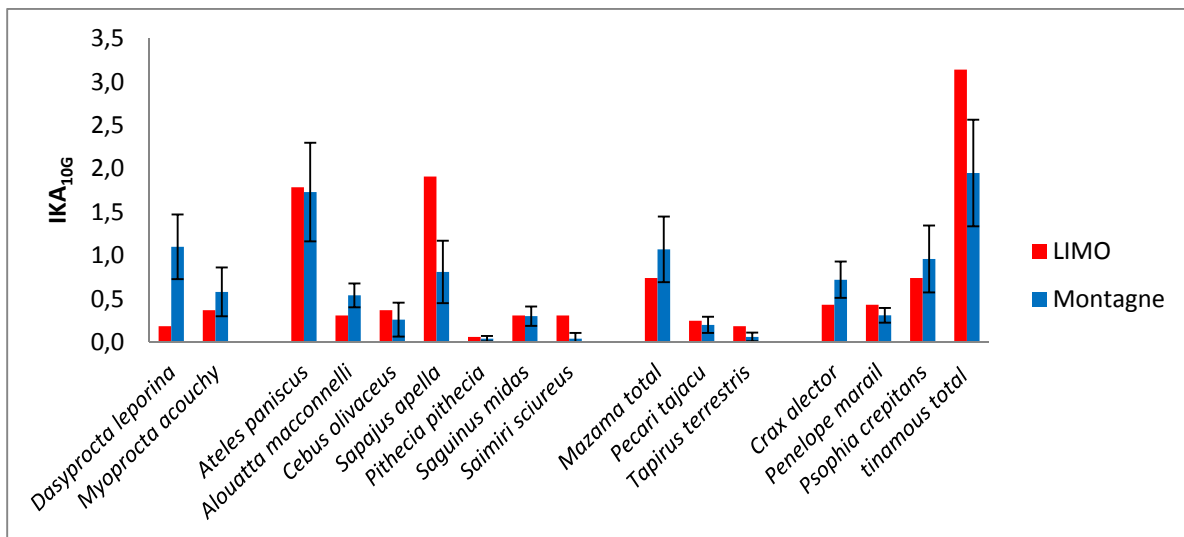


Figure 1: Indices kilométriques d'abondance, comparant les IKA de la Limonade (en rouge) à ceux d'un habitat forestier de type « Montagne »

La diversité relevée par cette méthode d'échantillonnage, sur le pool d'espèce concerné, est relativement élevée par rapport aux autres zones de montagne : Richesse (*Chao-Chen, q=0*) = 23.7 (range = 19.7-24.6) ; Indice de Shannon = 15.17 (range= 12.2-16.9)

Ce site présenterait donc des influences mixées de l'environnement sur la communauté de grande faune, en lien probablement avec l'échelle d'analyse : malgré un environnement global de relief marqué, la zone est centrée sur une vallée relativement étendue, qui influence donc probablement la présence de la faune à cette échelle. Ainsi qu'il avait été noté, la communauté d'arbres correspond mieux à la typologie d'habitat de montagne (Guitet, 2015). La différence des échelles temporelles et géographiques jouant sur les processus d'assemblages des communautés de végétation et de faune explique probablement ces variations (Denis *et al.*, submitted, Guitet *et al.*, submitted).

Bibliographie

Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P., Laake J.L., Borchers D.L., Thomas L., 2004. *Advanced Distance sampling. Estimating abundances of biological populations*, Oxford University Press, New York. 416 p.

Chandler R. B., Royle J.A., King D.I., 2011. Inference about density and temporary emigration in unmarked populations, *Ecology*. N°92 : p. 1429-1435

Denis T., Hérault B., Guitet S., Brunaux O., Richard-Hansen C., submitted. Historical legacies shape the

diversity of medium and large-sized vertebrate communities in Amazonian forests of the Guiana Shield, *Ecography*.

Denis T., Hérault B., Jaouen G., Brunaux O., Guitet S., Richard-Hansen C., 2016. Black Curassow habitat relationships in terra firme forests of the Guiana Shield : A multiscale approach, *The Condor*. N°118 : p. 253-273

Denis T., Richard-Hansen C., Brunaux O., Etienne M.-P., Guitet S., Hérault B., 2017. Biological traits, rather than environment, shape detection curves of large vertebrates in neotropical rainforests, *Ecological Applications*.

Guitet S., Brunaux O., De Granville J.-J., Gonzalez S., Richard-Hansen C., 2015a. *Catalogue des habitats forestiers de Guyane*, DEAL Guyane, 120 p.

Guitet S., Pelissier R., Brunaux O., Jaouen G., Sabatier D., 2015b. Geomorphological landscape features explain floristic patterns in French Guiana rainforest, *Journal of Biogeography*. DOI 10.1007/s10531-014-0854-8

Guitet S., Sabatier D., Brunaux O., Couteron P., Denis T., Freycon V., Gonzalez S., Hérault B., Jaouen G., Molino J.-F., Péliissier R., Richard-Hansen C., Vincent G., submitted. Disturbance regimes drive the diversity of regional floristic pools across guianan rainforest landscapes, *Scientific Report*.

Richard-Hansen C., Jaouen G., Denis T., Brunaux O., Marcon E., Guitet S., 2015. Landscape patterns influence communities of medium- to large-bodied vertebrates in undisturbed *terra firme* forests of French Guiana, *Journal of Tropical Ecology*. N°31 : p. 423-436

Les communautés de poissons des affluents de la crique Limonade

Sébastien Brosse¹, Luc Allard^{1,2} & Kevin Cilleros¹

¹Laboratoire Evolution et Diversité Biologique (EDB, UMR5174 UPS-CNRS-ENFA) Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse. sebastien.brosse@univ-tlse3.fr

²Hydreco Guyane, Laboratoire environnement de Petit Saut, BP 823, 97388 Kourou

Résumé

Les inventaires ichthyologiques effectués sur les affluents de la crique Limonade lors du projet CEBA-DIADEMA ont permis de compléter des inventaires antérieurs effectués en 2011 et 2012 dans le cadre du projet Petites Masses d'Eau soutenu par le PAG et la DEAL. Le projet DIADEMA a ainsi permis d'inventorier les assemblages de poissons sur plusieurs affluents de la crique Limonade qui n'avaient jusqu'à présent fait l'objet d'aucun inventaire (crique Stéphanie et crique Cariacou). Nous avons échantillonné 10 sites, et collecté 581 poissons appartenant à 56 espèces. 10 de ces espèces n'avaient pas été collectées lors des précédents échantillonnages sur la crique Nouvelle France (projet PAG/DEAL PME et surveillance DCE). Plusieurs espèces collectées sont rares, attestant que le bassin de la crique Limonade présente un enjeu important en termes de conservation de la biodiversité. L'ensemble de ces données ont été intégrées à la base de données du laboratoire EDB sur les poissons de Guyane. Elles ont contribué à montrer d'une part que les différences faunistiques entre assemblages de poissons des petits cours d'eau de Guyane sont principalement dues aux faibles capacités de dispersion des poissons entre les sites. D'autre part, nous avons également utilisé ces données pour démontrer que les activités d'orpaillage illégal perturbent profondément la structure taxonomique et fonctionnelle des assemblages de poissons dans les petits cours d'eau Guyanais.

Mots clés

Assemblages d'espèces, Crique Cariacou, Crique Nouvelle France, Crique Stéphanie, Inventaires faunistiques, Orpaillage, Poissons, Règles d'assemblages, Parc amazonien de Guyane.

Introduction

Le Labex CEBA, dans le cadre du projet DIADEMA a organisé une mission pluridisciplinaire sur le bassin de la crique Limonade, sur la commune de Saül. Les poissons ont été récoltés dans le but d'inventorier la biodiversité sur des placettes prédéfinies. Nous avons en ce sens focalisé nos inventaires sur les affluents de la crique Limonade situés à proximité de ces placettes et échantillonné de préférence les affluents n'ayant encore jamais fait l'objet d'études ichthyologiques. Les données récoltées ont été intégrées à une base de données plus large sur les assemblages de poissons de Guyane. Ces données ont permis de mieux comprendre comment s'assemblent les espèces de poissons dans les petits cours d'eau, et de déterminer dans quelle mesure ces cours d'eau sont affectés par les activités humaines telles que l'exploitation forestière ou l'orpaillage.

Matériel et méthodes

Sélection des stations

L'un des objectifs de la mission était d'acquérir des données sur différents organismes (terrestres, aquatiques, animaux, végétaux, champignons) sur les mêmes sites, disposés le long de 4 layons rectilignes d'une longueur de 3 kilomètres. Cette disposition théorique des sites d'échantillonnage a nécessité d'être adaptée pour les poissons. En effet, le tracé des layons ne permettait pas un accès direct à suffisamment de cours d'eau permanents. Nous avons donc sélectionné 10 sites situés à proximité des layons et appartenant à différents sous-bassins, soit de la crique Limonade (sites 3, 4 et 5) soit des criques Cariacou (sites 6, 7 et 8) et Stéphanie (sites 1, 2 et 9). Ces sites sont repartis sur les layons A, B et C (Fig. 1).

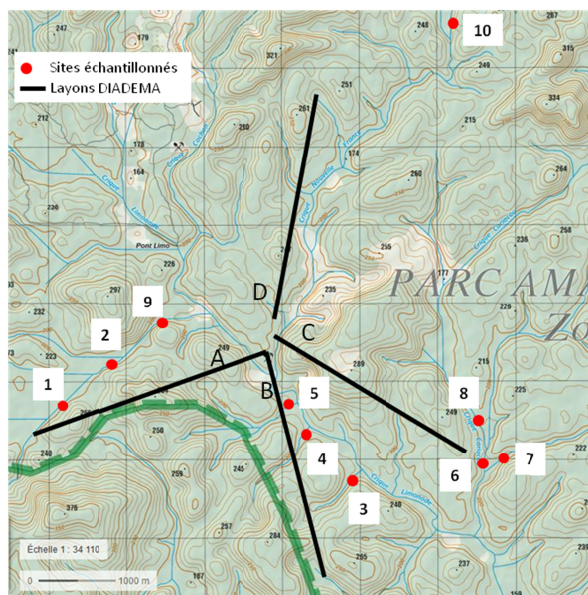


Figure 1. Carte des sites échantillonnés

Le layon D n'a pas été échantillonné car celui-ci longe la crique Nouvelle France qui a déjà fait l'objet d'échantillonnages détaillés en 2011 et 2012. Nous avons donc préféré focaliser nos travaux sur des sites n'ayant jamais fait l'objet d'inventaires ichthyologiques et un seul site a été échantillonné sur la crique Nouvelle France (site 10), ce site ayant par ailleurs fait l'objet de suivis annuels durant plusieurs années dans le cadre de la DCE.

Echantillonnage des poissons

Sur chacun des sites de pêche, les poissons ont été collectés sur 2 stations (à l'exception des sites 2 et 6 pour lesquels une seule station a été échantillonnée). Ces 2 stations sont représentées par des tronçons contigus du cours d'eau, mesurant chacun 8 à 18 mètres de long. La longueur de chaque station est déterminée en fonction de la topographie du cours d'eau dans le but de représenter le plus fidèlement possible la diversité locale d'habitats, mais également de manière à maximiser l'efficacité de capture des poissons. Les tronçons ont été délimités à l'amont et à l'aval par des filets à mailles fines (4 mm de vide de maille), de manière à éviter un échappement des poissons durant l'échantillonnage. Ceci permet non seulement d'obtenir une liste faunistique presque exhaustive, mais également d'acquérir des

informations quantitatives sur l'abondance des différentes espèces de poissons. Les échantillonnages ont été réalisés par Sébastien Brosse et Luc Allard, avec l'aide de Rodolphe Gozlan (IRD Cayenne) et d'Emmanuel Lapiéd (BIOFORSK, Norvège) sur certains sites.

La collecte des poissons a été réalisée à l'aide de roténone pure. Cette méthode, bien que destructive pour les poissons, reste le seul moyen d'obtenir rapidement une image fiable de la densité de l'ensemble des espèces (Allard *et al.*, 2014). La mortalité des poissons à l'aval du site d'échantillonnage a été réduite au minimum par l'utilisation répétée de faibles doses de roténone, évitant ainsi un déversement massif et ponctuel susceptible de causer des mortalités massives. De plus, nous avons, lorsque cela était possible, localisé nos stations d'échantillonnage à l'amont d'une confluence, permettant ainsi une dilution rapide de la roténone à l'aval du site de pêche. Ce protocole standard d'échantillonnage a été décrit par Merigoux *et al.* (1998) et Allard *et al.* (2016). Enfin, une vérification de la mortalité induite par la roténone à l'aval du site de pêche a été systématiquement effectuée. Sur l'ensemble des sites, le nombre de poissons morts collectés à l'aval reste faible et nettement inférieur au nombre de poissons collectés sur la station, attestant d'une atténuation rapide de la toxicité de la roténone. L'ensemble des poissons collectés sur chaque site ont été conservés et ramenés au camp de base pour tri, mesure et identification. Tous les individus ont été identifiés à l'espèce, et les représentants d'espèces peu fréquentes ou mal connues ont été conservés dans de l'alcool à 96% pour confirmation taxonomique. Les individus adultes ou sub-adultes ont été photographiés en vue latérale dans le but d'effectuer des mesures de traits morphologiques. Des échantillons de tissus (nageoires) ont été prélevés sur les poissons dont nous possédions moins de 5 échantillons de tissus par espèce. Ces échantillons de tissus seront utilisés pour la construction d'une base de référence moléculaire en vue de développer une méthode d'inventaire de poissons par metabarcoding environnemental. L'ensemble des poissons (à l'exception des espèces rares conservées pour confirmation taxonomique) ont ensuite été transmis à Rodolphe Gozlan pour une collecte des parasites externes et internes.

Tableau 1: Caractéristiques des sites échantillonnés

Station	Latitude	Longitude	Altitude	Date	Longueur (m)	Temp (°C)	pH	Conductivité (µS)	Turbidité (NTU)	Largeur (m)	Profondeur (cm)
A S1 Afl Cr Stephanie Amont	03°33.590' N	053° 13.121' W	212	12/10/2013	13.0	24.5	6.57	62	12.00	1.77	18.00
A S1 Afl Cr Stephanie Aval	03°33.590' N	053° 13.121' W	212	12/10/2013	10.5	24.5	6.57	62	12.00	1.53	12.44
A S2 Afl Cr Stephanie	03°33.797' N	053° 13.078' W	190	13/10/2013	18.0	24.0	4.70	57	9.00	4.23	24.15
A S9 Crique Stephanie Amont	03°34.138' N	053°12.577' W	207	20/10/2013	11.0	24.0	3.92	51	13.75	4.83	35.83
A S9 Crique Stephanie Aval	03°34.138' N	053°12.577' W	207	20/10/2013	9.0	24.0	3.92	51	13.75	4.03	41.92
B S3 Afl Limonade Amont	03°32.915' N	053° 11.405' W	206	14/10/2013	15.5	25.0	4.61	30	3.54	2.50	10.11
B S3 Afl Limonade Aval	03°32.915' N	053° 11.405' W	206	14/10/2013	14.0	25.0	4.61	30	3.54	2.47	8.22
B S4 Afl Limonade Amont	03°33.382' N	053° 11.571' W	179	15/10/2013	10.0	25.5	3.75	34	3.53	2.43	10.67
B S4 Afl Limonade Aval	03°33.382' N	053° 11.571' W	179	15/10/2013	9.5	25.5	3.75	34	3.53	3.30	9.33
B S5 Afl Limonade Amont	03°33.468' N	053° 11.863' W	156	16/10/2013	13.0	24.5	5.00	26	6.99	2.27	20.33
B S5 Afl Limonade Aval	03°33.468' N	053° 11.863' W	156	16/10/2013	11.5	24.5	5.00	26	6.99	2.47	21.33
C S6 Cariacou	03°33.472' N	053° 10.345' W	174	17/10/2013	25.0	24.3	4.20	26	4.22	12.00	60.00
C S7 Afl Cariacou Amont	03°35.472' N	053° 10.472' W	174	18/10/2013	14.0	24.3	4.20	26	4.20	23.20	24.58
C S7 Afl Cariacou Aval	03°35.472' N	053° 10.472' W	174	18/10/2013	8.0	24.3	4.20	26	4.20	3.63	24.83
C S8 Afl Cariacou Amont	03°33.623' N	053° 10.344' W	158	19/10/2013	15.5	24.3	4.20	26	4.22	5.27	38.33
C S8 Afl Cariacou Aval	03°33.623' N	053° 10.344' W	158	19/10/2013	9.0	24.3	4.20	26	4.22	6.10	33.75
D S10 Nlle France Cour Double Amont	03°35.833' N	53°10.700' W	208	23/10/2013	13.6	24.4	6.25	30	5.38	8.03	26.25
D S10 Nlle France Cour Double Aval	03°35.833' N	53°10.700' W	208	23/10/2013	16.0	24.4	6.25	30	5.38	5.30	40.00

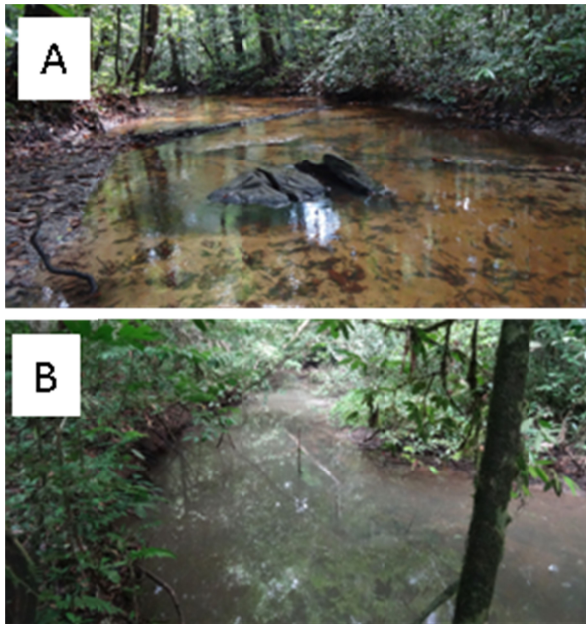


Figure 2 : Exemples de sites échantillonnés : A : Affluent de la crique Cariacou (site CS8) ; B : crique Stéphanie (site AS9)

Paramètres environnementaux

Les caractéristiques environnementales de chaque tronçon échantillonné ont été relevées en mesurant :

- la longueur de la station en mètres ;
- la largeur moyenne du cours d'eau (moyenne de 3 à 5 mesures de largeur sur la station échantillonnée) ;
- la profondeur moyenne du cours d'eau (3 à 5 transects de mesures de profondeur en fonction de la largeur du cours d'eau et de l'hétérogénéité du lit) ;
- l'importance relative des différents faciès d'écoulement (plat, courant, radier, rapide, fosse) ainsi que la granulométrie du substrat (limon, sable, gravier, galets, blocs) ont été estimées visuellement ;
- les abris pour les poissons ont été quantifiés visuellement (pourcentage du lit couvert par des bois morts, racines, litières végétales, sous-berges, macrophytes) ;
- la couverture végétale terrestre a été prise en compte sous forme d'une valeur estimée de pourcentage d'ombrage du lit ;
- la physicochimie de l'eau (température, pH, conductivité et turbidité) a été mesurée à l'aide d'une sonde multiparamètres et d'un turbidimètre. ;
- la position (latitude et longitude) et l'altitude de chaque site ont été relevées à l'aide d'un GPS.

des sites 6 et 2 sur lesquels un seul tronçon a été échantillonné. Nous avons donc échantillonné un total de 18 tronçons de cours d'eau. La localisation et les caractéristiques physiques des tronçons sont résumées Tableau 1.

L'ensemble des sites échantillonnés à l'exception du site 6 sont de petits cours d'eau de faible profondeur (profondeur moyenne < 50cm) et de faible largeur (largeur moyenne < 10m). D'un point de vue physicochimique, l'ensemble des sites présentent un pH acide, une faible à très faible conductivité (< 35µS) à l'exception des sites S1, S2 et S9 pour lesquels la conductivité est comprise entre 50 et 60µS). La turbidité est faible (< 10 NTU) pour tous les sites sauf S1 et S9 où elle dépasse 10 NTU.

581 poissons, appartenant à 56 espèces ont été capturés (Tableau 2). Nous avons prélevé des échantillons de tissus sur 72 individus appartenant à 29 espèces pour lesquelles nous avons moins de 5 échantillons de tissus provenant du bassin de la Limonade. En fonction des sites, nous avons capturé de 2 à 25 espèces, et de 5 à 94 individus par site (Figure 2). Ces résultats ont été intégrés à une base de données plus large sur les petits cours d'eau de Guyane pour analyser les règles d'assemblages et l'impact des activités humaines (orpaillage et exploitation forestière) sur les communautés de poissons.

Tableau 2 : Liste des espèces capturées (les espèces en gras sont de nouvelles occurrences pour le bassin de la crique Limonade)

<i>Ancistrus cf. leucostictus</i>	<i>Hoplias aimara</i>
Aequidens tetramerus	<i>Hyphessobrycon borealis</i>
<i>Anablepsoides igneus</i>	<i>Hyphessobrycon roseus</i>
<i>Batrochoglanis raninus</i>	<i>Hypomastictus despaxi</i>
<i>Bryconamericus guyanensis</i>	Hypopomus artedi
<i>Bryconops affinis</i>	<i>Ituglanis nebulosus</i>
Callichthys callichthys	<i>Japigny kirschbaum</i>
<i>Cetopsidium orientale</i>	<i>Jupiaba abramoides</i>
<i>Characidium nsp</i>	<i>Krobia itanyi</i>
<i>Characidium zebra</i>	<i>Laimosemion geayi</i>
<i>Corydoras geoffroy</i>	<i>Leporinus granti</i>
<i>Corydoras guianensis</i>	<i>Lithoxus stocki</i>
Crenicichla albopunctata	Melanocharacidium blennioides
Curculionichthys nsp	Microcharacidium eleotrioides
<i>Cyphocharax helleri</i>	<i>Moenkhausia chrysargyrea</i>
<i>Cyphocharax punctata</i>	<i>Moenkhausia collettii</i>
<i>Erythrinus erythrinus</i>	<i>Moenkhausia georgiae</i>
<i>Farlowella reticulata</i>	<i>Moenkhausia moisae</i>
<i>Farlowella rugosa</i>	<i>Moenkhausia oligolepis</i>
<i>Gasteropelecus sternicla</i>	Nannostomus beckfordi
<i>Glanidium leopardus</i>	<i>Nannostomus bifasciatus</i>
Guianacara owroewefi	<i>Phenacogaster wayana</i>
<i>Gymnotus carapo</i>	<i>Pimelodella procera</i>
<i>Gymnotus coropinae</i>	<i>Poptella brevispina</i>
<i>Harttia guianensis</i>	<i>Pyrrhulina filamentosa</i>
<i>Helogenes marmoratus</i>	<i>Rhamdia quelen</i>
<i>Hemibrycon surinamensis</i>	<i>Rineloricaria stewarti</i>
Hemigrammus unilineatus	<i>Sternopygus macrurus</i>

Résultats

10 sites ont été échantillonnés suivant le protocole standard de pêche à la roténone, à raison de deux tronçons échantillonnés sur chaque site, à l'exception

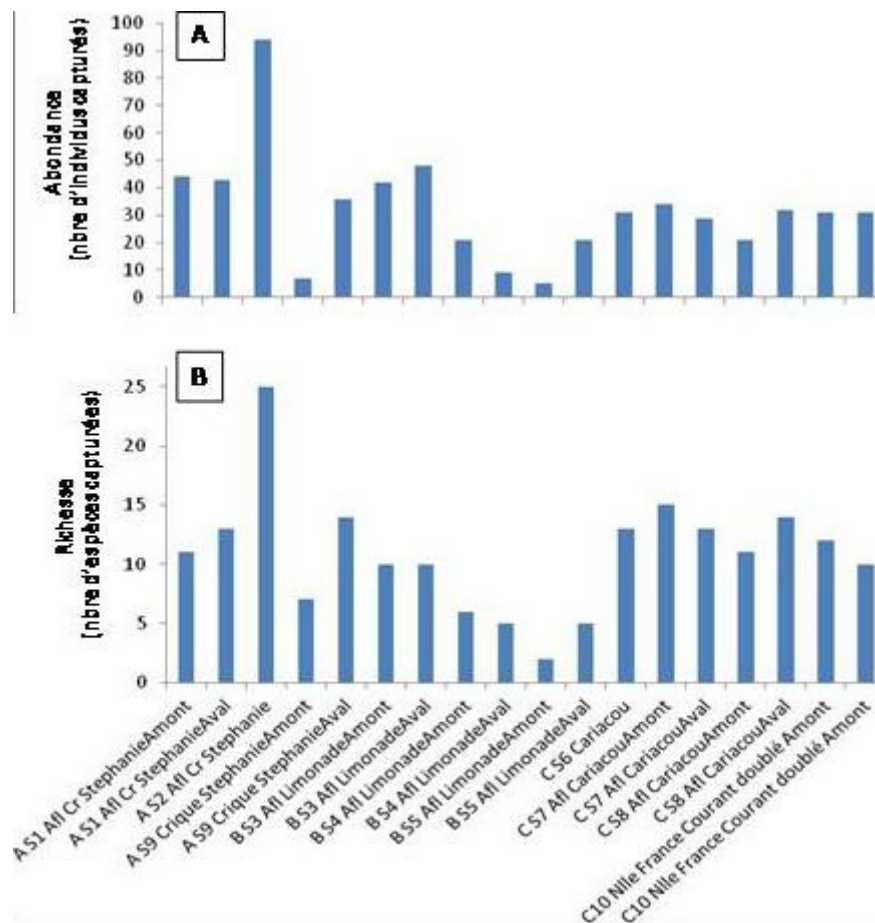


Figure 3: Nombre de poissons (A) et nombre d'espèces (B) capturés par site

Nous n'avons pas effectué d'échantillonnages quantitatifs de poissons à l'aide de roténone dans le cours principal de la crique Limonade, du fait de la largeur et du débit trop important du cours d'eau pour appliquer le protocole standard d'échantillonnage. Nous avons cependant fait des échantillonnages exploratoires dans le cours principal de la Limonade, par pêche de nuit à l'épuisette. Cela nous a permis de capturer quelques espèces déjà connues de la crique Limonade (*Moenkhausia georgiae*, *Moenkhausia oligolepis* (Photo 2E), *Poptella brevispina*, *Crenicichla albopunctata* (Photo 2D), *Krobia itanyi*, *Hoplias aimara*), et une espèce rare (*Curculionichthys nsp*). Il s'agit de la première mention de cette espèce dans le bassin de la crique Limonade.

Discussion

Inventaire faunistique

Les inventaires réalisés durant la mission DIADEMA Limonade ont permis d'enrichir les connaissances sur les poissons du bassin de la Limonade. 9 des 10 sites échantillonnés n'avaient jamais fait l'objet d'inventaires ichthyologiques. Ces sites se sont révélés contrastés d'un point de vue environnemental. La crique Cariacou et ses affluents sont des cours d'eau relativement larges et peu profonds à fond sableux (Photo 1A), qui abritent une faune riche et abondante. Nous remarquons en particulier la présence des deux espèces de *Farlowella* de Guyane (*F. reticulata* et *F.*

rugosa (Photo 2H)) dans le bassin de la crique Cariacou. La présence de *Farlowella rugosa* est un élément important en termes de conservation, car cette très rare espèce n'est actuellement connue que de quelques localités en Guyane (LeBail *et al.*, 2000, 2012), dont la crique Nouvelle France où nous l'avons déjà collectée en 2011.

La crique Stéphanie et ses affluents, situés sur la rive gauche de la crique Limonade sont des cours d'eau à courant relativement lent, avec une eau relativement turbide (Tableau 1 et Figure 1B). Le lit de la crique Stéphanie est riche en sédiments fins, et cet environnement évoque un cours d'eau subissant une activité d'orpaillage. En effet ces caractéristiques environnementales (turbidité, accumulation importante de sédiments fins, berges érodées) sont caractéristiques de milieux orpaillés (Brosse *et al.*, 2011, Dedieu *et al.*, 2014). D'un point de vue faunistique, la crique Stéphanie et ses affluents sont riches en poissons mais les espèces rencontrées sont plutôt ubiquistes, et nous n'avons pas détecté d'espèces rares dans ces milieux. Cette situation est fréquente dans les milieux orpaillés, généralement colonisés par des espèces opportunistes (Brosse *et al.*, 2011, Allard *et al.*, 2016).

Enfin, les petits affluents rive gauche de la crique Limonade (sites BS4 et BS5) sont caractérisés par une faune peu abondante et pauvre en espèces (Fig. 2).

Il s'agit ici de petits cours d'eau de bas-fonds, soumis à un étiage important en saison sèche. Les cours d'eau

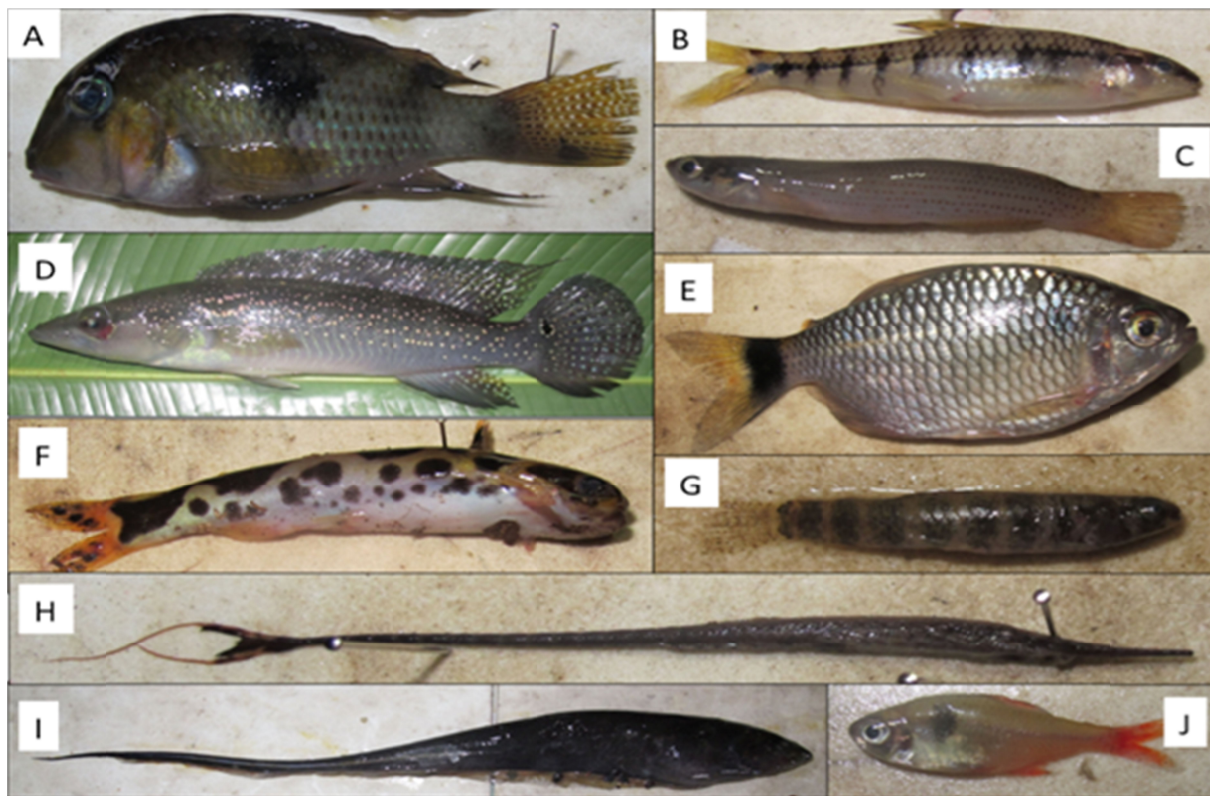


Figure 4: Quelques espèces capturées lors de la mission DIADEMA-Limonade. A : *Guianacara owroewefi* ; B : *Characidium zebra* ; C : *Anablepsoides igneus* ; D : *Crenicichla albopunctata* ; E : *Moenkhausia oligolepis*, F : *Glanidium leopardinus* ; G : *Microcha*

étaient proches de l'assec lors de l'échantillonnage et les parties en eau étaient stagnantes. Ces conditions environnementales particulières expliquent la pauvreté des assemblages de poissons. Ils étaient constitués d'espèces supportant les eaux stagnantes telles que *Callichthys callichthys*, *Anablepsoides igneus* (Figure 4 C), *Laimosemion geayi*, *Pyrhulina filamentosa*, *Gymnotus coropinae* ou *Krobia itany*. Il est intéressant de noter que les deux rivulus (*A. igneus* et *L. geayi*) s'accommodent aussi bien de milieux stagnants et soumis à un étiage fort, que de milieux torrentiels rencontrés en zones montagneuses. Ces espèces ont en effet été rencontrées sur les monts Mitaraka et Itoupé (Brosse *et al.*, 2013).

Enfin, d'un point de vue faunistique, parmi les 56 espèces collectées, 10 étaient inconnues du bassin de la Limonade (Tableau 2) malgré des inventaires intensifs menés sur la crique Nouvelle France en 2011 dans le cadre du projet « Petites Masses d'Eau ».

Ces espèces nouvellement rencontrées appartiennent soit à des espèces rares et/ou cryptiques telles que *F. rugosa* (Figure 4H), *Curculionichthys* nsp. *Melanocharacidium blennioides* ou *Microcharacidium eleotrioides* (Figure 4G), mais également à des espèces communes dans le bassin du Maroni telles que *Crenicichla albopunctata* (Figure 4D) ou *Guianacara owroewefi* (Figure 4A). Ces dernières espèces n'avaient pas été collectées jusqu'à présent. Ces résultats révèlent que l'effort d'échantillonnage réalisé jusqu'à présent sur les petits cours d'eau de Guyane reste modeste, et ce malgré les récents programmes de recherche qui ont grandement amélioré nos connaissances. Ainsi, notre image des peuplements de

poissons des petits cours d'eau reste encore incomplète, puisque même des espèces courantes n'avaient encore jamais été collectées dans les affluents de la crique Limonade.

Ce constat souligne la nécessité de continuer les inventaires faunistiques dans les milieux encore faiblement inventoriés, car nos capacités de gestion et de conservation de la biodiversité sont directement dépendantes de notre niveau de connaissance de la distribution spatiale des espèces et de la composition des assemblages.

Règles de structure des assemblages

L'intégration des données récoltées durant la mission DIADEMA-Limonade à une base de données plus large sur les poissons d'eau douce de Guyane a permis, dans le cadre du doctorat de Kevin Cilleros, de mieux comprendre les règles qui régissent les assemblages de poissons dans les petits cours d'eau. Nous avons d'une part fait l'hypothèse que les assemblages locaux sont structurés par les caractéristiques environnementales locales (hypothèse de filtre environnemental). Dans ce cas, les poissons colonisant deux sites environnementalement différents devraient avoir des caractéristiques fonctionnelles (morphologiques) distinctes. On s'attend alors à observer une différence fonctionnelle entre sites (turnover fonctionnel) plus forte que la différence taxonomique (turnover taxonomique).

Au contraire, si les assemblages sont plutôt structurés par l'incapacité des poissons à disperser entre les sites

(limite à la dispersion), on s'attend à avoir un turnover d'espèces entre sites plus marqué que le turnover fonctionnel (Nekola & White, 1999 ; Devictor *et al.*, 2010). Nous avons ici testé ces hypothèses sur un jeu de 82 petits cours d'eau de Guyane non soumis à des perturbations humaines, incluant donc les sites DIADEMA-Limonade, à l'exception des sites potentiellement orpaillés. Les résultats révèlent un turnover taxonomique supérieur au turnover fonctionnel (Figure 5). La limite à la dispersion est donc le facteur qui structure de manière prépondérante les assemblages de poissons des petits cours d'eau de Guyane (Cilleros *et al.*, 2016). Ces résultats corroborent les observations faites sur les poissons du mont Itoupé où la composition faunistique des assemblages s'est révélée variable entre les cours d'eau des versants ouest et est, malgré une similitude importante de l'environnement local (Brosse *et al.*, 2013). Ces constatations réalisées dans un milieu montagnard assez particulier, sont ici étendues à l'ensemble des petits cours d'eau de Guyane.

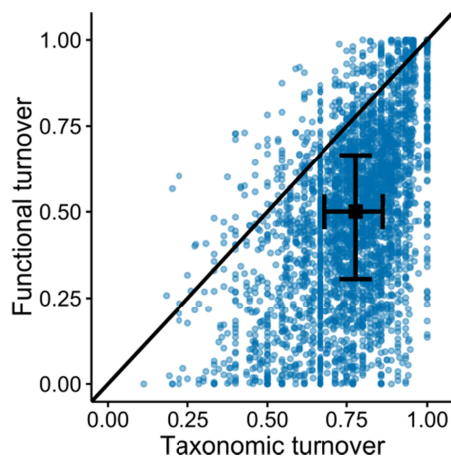


Figure 5 : Relation entre le turnover taxonomique et le turnover fonctionnel pour 82 petits cours d'eau de Guyane non soumis à des perturbations humaines (d'après Cilleros *et al.*, 2016).

Le rôle prépondérant de la limite à la dispersion dans la structure des communautés de poissons à des implications importantes en termes de gestion et de conservation des écosystèmes aquatiques. En effet, les poissons dispersant peu entre petits cours d'eau, la résilience des assemblages suite à leur altération par des activités humaines sera probablement faible. Il est donc probable que les pertes de biodiversité locale suite à des perturbations anthropiques ne soient pas compensées par une recolonisation de ces sites après arrêt des perturbations.

Impact des activités humaines sur les assemblages de poissons

En parallèle de ces travaux théoriques, nous avons, dans le cadre du doctorat de Luc Allard, testé l'impact des activités humaines (orpaillage ancien, orpaillage actuel et activités forestières à faible impact sur des parcelles gérées par l'ONF) sur la structure taxonomique et fonctionnelle des assemblages de poissons des petits cours d'eau de Guyane. Les données DIADEMA-Limonade ont contribué à la

construction d'une base de données regroupant 276 stations, parmi lesquelles 211 ne sont pas affectées par l'homme, 28 sont localisées à l'aval d'un chantier d'orpaillage clandestin en cours d'exploitation, 23 sont à l'aval d'un chantier d'orpaillage clandestin dont l'exploitation a cessé depuis plusieurs mois et 16 sont localisées à l'aval d'une parcelle forestière exploitée par l'ONF selon une méthode de coupe sélective à faible impact.

Nos résultats montrent que les communautés semblent peu affectées par l'exploitation forestière à faible impact, alors que l'orpaillage modifie profondément la structure taxonomique et fonctionnelle des assemblages (Figure 4). Il faut également noter que plusieurs mois après l'arrêt des activités d'orpaillage, les assemblages de poissons restent profondément perturbés et ne retrouvent pas une composition en espèces et une structure fonctionnelle semblable à celle des sites non perturbés (Allard *et al.*, 2016). Ces résultats démontrent que les activités d'orpaillage ont un impact considérable sur les petits cours d'eau de Guyane, et corroborent les travaux antérieurs sur ce sujet (Mol & Ouboter, 2004 ; Brosse *et al.*, 2011, Tudesque *et al.*, 2012).

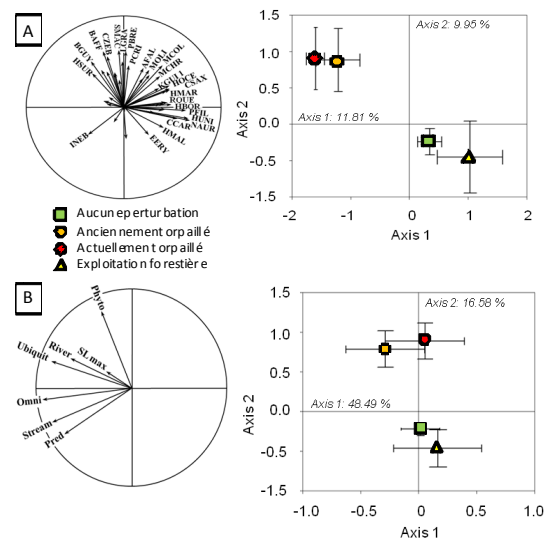


Figure 6 : Impact des activités humaines sur les assemblages de poissons des petits cours d'eau de Guyane. A : ACP représentant les sites en fonction de leur composition en espèces (les 46 espèces les plus abondantes parmi les 276 stations ont été prises en compte). Les espèces sont représentées sur la partie gauche du graphique, alors que la partie droite regroupe les stations en fonction du type d'activité humaine. B : ACP représentant les sites en fonction de la structure fonctionnelle des assemblages. Les traits fonctionnels ont été codés sur 158 espèces. Les traits sont représentés sur la partie gauche du graphique, alors que la partie droite regroupe les stations en fonction du type d'activité humaine. Les traits utilisés sont le régime trophique (prédateur, omnivore, phytophage), l'habitat des poissons (fleuve, petit cours d'eau, ubiquiste) et la taille maximale (longueur standard) de l'espèce. (d'après Allard *et al.*, 2016)

Conclusion

Les données récoltées durant la mission DIADEMA-Limonade ont non seulement permis de mieux connaître la faune ichthyologique des affluents de la crique Limonade, mais elles ont également permis de



contribuer au développement de bases de données plus larges sur la biodiversité des poissons de Guyane. Ces données ont permis de mieux comprendre comment s'assemblent les espèces, mais également de mesurer les impacts générés par les activités humaines (orpaillage et exploitation forestière) sur les assemblages de poissons des petits cours d'eau de Guyane.

L'acquisition de données de terrain sur les assemblages de poissons est une étape indispensable dans la compréhension des facteurs qui gouvernent la biodiversité des écosystèmes aquatiques guyanais. Il serait par conséquent particulièrement utile de continuer ce type d'inventaires sur le territoire du PAG, dont une part importante n'a jusqu'à présent jamais fait l'objet d'inventaires ichthyologiques.

Remerciements

Nous remercions Christopher Baraloto pour l'organisation de la mission DIADEMA-Limonade, ainsi qu'Antonio Lopez, Stéphane Plaine, Gaétan Mathoulin et Cédric Benoit de la Délégation de Saül du PAG pour leur soutien logistique durant la mission. Merci également à Rodolphe Gozlan et Emmanuel Lapiéd pour leur aide lors des collectes de poissons.

Bibliographie

Allard L., Grenouillet G., Khazraie K., Tudesque L., Vigouroux R., Brosse S., 2014. Electrofishing efficiency in low conductivity Neotropical streams: towards a non-lethal fish sampling technique, *Fisheries Management and Ecology*. N°21 : p. 234-243

Allard L., Popée M., Vigouroux R., Brosse S., 2016. Effect of reduced impact logging and small-scale mining disturbances on Neotropical stream fish assemblages, *Aquatic Sciences*. N°78 : p. 315-325

Brosse S., Grenouillet G., Gevrey M., Khazraie K., Tudesque L., 2011. Small-scale gold mining erodes fish assemblage structure in small neotropical streams, *Biodiversity and Conservation*. N°20 : p. 1013-1026

Brosse S., Montoya-Burgos J.I., Grenouillet G., Surugue N., 2013. Determinants of fish assemblage structure in Mount Itoupe mountain streams (French Guiana), *International Journal of Limnology*. N°49 : p. 43-49

Cilleros K., Allard L., Grenouillet G., Brosse S., 2016. Contrasted alpha- and beta- diversity patterns between European and Amazonian stream fish assemblages, *Journal of Biogeography*. N°43 : p. 832-843

Dedieu N., Allard L., Vigouroux R., Brosse S., Cereghino R., 2014. Physical habitat and water chemistry changes induced by logging and gold mining in French Guiana streams, *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. N°415(02)

Devictor V., Mouillot D., Meynard C., Jiguet F., Thuiller W., Mouquet N., 2010. Spatial mismatch and congruence between taxonomic, phylogenetic and functional diversity: the need for integrative conservation strategies in a changing world, *Ecology Letters*. N°13 : p. 1030-1040.

Dias M.S., Magnusson W.E., Zuanon J., 2010. Effects of Reduced-Impact Logging on fish assemblages in Central Amazonia, *Conservation Biology*. N°24 : p. 278-286

Hammond D.S., Gond V., De Thoisy B., Forget P.M., Dedijn B., 2007. Causes and consequences of a tropical forest gold rush in the Guiana Shield, South America, *Ambio*. N°36 : p. 661-670

Le Bail P.-Y., Covain R., Jegu M., Fisch-Muller S., Vigouroux R., Keith P., 2012. Updated checklist of the freshwater and estuarine fishes of French Guiana, *Cybium*. N°36 : p. 293-319

Le Bail P.Y., Keith P., Planquette P., 2000. *Atlas des poissons d'eau douce de Guyane. Tome 2*. MNHN éditions.

Mérigoux S., Ponton D., 1999. Spatio-temporal distribution of young fish in tributaries of natural and flow-regulated sections of a neotropical river in French Guiana, *Freshwater Biology*. N°42 : p. 177-198

Mol J.H., Ouboter P.E., 2004. Downstream Effects of Erosion from Small-Scale Gold Mining on the Instream Habitat and Fish Community of a Small Neotropical Rainforest Stream, *Conservation Biology*. N°18 : p. 201-214

Nekola J.C., White P.S., 1999. The distance decay of similarity in biogeography and ecology, *Journal of Biogeography*. N°26 : p. 867-878

Tudesque L., Grenouillet G., Gevrey M., Khazraie K., Brosse S., 2012. Influence of small-scale gold mining on French Guiana streams: Are diatom assemblages valid disturbance sensors? *Ecological Indicators*. N°14 : p. 100-106

Structure and composition of the tree communities in the Amazonian Park of French Guiana

Chris Baraloto¹

¹ *International Center for Tropical Botany, Department of Biological Sciences, Florida International University, Miami, FL 33199, USA.*

Résumé

Les inventaires de communautés forestières effectués selon le protocole habitats ont permis de caractériser des assemblages particuliers. Les familles dominantes sont des Fabacées, les Araceae et les Bureseraceae.

Mots clés

Parc amazonien de Guyane, crique Limonade, Saül, communautés d'arbres

Méthodology

Woody plants were one of the groups sampled with a protocol grafted onto the Habitat sampling scheme. The basic sampling unit is a vegetation plot area of ca. 2ha, and we installed 12 of these plots, three representing topographic units (hilltop, slope, and seasonally-flooded bottomland) within each of the four Habitat transects at the site.

To sample woody plants, we used the modified Gentry plot following the protocol described by Baraloto *et al.* (2013). The method has been demonstrated to be both rapid and accurate for estimating both woody plant species composition and aboveground biomass across Neotropical forests (Baraloto *et al.*, 2013), and permits comparison with a larger number of sites both within Guyane and across Amazonia (e.g., Baraloto *et al.*, 2011). We recognize the interest of alternative methods, especially the oft-used square 1-ha plots, but these hold two disadvantages for our project. First, 1-ha plots require at least five times as much effort to complete as the Gentry plot method we use, such that a maximum of 2-3 could be completed during a 15-day mission, resulting in a much less representative spatial sampling. Second, the entry diameter cutoff for these plots is 10cm, and we hypothesize that links between trees and other trophic levels (insects, soil fungi) will be easier to detect if we include smaller stems as called for in the Gentry plot method (entry cutoff 2,5 cm DBH).

The Gentry plot method calls for a representative and homogeneous (relative to local topography and disturbance) area of 200m * 100m to be located

within each stratified forest type (in our case, one of the three topographic types along each Habitat transect). Sites will also be chosen to minimize distance and travel time from the main camp, but with at least 500m between any points of adjacent plots, as a compromise to avoid tourists for attractive traps used for some groups.

The plot method involves an aggregate of ten 10m * 50m transects, distributed at 20m distances perpendicular to the main Habitat transect, in alternate directions (Fig. 2). In total this circumscribes an area of 1.9ha. Along each transect, all woody plants >2.5cm DBH are measured (DBH and Height), mapped and determined to species, with at least one herbarium voucher collected for each morpho-species encountered. To estimate biomass we also measure all trees >20cm DBH in a larger 10m band of each transect, but to save time we do not collect vouchers nor do we determine these stems with high taxonomic precision.

Generally, the botanical team divides into two groups of 3 persons, each of which inventories alternate transects. It generally requires about 1 hour per transect and therefore our team can complete one aggregate plot each day. Plot work can be expedited with assistance from other teams in marking the main line and transects, which will also help them to begin their work.

Herbarium vouchers are in the process of being treated, with duplicates deposited at CAY and in the working collection at EcoFoG, Kourou.

Results

Across the 12 sample plots, we inventoried 3509 trees. Of these, we collected 680 vouchers.

Principal families sampled were Fabaceae (492), Arecaceae (442), Burseraceae (366), Meliaceae (157), Myrtaceae (155), Lecythidaceae (138), and Annonaceae (102).

Principal genera sampled were *Euterpe* (313), *Inga* (208), *Protium* (208), *Tetragastris* (108), *Eugenia* (102), *Dicorynia* (87), and *Guarea* (80).

The detailed list of species can be provided on request at the National Park.

Bibliography

Baraloto, C., Molto Q., Rabaud S., Herault B., Valencia R., Blanc L., Fine P. V. A. And Thompson J. 2013. Rapid simultaneous estimation of aboveground biomass and tree diversity across Neotropical forests: A comparison of field inventory methods. *Biotropica* 45: 288-298

Baraloto, C., Rabaud S., Molto Q., Herault B., Blanc L., Fortunel C. †, Davila N., Mesones I., Rios M., Valderrama E., And Fine P. V. A.. 2011. Disentangling stand and environmental correlates of aboveground biomass in Amazonian forests. *Global Change Biology* 17: 2677-2688

Annexe : Liste d'espèces préliminaire

Famille	Genre	Espèce	
Achariaceae	<i>Carpotroche</i>	<i>crispidentata</i>	2
Anacardiaceae	<i>Astronium</i>	<i>lecointei</i>	2
		<i>Tapirira</i>	<i>bethanniana</i>
	<i>guianensis</i>		2
	<i>obtusa</i>		4
	<i>Thyrsodium</i>	indéterminé	1
		<i>puberulum</i>	5
		<i>spruceanum</i>	1
Annonaceae	<i>Anaxagorea</i>	<i>dolichocarpa</i>	1
	<i>Annona</i>	<i>exsucca</i>	1
		indéterminé	1
		<i>Duguetia</i>	<i>calycina</i>
	<i>eximia</i>		4
	indéterminé		1
	<i>pyncnastera</i>		1
	<i>yeshens</i>		1
	<i>yeshidan</i>		40
	<i>Fusaea</i>		<i>longiflora</i>
		<i>longifolia</i>	11
	<i>Guatteria</i>	<i>foliosa</i>	2
		<i>schomburgkiana</i>	1
		<i>sp.NI</i>	4
	indéterminé	indéterminé	1
	<i>Unonopsis</i>	indéterminé	1
<i>rufescens</i>		7	
<i>stipitata</i>		2	



Famille	Genre	Espèce	
Annonaceae (suite)	<i>Xylopia</i>	<i>nitida</i>	1
		<i>pulcherrima</i>	1
Apocynaceae	<i>Ambelania</i>	<i>acida</i>	1
	<i>Aspidosperma</i>	<i>desmanthum</i>	1
		<i>excelsum</i>	4
		indéterminé	1
		<i>sp.SL1</i>	1
	<i>Geissospermum</i>	<i>argenteum</i>	51
	<i>Parahancornia</i>	<i>fasciculata</i>	1
<i>Tabernaemontana</i>	<i>attenuata</i>	1	
Arecaceae	<i>Astrocaryum</i>	indéterminé	55
	<i>Attalea</i>	<i>maripa</i>	1
	<i>Bactris</i>	indéterminé	7
	<i>Euterpe</i>	<i>oleracea</i>	312
		<i>precatória</i>	1
	<i>Geonoma</i>	indéterminé	2
	indéterminé	indéterminé	1
	<i>Oenocarpus</i>	<i>bacaba</i>	44
indéterminé		1	
<i>Socratea</i>	<i>exorrhiza</i>	18	
Bignoniaceae	<i>Jacaranda</i>	<i>copaia</i>	3
	indéterminé	indéterminé	
	<i>Tabebuia</i>	<i>insignis</i>	12
Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>nodosa</i>	13
Burseraceae	<i>Crepidospermum</i>	<i>goudotianum</i>	3
	indéterminé	indéterminé	20
		<i>sp.SL1</i>	5
		<i>sp.SL2</i>	19
	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>	47
		<i>decandrum</i>	40
		<i>giganteum</i>	1
		<i>guianense</i>	4
		indéterminé	43
		<i>morii</i>	25
		<i>opacum</i>	21
		<i>pilosum</i>	2
		<i>robustum</i>	8
<i>sagotianum</i>	16		
<i>spruceanum</i>	1		

Famille	Genre	Espèce	
Burseraceae (suite)	<i>Tetragastris</i>	<i>altissima</i>	108
	<i>Trattinnickia</i>	<i>demerarae</i>	3
Calophyllaceae	<i>Caraipa</i>	<i>sp.SL1</i>	1
Cardiopteridaceae	<i>Dendrobangia</i>	<i>boliviana</i>	1
Caryocaraceae	<i>Caryocar</i>	<i>glabrum</i>	4
		<i>microcarpum</i>	2
		<i>villosum</i>	1
Celastraceae	<i>Cheiloclinium</i>	<i>cognatum</i>	1
	<i>Hippocrateaceae</i>	indéterminé	3
	<i>Maytenus</i>	<i>oblongata</i>	2
		<i>sp.SL1</i>	1
Chrysobalanaceae	<i>Couepia</i>	<i>excelsa</i>	14
		indéterminé	4
	<i>Hirtella</i>	<i>bicornis</i>	1
		<i>racemosa</i>	4
	indéterminé	indéterminé	7
		<i>sp.P4</i>	1
		<i>sp.SL1</i>	15
		<i>sp.SL2</i>	1
	<i>Licania</i>	<i>canescens</i>	2
		<i>guianensis</i>	25
		<i>heteromorpha</i>	6
		indéterminé	3
<i>latistipula</i>		1	
Clusiaceae	<i>Clusia</i>	indéterminé	6
	<i>Garcinia</i>	<i>benthamiana</i>	8
	<i>Symphonia</i>	<i>globulifera</i>	17
	<i>Tovomita</i>	<i>sp.B10</i>	2
Combretaceae	<i>Buchenavia</i>	indéterminé	2
Connaraceae	<i>Connarus</i>	<i>fasciculatus</i>	1
Dichapetalaceae	<i>Tapura</i>	<i>guianensis</i>	3
Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>capreifolia</i>	4
		indéterminé	1
		<i>lissocarpoides</i>	17
		<i>ropourea</i>	15
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i>	<i>brevipes</i>	1
		<i>grandiflora</i>	6
		<i>guianensis</i>	13
		indéterminé	24
		<i>sp.P33</i>	1



Famille	Genre	Espèce		
Euphorbiaceae	<i>Alchorneopsis</i>	<i>floribunda</i>	1	
	<i>Aparisthmium</i>	<i>cordatum</i>	6	
	<i>Conceveiba</i>	<i>guianensis</i>	29	
	<i>Glycydendron</i>	<i>amazonicum</i>	2	
	<i>Hura</i>	<i>crepitans</i>	12	
	indéterminé	<i>sp.SL1</i>	11	
	<i>Mabea</i>	indéterminé		2
		<i>sp.SL1</i>		19
	<i>Pera</i>	<i>glabrata</i>	1	
<i>Sapium</i>	<i>paucinervium</i>	1		
Fabaceae	<i>Abarema</i>	<i>jupunba</i>	3	
	<i>Albizia</i>	<i>pedicellaris</i>	1	
	<i>Bauhinia</i>	<i>eilertsii</i>	4	
	<i>Bocoa</i>	<i>viridiflora</i>	2	
	<i>Candolleodendron</i>	<i>brachystachyum</i>	8	
	<i>Dialium</i>	<i>guianense</i>	1	
	<i>Dicorynia</i>	<i>guianensis</i>	87	
	<i>Diploptropis</i>	<i>purpurea</i>	2	
	<i>Dipteryx</i>	<i>odorata</i>	1	
	<i>Hymenaea</i>	<i>courbaril</i>	1	
		indéterminé		1
	<i>Hymenolobium</i>	indéterminé	4	
	indéterminé	indéterminé		13
		<i>sp.SL1</i>		1
	<i>Inga</i>	<i>acrocephala</i>		7
		<i>alata</i>		1
		<i>alba</i>		17
		<i>auristellae</i>		30
		<i>cylindrica</i>		12
		<i>edulis</i>		6
		<i>fastuosa</i>		2
		<i>graciliflora</i>		14
<i>huberi</i>			1	
indéterminé			31	
<i>laurina</i>			6	
<i>leiocalycina</i>			1	
<i>loubryana</i>			7	
<i>pezizifera</i>			4	
<i>poeppigiana</i>			4	
<i>rubiginosa</i>		4		

Famille	Genre	Espèce	
Fabaceae (suite)	<i>Inga</i> (suite)	<i>sp.P13</i>	15
		<i>sp.SL1</i>	1
		<i>sp.SL2</i>	2
		<i>sp.SL4</i>	1
		<i>sp.SL5</i>	1
		<i>sp.SL6</i>	3
		<i>sp.SL7</i>	16
		<i>sp.SL8</i>	1
		<i>sp.SL9</i>	4
		<i>splendens</i>	5
		<i>stipularis</i>	9
		<i>thibaudiana</i>	1
		<i>virgultosa</i>	2
		<i>Machaerium</i>	indéterminé
	<i>Macrobium</i>	<i>bifolium</i>	3
	<i>Ormosia</i>	indéterminé	1
	<i>Parkia</i>	<i>nitida</i>	1
		<i>pendula</i>	1
	<i>Pseudopiptadenia</i>	indéterminé	1
		<i>polystachya</i>	1
		<i>psilostachya</i>	5
		<i>suaveolens</i>	2
	<i>Pterocapus</i>	<i>officinalis</i>	2
	<i>Pterocarpus</i>	<i>officinalis</i>	66
	<i>Stryphnodendron</i>	<i>polystachyum</i>	1
	<i>Swartzia</i>	<i>arborescens</i>	2
		<i>canescens</i>	5
		<i>grandifolia</i>	1
		<i>panacoco</i>	1
		<i>sp.SL1</i>	2
		<i>sp.SL2</i>	1
	<i>Tachigali</i>	<i>amplifolia</i>	9
		<i>guianensis</i>	2
		indéterminé	2
		<i>paniculata</i>	19
		<i>richardiana</i>	1
		<i>sp.5(DS)</i>	1
	<i>Taralea</i>	indéterminé	1
		<i>oppositifolia</i>	4
	<i>Vatairea</i>	<i>paraensis</i>	1



Famille	Genre	Espèce		
Fabaceae (suite)	<i>Vataireopsis</i>	<i>surinamensis</i>	2	
		<i>Zygia</i>	indéterminé	1
			<i>racemosa</i>	14
			<i>tetragona</i>	1
Goupiaceae	<i>Goupia</i>	<i>glabra</i>	7	
Humiriaceae	<i>Sacoglottis</i>	<i>guianensis</i>	1	
Hypericaceae	<i>Vismia</i>	<i>ramuliflora</i>	1	
indéterminé	indéterminé	<i>sp.SL1</i>	1	
Lamiaceae	<i>Vitex</i>	indéterminé	1	
		<i>triflora</i>	1	
Lauraceae	indéterminé	indéterminé	16	
		<i>sp.6(DS)</i>	20	
		<i>sp.SL1</i>	32	
		<i>sp.SL2</i>	4	
		<i>sp.SL3</i>	1	
		<i>sp.SL4</i>	2	
		<i>sp.SL5</i>	1	
		<i>sp.SL6</i>	5	
		<i>sp.SL7</i>	1	
		<i>sp.SL8</i>	1	
	<i>Kubitzkia</i>	<i>mezii</i>	4	
	<i>Licaria</i>	<i>martiniana</i>	3	
	<i>Ocotea</i>	<i>cernua</i>	1	
<i>Rhodostemonodaphne</i>	indéterminé	1		
Lecythidaceae	<i>Corythophora</i>	<i>amapaensis</i>	13	
		<i>Couratari</i>	<i>cf.stellata</i>	2
	<i>gloriosa</i>		43	
	<i>guianensis</i>		3	
	<i>stellata</i>		4	
	<i>indet</i>		9	
	<i>Eschweilera</i>	<i>coriacea</i>	14	
		<i>wachenheimii</i>	3	
		<i>indet</i>	26	
	<i>Gustavia</i>	<i>hexapetala</i>	3	
	indéterminé	indéterminé	16	
		<i>sp.SL1</i>	1	
		<i>sp.SL2</i>	13	
<i>sp.SL3</i>		17		
		<i>sp.SL4</i>	2	

Famille	Genre	Espèce	
Lecythidaceae (suite)	<i>Lecythis</i>	indéterminé	5
		<i>persistens</i>	3
		<i>poiteaui</i>	15
		<i>zabucajo</i>	2
Loganiaceae	<i>Antonia</i>	<i>ovata</i>	1
Malpighiaceae	<i>Bunchosia</i>	<i>decussiflora</i>	1
Malvaceae	<i>Apeiba</i>	<i>glabra</i>	1
		<i>petoumo</i>	1
	<i>Bombacaceae</i>	indéterminé	2
	<i>Ceiba</i>	<i>pentandra</i>	2
	<i>Lueheopsis</i>	<i>rugosa</i>	4
	<i>Quararibea</i>	<i>duckei</i>	33
		indéterminé	3
	<i>Sterculia</i>	<i>pruriens</i>	4
		<i>sp.A1</i>	2
		<i>sp.SL1</i>	1
		<i>sp.SL2</i>	1
		<i>sp.SL3</i>	1
		indéterminé	21
<i>Theobroma</i>	<i>velutinum</i>	5	
Melastomataceae	indéterminé	<i>sp.P4</i>	1
		<i>sp.SL1</i>	1
	<i>Loreya</i>	<i>arborescens</i>	2
	<i>Mouriri</i>	<i>indet</i>	1
Meliaceae	<i>Carapa</i>	<i>procera</i>	1
		<i>surinamensis</i>	38
		indéterminé	2
	<i>Cedrela</i>	<i>odorata</i>	3
	<i>Guarea</i>	<i>carinata</i>	3
		<i>gomma</i>	4
		<i>grandiflora</i>	1
		<i>kunthiana</i>	20
		<i>pubescens</i>	1
		<i>sylvatica</i>	51
		indéterminé	221
	indéterminé	indéterminé	1
	<i>Trichilia</i>	<i>cipo</i>	8
<i>martiniana</i>		3	
<i>micrantha</i>		7	
<i>quadrijuga</i>		7	



Famille	Genre	Espèce	
Meliaceae (suite)	<i>Trichilia (suite)</i>	<i>septentrionalis</i>	4
		<i>sp.SL1</i>	6
		indéterminé	19
Moraceae	<i>Bagassa</i>	<i>guianensis</i>	1
	<i>Brosimum</i>	<i>acutifolium</i>	1
		<i>guianense</i>	4
		<i>rubescens</i>	1
		<i>utile</i>	1
	<i>Ficus</i>	<i>nymphaeifolia</i>	1
		<i>sp.P3</i>	1
		<i>sp.SL1</i>	1
		indéterminé	6
	<i>Helicostylis</i>	<i>pedunculata</i>	7
		<i>tomentosa</i>	1
		indéterminé	2
	indéterminé	indéterminé	2
	<i>Maquira</i>	<i>guianensis</i>	3
	<i>Naucleopsis</i>	<i>guianensis</i>	1
	<i>Perebea</i>	<i>guianensis</i>	1
<i>Pseudolmedia</i>	<i>laevis</i>	5	
	indéterminé	1	
<i>Trymatococcus</i>	<i>amazonicus</i>	3	
	<i>oligandrus</i>	3	
Myristicaceae	<i>Iryanthera</i>	<i>sagotiana</i>	14
	<i>Osteophloeum</i>	<i>platyspermum</i>	1
	<i>Virola</i>	<i>kwatae</i>	8
		<i>melchii</i>	12
		<i>multicostata</i>	1
		<i>surinamensis</i>	53
indéterminé	1		
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>coffeifolia</i>	102
		indéterminé	4
	indéterminé	indéterminé	109
		<i>sp.SL1</i>	28
		<i>sp.SL10</i>	1
		<i>sp.SL11</i>	1
		<i>sp.SL12</i>	1
		<i>sp.SL13</i>	2
		<i>sp.SL2</i>	5
<i>sp.SL3</i>	7		

Famille	Genre	Espèce	
Myrtaceae (suite)	Indéterminé (suite)	<i>sp.SL4</i>	1
		<i>sp.SL5</i>	1
		<i>sp.SL6</i>	1
		<i>sp.SL7</i>	3
		<i>sp.SL8</i>	1
		<i>sp.SL9</i>	1
Nyctaginaceae	<i>Neea</i>	<i>sp.N4</i>	20
		<i>sp.SL1</i>	2
		indéterminé	14
Ochnaceae	<i>Lacunaria</i>	<i>jenmannii</i>	1
	<i>Ouratea</i>	<i>sp.SL1</i>	7
		indéterminé	2
	<i>Quiina</i>	<i>guianensis</i>	6
		<i>sessilis</i>	1
		indéterminé	2
<i>Touroulia</i>	<i>guianensis</i>	1	
Olacaceae	<i>Minquartia</i>	<i>guianensis</i>	8
Picramniaceae	<i>Picramnia</i>	<i>latifolia</i>	1
Putranjivaceae	<i>Drypetes</i>	<i>fanshawei</i>	6
Rosaceae	<i>Prunus</i>	<i>myrtifolia</i>	1
Rubiaceae	<i>Amaioua</i>	<i>guianensis</i>	5
	<i>Chimarrhis</i>	<i>turbinata</i>	11
	<i>Coussarea</i>	<i>paniculata</i>	1
	<i>Duroia</i>	<i>aquatica</i>	3
	<i>Ferdinandusa</i>	<i>paraensis</i>	1
		indéterminé	1
	<i>Genipa</i>	<i>spruceana</i>	1
	indéterminé	indéterminé	11
		<i>sp.N7</i>	1
		<i>sp.SL1</i>	1
		<i>sp.SL2</i>	1
<i>sp.SL3</i>		1	
<i>Isertia</i>	<i>spiciformis</i>	2	
Salicaceae	<i>Casearia</i>	<i>combaymensis</i>	3
		<i>javitensis</i>	8
		<i>sp.P6</i>	2
	<i>Laetia</i>	<i>procera</i>	2
Sapindaceae	<i>Cupania</i>	<i>scrobiculata</i>	10
		indéterminé	1



Famille	Genre	Espèce	
Sapindaceae (suite)	indéterminé	indéterminé	8
		<i>sp.SL1</i>	1
	<i>Matayba</i>	<i>arborescens</i>	5
		<i>sp.SL1</i>	1
		indéterminé	3
	<i>Melicoccus</i>	<i>pedicellaris</i>	1
	<i>Pentascyphus</i>	<i>thyrsiflorus</i>	9
	<i>Pseudima</i>	<i>frutescens</i>	2
	<i>Talisia</i>	<i>aff,hexaphylla</i>	1
		<i>clathrata</i>	12
		<i>megaphylla</i>	1
		<i>mollis</i>	4
		<i>praealta</i>	1
		<i>simaboides</i>	1
		<i>sp.SL1</i>	3
		<i>sylvatica</i>	3
		indéterminé	6
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i>	<i>argenteum</i>	6
		<i>cuneifolium</i>	1
		<i>sp.3(DS)</i>	4
	<i>Ecclinusa</i>	<i>ramiflora</i>	5
	<i>Micropholis</i>	<i>acutangula</i>	1
		<i>egensis</i>	1
		<i>melinoniana</i>	2
		<i>melinopiana</i>	1
		<i>obscura</i>	1
		<i>venulosa</i>	1
	indéterminé	indéterminé	9
	<i>Pouteria</i>	<i>bilocularis</i>	2
		<i>coriacea</i>	2
		<i>cuspidata</i>	2
		<i>flavilatex</i>	4
		<i>franciscana</i>	4
		<i>guianensis</i>	2
		<i>hispida</i>	5
		<i>sagotiana</i>	3
		<i>sp.SL1</i>	3
		indéterminé	7
	<i>Sarcaulus</i>	<i>brasiliensis</i>	5
	Simaroubaceae	<i>Simarouba</i>	<i>amara</i>

Structure and composition of the tree communities in the Amazonian Park of French Guiana

Famille	Genre	Espèce	
Siparunaceae	<i>Siparuna</i>	<i>decipiens</i>	2
		<i>pachianta</i>	2
		<i>poepigii</i>	1
Strelitziaceae	<i>Phenakospermum</i>	<i>guyannense</i>	4
Styracaceae	<i>Styrax</i>	<i>pallidus</i>	1
Ulmaceae	<i>Ampelocera</i>	<i>edentula</i>	2
Urticaceae	<i>Cecropia</i>	<i>obtusa</i>	2
		<i>sciadophylla</i>	6
	<i>Pourouma</i>	<i>guianensis</i>	1
		<i>melinonii</i>	6
		<i>minor</i>	40
		<i>mollis</i>	1
		<i>saulensis</i>	3
		<i>sp.N5</i>	2
		<i>villosa</i>	1
		indéterminé	12
Violaceae	indéterminé	<i>sp.SL1</i>	2
	<i>Leonia</i>	indéterminé	1
	<i>Rinorea</i>	<i>sp.SL1</i>	7
		<i>sp.SL2</i>	1
		indéterminé	7
Vochysiaceae	indéterminé	indéterminé	2
	<i>Erisma</i>	<i>idA1</i>	1
		indéterminé	13
	<i>Qualea</i>	<i>caerulea</i>	3
		indéterminé	1
	<i>Ruizterania</i>	<i>albiflora</i>	2
<i>Vochysia</i>	<i>tomentosa</i>	3	

Les communautés de fourmis de la litière à Saül

Mélanie Fichaux¹, Donald Julian², Béchade Benoît¹, Weyna Arthur¹, Frédéric Petitclerc¹, Christopher Baraloto³, Jérôme Orivel¹

¹ CNRS, UMR Ecologie des Forêts de Guyane, Campus agronomique, BP 316, F-97379 Kourou cedex, Guyane française, France. Melanie.Fichaux@ecofog.gf; Jerome.Orivel@ecofog.gf

² Centre for Applied Sciences, University of the West of England, Coldharbour Lane, BS16 1QY, United Kingdom

³ International Center for Tropical Botany, Department of Biological Sciences, Florida International University, Miami, FL 33199, USA

Résumé

Les récoltes de fourmis de la litière effectuées sur les affluents de la crique Limonade ont permis d'identifier la présence de 210 espèces terricoles. Nous avons échantillonné trois parcelles par habitat – plateau, pente et bas-fond – et collecté respectivement 155, 140 et 72 espèces par habitat. Par ailleurs, la mesure de traits morphologiques associés à des fonctions écologiques a permis de mettre en avant la plus forte richesse fonctionnelle des communautés de fourmis en forêt de plateau et de pente par rapport aux forêts de bas-fond. De plus, la composition des assemblages de fourmis des bas-fonds diffère fortement des assemblages en forêt de plateau et de pente, tant d'un point de vue spécifique que fonctionnel. Cette étude souligne donc l'importance des caractéristiques environnementales dans la structuration des communautés de fourmis de la litière en Guyane française.

Mots clés

Parc amazonien de Guyane, crique Limonade, Saül, fourmis, traits fonctionnels, assemblages d'espèces

Introduction

Contexte de l'étude

Dans le cadre du projet DIADEMA, une mission d'échantillonnage a été organisée sur les abords de la crique Limonade, dans la région de Saül. Cette mission regroupait différentes équipes qui étudiaient des groupes taxonomiques différents, incluant entre autres groupes les plantes, champignons et arthropodes. L'objectif de cette mission était d'étudier en parallèle la diversité et la structure des assemblages d'espèces appartenant aux différents groupes taxonomiques ciblés. Ce projet visait par ailleurs à orienter les futures stratégies de gestion et de conservation en améliorant les connaissances sur la distribution des espèces sur le territoire guyanais.

Modèle d'étude

Les fourmis représentent un groupe d'arthropodes très abondant et dominant en forêt tropicale (Hölldobler et Wilson, 1990), et exercent de nombreuses fonctions écosystémiques telles que la prédation et l'aération du sol (Del Toro *et al.*, 2012). La myrmécofaune néotropicale a déjà été partiellement caractérisée en termes de diversité

spécifique, mais les données provenant de Guyane française restent fragmentées et limitées aux zones côtières et aux Nouragues (Groc *et al.*, 2009, 2014). Il est essentiel de compléter l'échantillonnage des fourmis sur le territoire guyanais afin de comprendre quelles sont les règles d'assemblages de ce groupe dominant, et pour pouvoir évaluer les éventuels impacts de la conversion forestière et du changement climatique sur la répartition des espèces.

Méthodologie

Protocole d'échantillonnage

Les fourmis de la litière ont été échantillonnées dans trois types d'habitats forestiers lors de cette mission, à savoir des forêts de plateau, de pente et de bas-fond. Nous avons échantillonné trois parcelles dans chaque habitat, soit un total de 9 parcelles. La récolte des fourmis a été réalisée dans une aire de 0.2ha située au centre de chaque parcelle Gentry. Une surface de 30m * 40m représentait chaque parcelle, au sein de chacune un ensemble de 20 points d'échantillonnage étaient

définis, chaque point étant espacé d'au moins 10m (Fig. 1).

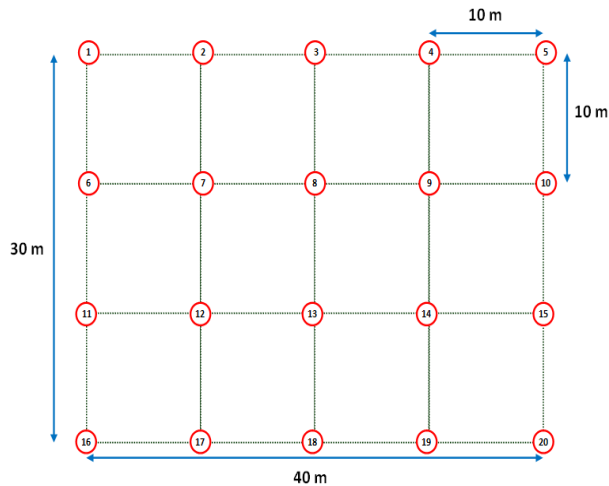


Figure 1 : Schéma d'une parcelle d'échantillonnage

Les fourmis de la litière ont été récoltées à l'aide de deux méthodes de collecte complémentaires conformément au protocole d'échantillonnage ALL (« Ants of the Leaf Litter protocol », Agosti et Alonso, 2000), à savoir les pièges à fosse (aussi appelés 'pitfalls') et l'extraction de litière par mini-Winkler. Dans chaque parcelle, les fourmis étaient récoltées à l'aide des deux pièges mis en place en chaque point d'échantillonnage.

Le piège à fosse consiste à enterrer un pot en plastique dans le sol, de sorte à ce que l'ouverture du pot soit à la surface du sol (Bestelmeyer *et al.*, 2000, Fig. 2.A). Chaque pot est ensuite partiellement rempli d'un mélange d'eau, de sel et de détergent, de sorte à empêcher les invertébrés tombés dans le pot d'en sortir, mais aussi de les conserver jusqu'au ramassage du pot, à savoir 72h après son installation.

L'extraction de litière consiste à prélever la totalité de la litière (feuilles, bois mort) sur une surface d'1m². La litière est ensuite tamisée de sorte à éliminer les gros résidus de litière, puis transférée dans un sac à grosse maille (permettant le passage des fourmis) que l'on installe dans un sac en coton fermé (Fig. 2.B). Un pot partiellement rempli d'alcool a préalablement été installé en bas du sac en coton, pour que les insectes qui sortent du sac en maille tombent dans le pot. Ce dispositif est maintenu pendant 48h.

Passé le délai d'activation des pièges (72h pour les pitfalls et 48h pour les mini-winklers), l'ensemble des échantillons a été conservé dans des pots remplis d'alcool à 70°C. Les deux pièges utilisés n'étant pas sélectifs, une phase de tri en laboratoire a été nécessaire pour séparer les différents groupes d'invertébrés récoltés.

Les fourmis ont ensuite été conservées dans des tubes individuels, de même que les groupes suivants :

- Arachnides : acariens, araignées, opilions, pseudo-scorpions, ricinules, scorpions ;

- Coléoptères ;
- Orthoptères ;
- Isoptères ;
- Résidus : tous les autres groupes.

Ces échantillons ont ensuite été remis à différents spécialistes afin de permettre l'identification des spécimens.



Figure 2 : Photographie d'un piège à fosse (A) et d'un extracteur de litière (B) mis en place.

Identification des spécimens

Pour chaque échantillon, entre un et trois spécimens par morpho-espèce ont été montés sur paille (cf. Fig. 3) pour permettre leur identification ultérieure. L'abondance de chaque morpho-espèce était notée, et les spécimens restants étaient préservés dans les tubes d'alcool à 70°C. Les fourmis ont ensuite été identifiées à l'espèce lorsque cela était possible, ou à la morpho-espèce en leur attribuant un numéro. Toutes les espèces et morpho-espèces ont été vérifiées par le taxonomiste J.H.C. Delabie (Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus-Bahia, Brazil). Les identifications morphologiques ont été complétées par une identification moléculaire grâce au barcoding. ADN sur le gène 16S.

Mesures morphologiques

Afin de procéder à des mesures de diversité fonctionnelle, plusieurs mesures morphologiques ont été effectuées sur les espèces de fourmis récoltées à la crique Limonade. Neuf attributs morphologiques ont été sélectionnés sur la base de leur lien avec des stratégies écologiques liées à l'acquisition et l'utilisation des ressources (Fowler *et al.*, 1991, Kaspari & Weiser, 1999, Davidson *et al.*, 2004, Weiser & Kaspari, 2006 ; Fig. 3) :



1. la longueur de la tête ;
2. la largeur de la tête ;
3. la longueur des mandibules ;
4. la longueur du clypeus ;
5. la longueur du scape antennaire ;
6. la longueur de l'œil ;
7. la longueur du fémur (proxy de la taille totale de la patte) ;
8. la largeur du thorax ;
9. la longueur de Weber (proxy de la taille totale du corps).

Les mesures ont été réalisées à l'aide d'une loupe binoculaire Leica M80 sur laquelle était fixé un micromètre oculaire d'une précision de 0.01mm.

Traitement des données

La richesse spécifique est représentée par le nombre d'espèces présentes dans chaque assemblage. La richesse fonctionnelle représente l'espace fonctionnel de chaque assemblage, qui correspond à

la gamme de valeurs de traits de l'ensemble des espèces dans un espace multidimensionnel.

Les différences de composition spécifique entre chaque habitat ont été évaluées à l'aide d'une Analyse Factorielle des Correspondances réalisée sur la matrice d'occurrences des espèces dans chaque parcelle. Pour évaluer les différences de composition fonctionnelle entre assemblages, nous avons calculé la moyenne pondérée de la communauté (indice « CWM », Lavorel & Garnier, 2002) pour chaque trait. Nous avons également mesuré la diversité en calculant l'indice de Sørensen, d'après la formule suivante :

$$SOR_{i,j} = 2A / (2A+B+C),$$

où A représente le nombre de sites communs aux espèces i et j,
 B représente le nombre de sites dans lesquels l'espèce i est présente,

et C représente le nombre de sites dans lesquels l'espèce j est présente.

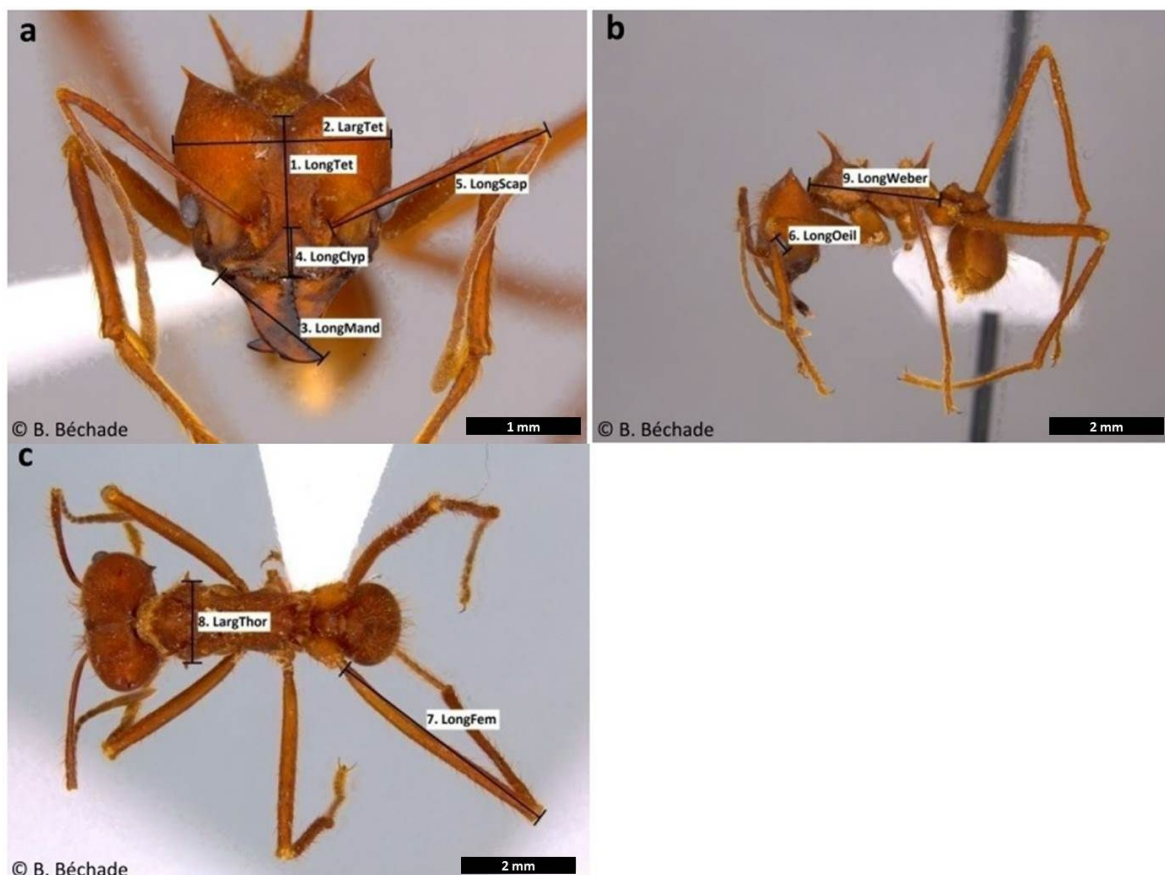


Figure 3 : Photographies d'une fourmi *Atta cephalotes* montée sur paillette, vue de face (a), en vue latérale (b) et en vue dorsale (c).

Résultats

Richesse spécifique observée vs. théorique

Sur l'ensemble du site, 210 espèces de fourmis de la litière ont été récoltées à l'aide des deux méthodes de collecte. Nous avons récolté respectivement 155, 140 et 72 espèces de fourmis

en forêt de plateau, pente et bas-fond. La courbe de raréfaction (Fig. 4) et le calcul de l'indice de Chao2 (moyenne ± erreur standard = 265.83 ± 19.18) indiquent qu'une part représentative de la myrmécofaune de la litière présente dans l'aire échantillonnée a effectivement été récoltée lors de cette mission (environ 79%).

Richesse spécifique vs. fonctionnelle

Globalement, la richesse fonctionnelle des communautés de fourmis est fortement corrélée à leur richesse spécifique (Spearman rho = 0.91, $p < 0.001$) (Fig. 5). Il n'est pas surprenant de constater une augmentation de l'espace fonctionnel avec l'augmentation du nombre d'espèces dans les communautés, puisque chaque espèce est susceptible d'avoir des valeurs de traits singulières dont ne disposent pas les autres espèces, ce qui tend à augmenter la richesse fonctionnelle au niveau de la communauté. On constate également que les communautés des forêts de bas-fond sont caractérisées par un plus faible nombre d'espèces et un espace fonctionnel plus petit que dans les forêts de pente et de plateau (Fig. 5).

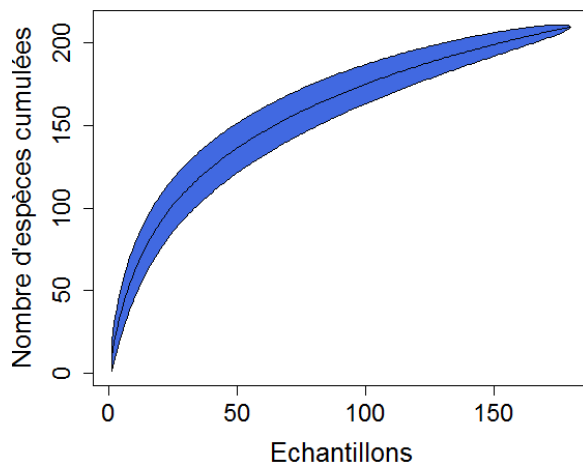


Figure 4 : Courbe de raréfaction représentant le nombre cumulé d'espèces raréfiées en fonction du nombre d'échantillons récoltés (\pm erreur standard).

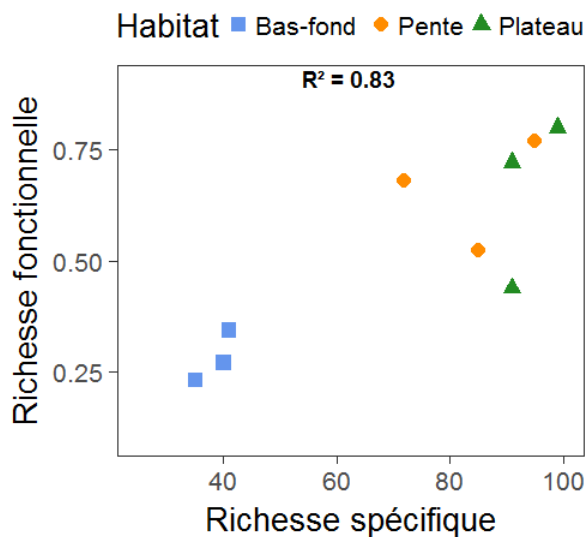


Figure 5 : Richesse fonctionnelle en fonction de la richesse spécifique dans chaque habitat. Ces deux mesures de diversité sont fortement corrélées entre elles (Spearman rho = 0.91, $p < 0.001$).

Composition spécifique vs. fonctionnelle

Si l'on s'intéresse à la composition des communautés de fourmis, on constate de fortes différences entre les assemblages des forêts de bas-fond d'une part, et les assemblages des forêts de

plateau et de pente d'autre part, tant d'un point de vue taxonomique (Fig. 6.a) que d'un point de vue fonctionnel (Fig. 6.b). Par ailleurs, les moyennes pondérées des traits au niveau de chaque communauté (CWM) montrent que les fourmis des forêts de bas-fond ont tendance à avoir des traits liés aux capacités sensorielles (yeux, clypeus, scape) et à la rapidité (fémur) de plus longue taille par rapport aux fourmis des forêts de pente et de plateau ; en revanche, ces dernières possèdent des mandibules de plus longue taille par rapport aux fourmis des forêts de bas-fond (Fig. 6.b).

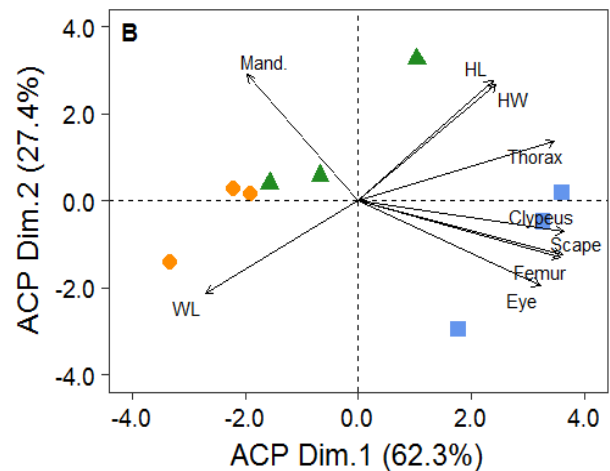
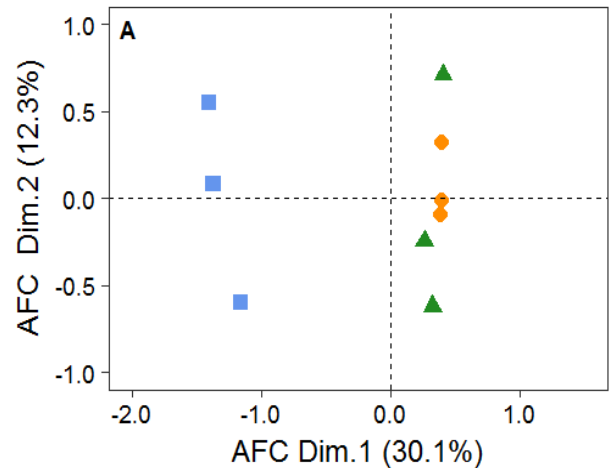


Figure 6 : Composition spécifique et fonctionnelle des communautés de fourmis dans chaque habitat. (A) Analyse Factorielle des Correspondances réalisée sur la matrice d'occurrences des espèces dans chaque parcelle. (B) Analyse en Composantes Principales réalisée sur la matrice de valeurs moyennes pondérées de chaque trait dans chaque communauté (CWM). Mand.=longueur des mandibules ; HL=longueur de la tête ; HW=largueur de la tête ; Thorax=largueur du thorax ; Clypeus=longueur du clypeus ; Scape=longueur du scape ; Femur=longueur du fémur ; Eye=longueur de l'œil.

La mesure de la diversité beta par le calcul de l'indice de Sørensen permet d'une part de comparer la dissimilarité taxonomique puis fonctionnelle entre les habitats, et d'autre part de comparer la force de la dissimilarité taxonomique et fonctionnelle au niveau de chaque paire d'habitats. Tout d'abord, on constate que le renouvellement



(« turnover ») spécifique et le renouvellement fonctionnel sont relativement élevés pour chaque paire d'habitats, en particulier lorsque les communautés des forêts de bas-fond sont comparées aux communautés des forêts de pente et de plateau (Fig. 7). De plus, le turnover taxonomique est plus important que le turnover fonctionnel, et ce pour chaque paire d'habitats (Fig. 7). Ces résultats suggèrent qu'il y a de la redondance fonctionnelle entre espèces, puisque la dissimilarité en espèces entre deux habitats n'est pas équivalente à la dissimilarité fonctionnelle.

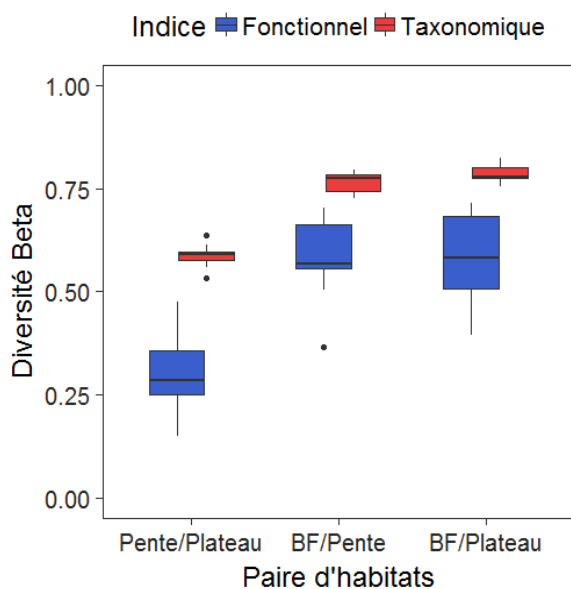


Figure 7 : Diversité beta taxonomique (en rouge) et fonctionnelle (en bleu) calculées à partir de l'indice de Sorensen.

Discussion - Conclusion

Les inventaires réalisés au niveau de la crique Limonade ont permis d'effectuer pour la première fois une étude de la variation de la richesse spécifique des communautés de fourmis le long d'un gradient d'habitats forestiers en Guyane française, complétée par l'évaluation de la richesse fonctionnelle calculée à partir de mesures morphologiques.

Cette étude montre que les communautés de fourmis des forêts de bas-fond sont non seulement plus pauvres en espèces, mais présentent également des traits similaires par rapport aux fourmis des forêts de pente et de plateau. Les bas-fonds renferment donc des fourmis « généralistes », contrairement aux forêts de pente et plateau qui sont davantage composés de fourmis « spécialistes » avec des valeurs de traits originales. Les fourmis des forêts de pente et plateau présentent également des mandibules relativement plus longues par rapport aux fourmis des bas-fonds, soulignant la spécialisation du régime alimentaire de ces fourmis, puisque la taille des mandibules est associée à un régime alimentaire prédateur.

Cette étude souligne également la redondance fonctionnelle des espèces de fourmis, puisque la diversité beta taxonomique est plus importante que la diversité beta fonctionnelle, en particulier lorsque l'on compare les communautés des forêts de pente à celles des forêts de plateau. Ce sont donc pour les habitats qui possèdent les caractéristiques environnementales les plus différentes que le renouvellement taxonomique d'une part, et fonctionnel d'autre part, est le plus élevé.

Les résultats de cette étude soutiennent l'hypothèse selon laquelle le filtrage environnemental joue un rôle important dans la structuration des communautés (Kraft et al., 2015). L'intégration de données environnementales précises, telle que la composition du sol, pourra permettre de définir plus précisément quels facteurs jouent un rôle déterminant dans l'assemblage des espèces.

Remerciements

Nous remercions le CEBA et le PAG pour l'organisation de cette mission. Merci également à Jacques Delabie pour son aide précieuse pour l'identification des espèces.

Références

- Agosti D., Alonso L.E., 2000. The ALL protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants, In : *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA. p. 204-206
- Bestelmeyer B.T., Agosti D., Alonso L.E., Brandão C.R.F., Brown W.L., Delabie J.H.C., Silvestre R., 2000. Field techniques for the study of ground-dwelling ants, In : *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA. p. 204-206
- Davidson D.W., Cook S.C., Snelling R.R., 2004. Liquid-feeding performance of ants (Formicidae): ecological and evolutionary implications, *Oecologia*. N°139 : p. 255-266
- Del Toro I., Ribbons R.R., Pelini S.L., 2012. The little things that run the world revisited: a review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae), *Myrmecological News*. N°17 : p. 133-146
- Fowler H.G., Forti L.C., Brandao C.R.F., Delabie J.H.C., 1991. Ecologia nutricional de formigas, In : *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*, Manole, São Paulo, p. 131-223
- Groc S., Orivel J., Dejean A., Martin J.M., Etienne M.P., Corbara B., Delabie J.H., 2009. Baseline study of the leaf-litter ant fauna in a French

Guianese forest, *Insect Conservation and Diversity*. N°2 : p. 183-193

Groc S., Delabie J.H.C., Fernandez F., Leponce M., Orivel J., Silvestre R., Vasconcelos H.L., Dejean A., 2014. Leaf-litter ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in a pristine Guianese rainforest: stable functional structure versus high species turnover, *Myrmecological News*. N°19 : p. 43-51

Holldobler B., Wilson E.O., 1990. *The ants*, Harvard University Press, Cambridge, 732 p.

Kaspari M., Weiser M.D., 1999. The size-grain hypothesis and interspecific scaling in ants, *Functional Ecology*. N° 13: p. 530–538

Kraft N.J.B., Adler P.B., Godoy O., James E.C., Fuller S., Levine J.M., 2015. Community assembly, coexistence and the environmental filtering metaphor, *Functional Ecology*. N° 29: p. 592–599

Lavorel S., Garnier E., 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail, *Functional Ecology*. N° 16: p. 545–556

Weiser M.D., Kaspari M., 2006. Ecological morphospace of New World ants, *Ecological Entomology*. N°31 : p. 131–142

Les opilions (Arthropoda, Arachnida) de la crique Limonade – Saül

Sébastien Cally¹, Vincent Vedel², Axel Cerdan^{1,2}, Jérôme Orivel², Jérôme Murienne¹

¹ Laboratoire Evolution et Diversité Biologique - UMR5174 EDB - CNRS, Université Toulouse III Paul Sabatier, ENSFEA, IRD - Toulouse, France.

² Laboratoire Écologie des Forêts Guyanaises – UMR8172 EcoFoG - CNRS, INRA, CIRAD, AgroParisTech, UA, UG - Kourou, Guyane française.

Résumé

Les opilions, bien qu'étant un groupe d'arachnides diversifié et possédant de nombreux attraits dans différents domaines de la recherche scientifique, restent un groupe peu connu en Amazonie et d'autant plus en Guyane française. Ce groupe d'arthropodes a donc fait l'objet d'un échantillonnage, sur le bassin de la crique Limonade (commune de Saül), dans le cadre du Projet DIADEMA (Labex CEBA) en collaboration avec le Parc amazonien de Guyane. Cette mission a permis d'établir la présence d'au moins 21 espèces, réparties dans 9 familles différentes, même si des études génétiques en cours permettront d'affiner ce résultat. Cette mission a notamment permis la découverte de Paecilaema paraense (Cosmetidae) sur le territoire de la Guyane, ainsi que celle d'une nouvelle espèce pour la science appartenant au genre Auranus (Stygnidae). Les morpho-espèces Cos_MS5 et Cos_MS29 (Cosmetidae) ont également été observées pour la première fois sur ce territoire, même s'il reste encore à déterminer si ces espèces sont nouvelles pour la science ou non. Bien que le nombre de spécimens prélevés reste faible, il a déjà pu être observé certaines différences de compositions spécifiques entre les différents « habitats » échantillonnés ainsi qu'entre les différentes techniques de capture.

Mots clés

Parc amazonien de Guyane, Crique Limonade, Saül, Opilions, Arachnida, Inventaires faunistiques

Introduction

Avec plus de 6500 espèces, les opilions (Arthropoda, Arachnida, Opiliones) représentent l'ordre d'arachnides le plus riche après les acariens et les araignées (Machado *et al.*, 2007). Ils sont présents sur la couche superficielle du sol, dans la litière, sur les troncs et la végétation depuis le sol jusqu'à la canopée (Curtis et Machado, 2007). Bien que la plus grande richesse spécifique se trouve en région néotropicale, les patrons de diversité au sein de cette région sont encore peu connus, à l'échelle régionale comme à l'échelle locale. En raison de leur relative abondance et diversité dans les forêts néotropicales, les opilions représentent de bons modèles pour les études en écologie des communautés, phylogéographie et biogéographie (Giribet *et al.*, 2012).

Dans le cadre de son projet DIADEMA, le Labex CEBA a organisé une mission de terrain à proximité de la crique Limonade (commune de Saül), afin d'y inventorier la biodiversité et

d'analyser les règles d'assemblages des communautés d'espèces en milieu néotropical. Dans ce contexte, les opilions ont été identifiés comme groupe clé à inventorier. Les objectifs de la présente étude étaient donc :

- de réaliser un inventaire le plus exhaustif possible de la communauté d'opilions sur le site de la crique Limonade ;
- examiner les règles d'assemblages des communautés à l'aide d'un échantillonnage standardisé dans trois profils géomorphologiques (plateau, pente, bas fond).

Les analyses concernant ce dernier objectif sont toujours en cours, car nécessitant des comparaisons entre les groupes échantillonnés et également entre les sites sélectionnés dans le cadre du projet DIADEMA. Nous présenterons donc ici les résultats qui concernent l'inventaire des espèces d'opilions.

Matériel et méthodes

La mission d'échantillonnage DIADEMA – Saül 2013, a été effectuée aux abords de la crique Limonade sur le territoire de la commune de Saül et du Parc amazonien de Guyane. Cinq collecteurs (Axel Cerdan, Julian Donald, Jérôme Muriene, Jérôme Orivel et Vincent Vedel) ont participé à l'échantillonnage des opilions qui s'est déroulé du 10 au 24 Octobre 2013.

Le protocole d'échantillonnage élaboré pour le projet DIADEMA comportait 3 transects avec chacun 3 placettes d'un hectare. Chaque transect comportait une placette « bas fond », une « pente » et un « plateau ». Sur chacune de ces 9 placettes, un maillage équidistant de 20 points a été apposé, sur lesquels deux grands types de collecte ont ensuite été réalisés :

- un échantillonnage « invertébrés de la litière » mené par Julian Donald et Jérôme Orivel et qui était avant tout dirigé pour la capture de fourmis, mais permettait de collecter tous types d'invertébrés sur et dans la litière. Ce protocole consistait à placer sur chacun des 20 points de la placette, un Pitfall (également appelés piège Barber) et un échantillonnage Winkler (litière tamisée sur une surface de 1m² puis placée dans le piège Winkler pendant 48H, dans lequel les animaux s'échappant de la litière tombent dans un récipient rempli d'alcool)
- un échantillonnage « arachnides » mené par Axel Cerdan, Jérôme Muriene et Vincent Vedel utilisant le fauchage de la strate herbacée (filet fauchoir) et le battage de la strate arbustive (parapluie japonais) durant deux sessions, une la journée et une autre la nuit.

Pour finaliser cet échantillonnage, une session d'une heure de chasse à vue de nuit focalisée sur la surface de la litière et les troncs d'arbres, a été ajoutée sur l'ensemble de la parcelle. Enfin, il est à noter que des collectes opportunistes ont été réalisées en dehors du protocole d'échantillonnage du projet DIADEMA, notamment autour du camp de base ou le long des sentiers empruntés par les collecteurs.

Chaque spécimen collecté a été placé en tube individuel, dans de l'éthanol à 95 % avec un code correspondant au lieu, date et technique d'échantillonnage de l'individu. Ils ont ensuite été identifiés sous loupe binoculaire par Sébastien Cally au moins jusqu'au rang familial. Ils ont été stockés au laboratoire EDB à Toulouse en vue de l'extraction de leur ADN afin de réaliser différentes analyses génétiques (la principale pour le projet DIADEMA étant leur identification spécifique via un ou des marqueurs génétiques).

Résultats et discussion

Inventaire faunistique

189 spécimens ont été échantillonnés au cours de la mission, dont 158 dans le cadre du projet DIADEMA. Ces spécimens se répartissent en 9 familles (au minimum, voir fin du paragraphe), appartenant aux 3 différents sous-ordres d'opilions présents dans les néotropiques (Tableau I). Cela représente 5 des 7 familles connues dans la littérature scientifique pour la Guyane française, (Jocqué et Jocqué, 2011, Kury, 2003) ainsi que 4 familles découvertes récemment lors de missions précédentes (Sclerosomatidae, Agoristenidae, Fissiphalliidae, Zalmoxoidea *Incertae sedis*) (cf. Cally *et al.*, 2014 pour une partie des familles). Cependant, donner un nombre précis d'espèces à l'heure actuelle reste difficile. Il est possible d'identifier des espèces ou morpho-espèces pour certaines familles comme les Agoristenidae, les Cosmetidae, les Stygnidae et les Manaosbiidae qui représentent à l'heure actuelle 16 espèces. La famille des Neogoveidae a également fait l'objet d'analyses génétiques préliminaires ayant permis de montrer que tous les individus collectés appartiennent à l'espèce *Neogovea virginie* Jocqué et Jocqué, 2011 (Cally *et al.* in prep). Pour les autres (Fissiphalliidae, Sclerosomatidae, Zalmoxidae et Zalmoxoidea *Incertae sedis*), aux vues des connaissances de la faune des opilions de Guyane, des dimorphismes sexuels et des convergences morphologiques, il est hasardeux de tenter une détermination. D'autant que pour la super famille des Zalmoxoidea *Incertae sedis*, il est même difficile de tenter une assignation familiale. Même si basé sur des résultats génétiques préliminaires, il ne fait aucun doute qu'au moins deux familles sont présentes en Guyane française et à Saül (Zalmoxidae et une autre). C'est pourquoi, dans cet article, tous les individus appartenant à chacune de ces 4 familles seront traités comme étant une seule morpho-espèce, même si cela ne représente pas la réalité.

En employant ce système conservatif dans le nombre d'espèces présentes, l'échantillonnage à proximité de la crique Limonade à Saül a permis de collecter 21 espèces. Bien qu'étant assez bas, cela reste compris dans les valeurs du nombre d'espèces observées sur une zone de forêt tropicale (généralement supérieur à 20 espèces, Curtis et Machado, 2007). Les connaissances quant au nombre d'espèces par localité sont plus approfondies au niveau de la forêt atlantique brésilienne où on peut retrouver entre 20 et plus de 60 espèces (Pinto-da-Rocha *et al.*, 2005). Au contraire, on ne dispose que de très peu d'informations concernant les communautés d'opilions des forêts tropicales humides amazoniennes. Il est donc difficile de savoir si le nombre d'espèces observé à Saül est important ou



non, mais nul doute que l'analyse des données génétiques élèvera ce nombre.

La famille la plus représentée est celle des Cosmetidae (7 sp.) qui regroupent des espèces de grandes tailles qui sont facilement collectées par recherche à vue, battage ou fauchage.

Cette famille est celle qui compte également le plus d'espèces connues dans la littérature pour la Guyane française (Kury, 2003) avec 11 espèces, dont 3 provenant en réalité du « Contesté Franco-Brazilien » (état actuel de l'Amapá - Brésil). Nous reportons ici la première capture en Guyane de *Paecilaema paraense* Soares, 1970 (Fig. 1), espèce décrite du nord de l'état du Pará au Brésil, le long du Rio Paru. Parmi les autres découvertes, il faut

également noter (i) la première capture en Guyane de la morpho-espèce *Cos_MS5* (Cosmetidae, espèce proche de *Paecilaema ypsilon* Roewer, 1912) (Fig. 1), espèce potentiellement non décrite et dont des spécimens avaient été collectés l'année précédente dans l'état de l'Amapá, (ii) la collecte de *Cos_MS29* (Cosmetidae, espèce proche de *Paecilaema curvipes* Roewer, 1912) (Fig. 2), dont c'est le seul et unique spécimen connu à l'heure actuelle, (iii) la collecte d'une nouvelle espèce appartenant au genre *Auranus* (*Auranus* *Aur_MS1*, Stygnidae, R. Pinto da Rocha, comm. pers) (Fig. 2).

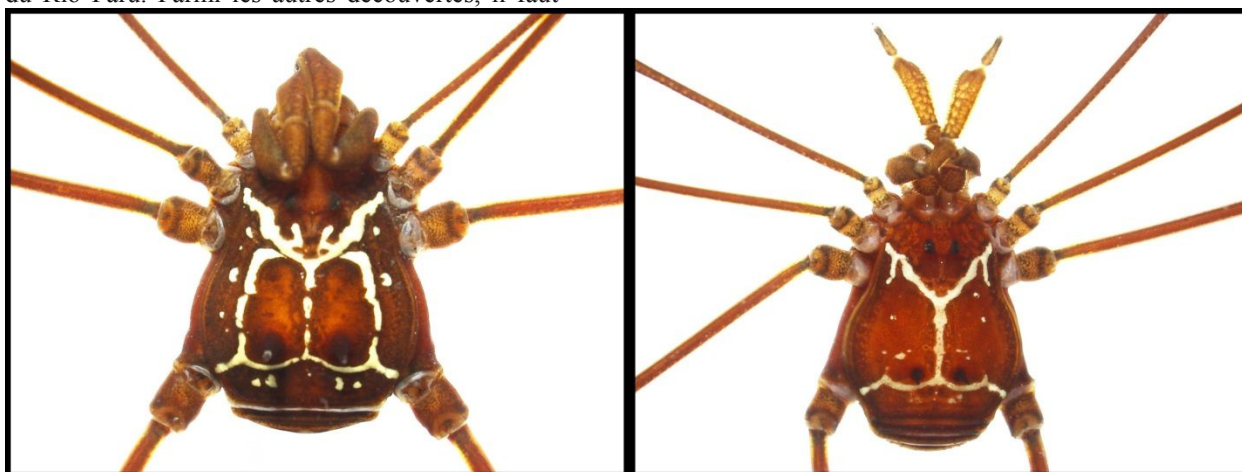


Figure 1 : Spécimens de *Paecilaema paraense* (gauche) et *Cos_MS5* (droite) collectés à Saül, crique Limonade. (Photographies B. Grosso).



Figure 2 : Spécimens de *Cos-MS29* (gauche) et *Auranus Aur_MS1* (droite) collectés à Saül, crique Limonade. (Photographies B. Grosso (gauche) et S. Cally (droite)).

Préférences écologiques des espèces

Sur les 158 spécimens collectés dans le cadre de l'échantillonnage DIADEMA (Tableau I), 44 spécimens sont répartis sur les parcelles « bas fond », 39 sur les parcelles « pente » et 75 sur les parcelles « plateau ». C'est ce dernier type géomorphologique qui comporte le plus de familles et d'espèces (respectivement 9 et 15). Les parcelles

« pente » comporte 7 familles et 11 espèces alors que les parcelles « bas fond » comptabilisent également 7 familles mais seulement 9 espèces. Ces résultats montrent que les plateaux dans la zone d'étude semblent être un « habitat » plus propice à une majorité d'opilions. Comme beaucoup d'espèces sont représentées par un faible nombre d'individus, il est difficile à l'heure actuelle d'établir des comparaisons poussées entre

les différents types de parcelles. On peut cependant noter quelques points intéressants :

- bien que présents dans tous les types “d’habitats”, les groupes Zalmoxidae et Zalmoxoidea Incertae sedis (dont les espèces vivent dans la litière) sont plus présents dans les habitats « pente » et « plateau » que dans les « bas fond », tout comme *Auranus Aur_MS1*, un Stygnidae vivant dans la litière. Ceci suggère que les « bas fond » sont moins propices aux espèces de litière, peut-être du fait d’une humidité trop importante ou d’inondations régulières.
- les *Neogovea virginie* qui vivent également dans la litière, sont présents dans les 3 types “d’habitats”. Seulement des individus de cette espèce ont déjà été observés grim pant le long de troncs d’arbres durant la nuit, indiquant qu’ils ont la possibilité d’échapper aux inondations.

- la morpho-espèce *Cos_MS5* (Cosmetidae), a été trouvé presque exclusivement sur les parcelles de « bas fond » (15 spécimens contre 1 sur les « plateaux »), ce qui pourrait indiquer une affinité de cette espèce avec la proximité de l’eau ou de zones avec une forte hygrométrie. Cette observation a souvent été confirmée par la suite lors de différentes missions. Cette espèce semble affectionner les ripisylves et les zones régulièrement inondées bien qu’elle puisse être occasionnellement observée en dehors de ces habitats.
- *Stygnidius inflatus* (Stygnidae) a été retrouvé en nombre conséquent sur les parcelles de « plateau » et de « pente » (19 et 6 respectivement), mais était absent des « bas fond ». Il est possible que cette espèce chassant majoritairement dans la strate arbustive, n’apprécie pas ce type « d’habitat ».

Tableau 1: Nombre de spécimens collectés en fonction de « l’habitat »

Sous Ordre	Familles	Espèces	Bas fonds	Pentes	Plateaux	Hors DIADEMA
Cyphophthalmi	Neogoveidae	<i>Neogovea virginie</i>	3	4	3	-
Eupnoi	Sclerosomatidae	gen. sp.	2	9	10	12
Laniatores	Agoristenidae	<i>Avima</i> sp.	3	-	2	-
		Ago MS1	-	-	-	2
	Stygnidae	<i>Auranus Aur_MS1</i>	-	1	2	-
		<i>Stygnidius inflatus</i>	-	6	19	-
		<i>Sygnus</i> sp.	2	-	-	1
		<i>Protimesius gracilis</i>	-	-	-	1
		<i>Protimesius longipalpis</i>	-	-	-	1
		<i>Cynorta sulphurata</i>	-	3	4	1
	Cosmetidae	<i>Paecilaema c-insignitum</i>	14	-	3	2
		<i>Paecilaema curvipes</i>	-	2	-	3
		<i>Paecilaema paraense</i>	1	2	2	-
		<i>Paecilaema sigillatum</i>	-	1	1	2
		Cos MS5	15	-	1	1
		Cos MS29	-	-	-	1
		Juveniles indéterminés	1	1	2	-
	Manaosbiidae	<i>Rhopalocranus marginatus</i>	-	1	3	3
		gen. sp.	1	-	3	-
	Fissiphallidae	gen. sp.	-	-	1	-
	Zalmoxidae	gen. sp.	2	4	5	1
	Zalmoxoidea Incertae sedis	gen. sp.	-	5	14	-
Total	9	21	44	39	75	31

Efficiences des techniques d’échantillonnage

Les comparaisons entre les espèces et le nombre de spécimens collectés par chacune des méthodes d’échantillonnage du projet DIADEMA permettent de mettre à jour de fortes différences (Tableau II). La méthode par Pitfalls semble la moins efficace de toutes avec seulement 3 opilions capturés de 3 espèces différentes, alors que 180 pièges avaient été posés sur l’ensemble du dispositif. Ceci reste en accord avec les observations faites durant des missions antérieures et postérieures montrant que les Pitfalls sont peu efficaces pour la capture de ce groupe d’arachnides. Ceci s’explique facilement du fait que cette technique reste la plus passive de toutes-celles mises en place, puisqu’il s’agit d’un simple piège d’interception au sol sans utilisation,

dans ce cas, d’appât. En comparaison, le Winkler est une technique semi-passive puisqu’elle cherche à extraire les spécimens de la litière par dessiccation de cette dernière, après tamisage d’une zone sélectionnée. Elle a donné de meilleurs résultats (plus grand nombre de spécimens collectés, tous protocoles confondus) du fait qu’elle se focalise sur les spécimens présents sur une surface donnée et non pas ceux qui passe sur la trajectoire d’un Pitfall. Cette technique a permis de récolter 8 espèces qui, sans surprise, sont majoritairement des espèces vivant dans la couche superficielle du sol. La totalité des *Auranus Aur_MS1* et des *Zalmoxoidea Incertae sedis* ont été collectés grâce au Winkler, ainsi que la quasi-totalité des *Neogovea virginie* et des *Zalmoxidae*. Deux *Stygnidius inflatus*, espèce régulièrement capturée dans les strates herbacées et arbustives ont également été piégés par Winkler. Lors de



Tableau II: Nombre de spécimens collectés en fonction de la méthode d'échantillonnage

Sous Ordre	Familles	Espèces	Pitfall	Winkler	Battage	Fauchage	Recherche à vue
Cyphophthalmi	Neogoveidae	<i>Neogovea virginie</i>	1	9	-	-	-
	Eupnoi	Sclerosomatidae	gen. sp.	-	2	-	7
Laniatores	Agoristenidae	<i>Avima</i> sp.	-	-	-	-	5
	Stygnidae	<i>Auranus</i> Aur MS1	-	3	-	-	-
		<i>Stygnidius inflatus</i>	-	2	15	8	-
		<i>Stygnus</i> sp.	-	-	-	-	1
		<i>Cynorta sulphurata</i>	1	-	-	3	3
	Cosmetidae	<i>Paecilaema c-insignitum</i>	1	-	12	2	1
		<i>Paecilaema curvipes</i>	-	-	-	1	1
		<i>Paecilaema paraense</i>	-	-	-	1	4
		<i>Paecilaema sigillatum</i>	-	-	-	1	1
		Cos MS5	-	1	-	4	11
		Juveniles indéterminés	-	-	2	2	-
		<i>Rhopalocraneus marginatus</i>	-	-	-	1	3
	Manaosiidae	gen. sp.	-	2	-	1	1
	Fissiphalliidae	gen. sp.	-	-	1	-	-
	Zalmoxidae	gen. sp.	-	11	-	1	-
	Zalmoxoidea	gen. sp.	-	18	-	-	-
	Incertae sedis	gen. sp.	-	-	-	-	-
Total	9	17	3	48	30	33	43

différentes missions, cette espèce a régulièrement été capturée dans la litière, même si en moins grande proportion que dans la végétation, indiquant qu'elle utilise également cette habitat au cours de sa vie. Des juvéniles de grandes espèces habituellement capturées dans la végétation, ou sur les troncs d'arbres peuvent également se retrouver dans la litière comme c'est le cas pour deux juvéniles de Sclerosomatidae. Il est possible que la litière serve de refuge pour les premiers stades de développement de ces grandes espèces.

En comparaison, l'échantillonnage «Arachnides» mis en place lors de cette mission utilise des techniques de recherche beaucoup plus actives. Parmi les trois techniques utilisées (i.e. le battage, le fauchage et le chasse à vue), le battage est celle qui a donné le moins d'espèces et de spécimens (respectivement 3 et 30). Toutefois, ce sont trois espèces qui semblent vivre préférentiellement dans la strate arbustive, puisque la majorité des spécimens de *Paecilaema c-insignitum* et les 2/3 des *Stygnidius inflatus* ont été collectés dans cette strate. La majorité des captures de ces deux espèces ont été effectuées durant la journée, indiquant qu'elles utilisent également les arbustes comme abris diurnes. C'est également dans cette strate, que le seul spécimen de la famille des Fissiphalliidae a été capturé. Les représentants de cette famille sont connus pour vivre majoritairement sur les branches et feuilles des arbustes, sur les palmiers ou le long des troncs d'arbres, mais ne se retrouvent que très rarement au niveau du sol (observations lors d'autres missions de collecte ou voir Pinto-da-Rocha, 2004; Tourinho et González, 2006). Le fauchage de la strate herbacée a permis de collecter le plus grand nombre d'espèces différentes (12), bien que le nombre d'individus par espèce soit généralement faible (1 ou 2). A noter que *Stygnidius inflatus* reste bien présent dans cette strate avec 8 spécimens, tout comme 1/3 des Sclerosomatidae, qui sont de grandes espèces très mobiles. Le seul spécimen de Zalmoxidae non capturé par Winkler l'a également été par fauchage. Enfin, la recherche à vue a permis de collecter 11 espèces différentes, notamment les grandes espèces

occupant les troncs d'arbres durant la nuit et qui sont rarement capturées avec d'autres méthodes. Seule une espèce (*Avima* sp.) n'a été collectée qu'avec la recherche à vue, mais si l'on ajoute les 4 espèces récoltées grâce à celle-ci en dehors du protocole DIADEMA (Ago_MS1, *Protimesius gracilis*, *Protimesius longipalpis*, Cos_MS29), elle devient alors la méthode d'échantillonnage la plus efficace en terme de nombre d'espèces. Néanmoins, elle peut être fortement biaisée par les collecteurs la réalisant.

Conclusion

Les données récoltées au cours de la mission DIADEMA-Limonade auront permis de poser les bases des connaissances sur la faune des opilions de la zone et notamment d'obtenir les premières mentions pour la Guyane française de *Paecilaema paraense*, des morpho-espèces Cos_MS5 et Cos_MS29, ainsi que la découverte d'une nouvelle espèce appartenant au genre *Auranus*.

Cette mission aura également permis d'apporter des résultats, qui, bien que préliminaires, montrent que des espèces d'opilions ont des affinités pour certains types « d'habitats ». Ceci implique que lors de missions de collecte, il est nécessaire de prospecter tous les types d'habitats de la zone, pour obtenir un bon échantillonnage de la communauté d'opilions présente. De plus, grâce à son protocole d'échantillonnage particulier, cette mission aura montré que les techniques utilisées avaient des efficacités variables pour la capture des opilions. Ceci représente une information utile pour les potentiels collecteurs lors de missions futures en les aiguillant sur les techniques qui permettent de maximiser les captures dans différents types d'habitats, tout en minimisant l'effort d'échantillonnage.

Pour finir, ces données issues du projet DIADEMA, où plusieurs sites et plusieurs groupes d'organismes ont été échantillonnés, permettront à terme de mieux comprendre comment les communautés d'espèces se sont assemblées au

cours du temps sur le territoire de la Guyane française.

Toutes les données sont libres d'accès et régulièrement mises à jour sur le site du GBIF (Global Biodiversity Information Facility), via le jeu de données « Harvestmen of French Guiana » (Cally *et al.*, 2014) accessible à l'adresse suivante: <http://www.gbif.org/dataset/3c9e2297-bf20-4827-928e-7c7eefd9432c>. Ce jeu de données regroupe tous les spécimens collectés en Guyane. Il est régulièrement mis à jour en fonction des nouvelles collectes ou de l'amélioration des identifications. Dans la suite de cet article, il sert notamment pour les points de comparaisons entre les opilions récoltés le long de la crique Limonade et ceux d'autres localités. Il peut également être visualisé de manière plus interactive à l'adresse suivante : <http://130.120.204.15:8080/carto/fr/rechercher>.

Remerciements

Cette étude a été réalisée grâce au soutien financier des “investissements d'Avenir” gérés par l'Agence Nationale de la Recherche (CEBA: ANR-10-LABX-25-01; TULIP: ANR-10-LABX-41). Nous remercions Christopher Baraloto pour l'organisation de la mission DIADEMA-Limonade, ainsi qu'Antonio Lopez, Stéphane Plaine, Gaétan Mathoulin et Cédric Benoit de la Délégation de Saül du PAG pour leur soutien logistique durant la mission. Nous tenons également à remercier Adriano Kury et Ricardo Pinto-da-Rocha pour leur aide sur les identifications des spécimens, ainsi que Pierre Solbès et Bernadette Grosso pour, respectivement, l'aide à la mise en place du jeu de données “Harvestmen of French Guiana” et pour la prise des photographies des différents spécimens.

Bibliographie

- Cally S., Solbes P., Grosso B. & Murienne J., 2014. An occurrence records database of French Guiana harvestmen (Arachnida, Opiliones), *Biodiversity Data Journal*. N°2(2), e4244
- Curtis D.J., Machado G., 2007. Ecology, In: *Harvestmen: The Biology of Opiliones*, Harvard University Press, Cambridge, p. 280-308
- Giribet G., Sharma P.P., Benavides L.R., Boyer S.L., Clouse R.M., De Bivort B.L., Dimitrov D., Kawachi G.Y., Murienne J., Schwendinger P.J., 2012. Evolutionary and biogeographical history of an ancient and global group of arachnids (Arachnida: Opiliones: Cyphophthalmi) with a new taxonomic arrangement, *Biological Journal of the Linnean Society*. N°105 : p. 92–130
- Jocque M., Jocque R., 2011. An overview of *Neogovea* species (Opiliones: Cyphophthalmi: Neogoveidae) with the description of *Neogovea virginie* n. sp. from French Guiana, *Zootaxa*. N°2754 : p 41-50

Kury A.B., 2003. Annotated catalogue of the Laniatores of the New World (Arachnida, Opiliones), *Revista Iberica de Aracnología, Zaragoza especial monográfico*. N°1 : p. 1–337

Machado G., Pinto-Da-Rocha R., Giribet G., 2007. What Are Harvestmen?, In: *Harvestmen: The Biology of Opiliones*, Harvard University Press, Cambridge, p. 1-13

Pinto-Da-Rocha R., 2004. A new species of Fissiphalliidae from Brazilian Amazon Rain Forest (Arachnida: Opiliones), *Zootaxa*. N°640 : p. 1–6

Pinto-Da-Rocha R., Da Silva M.B., Bragagnolo C., 2005. Faunistic similarity and historic biogeography of the harvestmen of southern and southeastern atlantic rain forest of brazil, *Journal of Arachnology*. N°33 : p. 290–299

Tourinho A.L., Gonzales A.P., 2006. On the family Fissiphalliidae Martens, 1988, with descriptions of two new Amazonian species (Arachnida: Opiliones: Laniatores), *Zootaxa*. N°1325 : p. 235–254

Herpétofaune de la crique Limonade

Antoine Fouquet¹, Elodie Courtois¹, Jean-Pierre Vacher²

¹Laboratoire *Écologie, évolution, interactions des systèmes amazoniens (LEEISA)*, USR3456, Cayenne, Guyane.

²Laboratoire *Evolution et Diversité Biologique (EDB)*, UMR5174, Toulouse, France.

Résumé

Durant cette mission de 8 jours sur le site de la crique Limonade, 45 espèces d'amphibiens et 17 de reptiles ont été détectées ; 95 individus de 41 espèces d'amphibiens ont été collectés et 10 espèces ont été enregistrées. Parmi ces espèces, 5 d'amphibiens et 1 de reptile sont très localisées ou peu abondantes. Ce type de richesse est normal par rapport aux autres sites de forêt guyanaise prospectés avec un effort similaire. Le protocole DIADEMA a permis de détecter 968 individus d'amphibiens appartenant à 39 espèces. Le cortège d'espèces des pentes et des plateaux est très similaire alors que celle des bas-fonds est nettement distincte et composée principalement d'espèces nocturnes.

Mots clés

Herpétofaune, amphibiens, crique Limonade, Saül, Parc amazonien de Guyane

Introduction

Bien que l'Amazonie abrite une proportion importante des espèces d'amphibiens et de reptiles (Gaston & Williams, 1996), peu d'informations sont disponibles sur le statut des populations de cette région. Non seulement les données concernant les populations manquent mais les limites entre espèces et leurs répartitions respectives sont très mal établies (Fouquet *et al.*, 2014). Ainsi de nombreuses espèces cryptiques potentiellement micro-endémiques pourraient être menacées d'extinction avant même d'avoir été décrites. Il est donc important de caractériser les communautés d'amphibiens présentes en Amazonie et notamment sur le plateau des Guyanes. Cette connaissance est aussi nécessaire afin de mieux comprendre les mécanismes à l'origine de la megadiversité amazonienne. La région de Saül est cruciale de par sa situation centrale au sein de la Guyane, et la crique Limonade se compose d'une mosaïque d'habitats abritant potentiellement une communauté d'amphibiens riche pouvant représenter la zone centrale de la Guyane.

Les objectifs de ce travail étaient donc de :

- Réaliser un inventaire le plus exhaustif possible de la communauté d'amphibiens et de reptiles de la zone,
- Collecter du matériel biologique (spécimens et tissus) pour un maximum de ces espèces,
- Réaliser une estimation quantitative de la communauté d'Amphibiens (DIADEMA).

Méthodes

La mission s'est déroulée du 20 au 28 Février 2014 avec trois herpétologues expérimentés (Elodie Courtois, Jean-Pierre Vacher, Antoine Fouquet).

Inventaire des Amphibiens

Nous avons procédé par recherche active i.e. prospections visuelles et acoustiques, diurnes et nocturnes et ce dans un maximum d'habitats différents comme dans la litière, le bois mort et le long des cours d'eau. Les têtards ont aussi été recherchés dans les collections d'eau. Les chants d'un maximum d'espèces rencontrées ont été enregistrés.

Collecte des amphibiens

De 1 à 7 individus adultes de chaque espèce ont été capturés. Chaque individu a été numéroté (numéros de terrain AF) puis photographié. Ceux-ci ont été euthanasiés par injection d'une solution de xylocaïne 2%. Un échantillon de tissu avec le même label que le spécimen a été prélevé et conservé dans l'éthanol pur. Les spécimens ont ensuite été fixés au formaldéhyde 4% puis transférés dans l'éthanol 70%.

Protocole DIADEMA pour les amphibiens

Le long de 3 transects (A, B, C), des portions linéaires de 200m de chacun des trois habitats préalablement identifiés (bas-fond, pente, plateau) ont été parcourues entre 9 et 11h, entre 16 et 18h et entre 20 et 22h. Le nombre de mâles chanteurs de chaque espèce ainsi que chaque individu détecté

visuellement ont été comptabilisés. Durant la durée du protocole, trois passages à chaque horaire ont été effectués sur chaque échantillon d'habitats.

Recherche des reptiles

Les reptiles ont été inventoriés lors des prospections diurnes et nocturnes, sans mise en œuvre de technique de recherche particulière. Les rencontres se faisaient au gré des prospections.

Résultats et discussion

Inventaire et collecte des amphibiens

Un total de 45 espèces d'amphibiens (Tableau 1) ont été détectées dont seules quatre n'ont pas été capturées et aucune seulement par leurs têtards. Nous avons collecté 95 spécimens (41 espèces) et 10 espèces ont été enregistrées. Les espèces que l'on peut considérer comme remarquables car très localisées ou peu abondantes en Guyane sont *Hamptophryne boliviana*, *Scinax* sp. 1, *Scinax*

proboscideus, *Dendropsophus leali* et *Allobates* sp. (Fig. 1).

Le plateau d'exhaustivité de l'inventaire pour ce type de richesse herpétologique sur un site de forêt guyanaise est atteint en 7 jours par 2-3 herpétologues.

Cependant, d'autres espèces sont présentes sur des sites très proches et n'ont pas été collectées lors de cet inventaire (~15 espèces).

DIADEMA

968 individus appartenant à 39 espèces ont été détectés sur les transects, principalement par détection acoustique (90%) (Fig. 2). La richesse est équivalente entre les 3 habitats (23-26 espèces). En revanche, le cortège d'espèces des pentes et des plateaux est très similaire (17 espèces en commun) alors que celle des bas-fonds est nettement distincte (12 espèces en commun avec plateau) et composée principalement d'espèces nocturnes.

Tableau 1 : Liste des Amphibiens recensés lors de la mission DIADEMA Limonade du 20 au 28 février 2014. Les espèces notées d'un astérisque ont fait l'objet d'un prélèvement de tissu en vue d'analyses génétiques.

	Famille	Espèce
1	Allophrynidae	<i>Allophryne ruthveni</i> *
2	Aromobatidae	<i>Allobates femoralis</i> *
3	Aromobatidae	<i>Allobates granti</i> *
4	Aromobatidae	<i>Allobates</i> sp. *
5	Aromobatidae	<i>Anomaloglossus baeobatrachus</i> *
6	Bufonidae	<i>Atelopus flavescens</i> *
7	Bufonidae	<i>Rhaebo guttatus</i> *
8	Bufonidae	<i>Rhinella castaneotica</i> *
9	Bufonidae	<i>Rhinella lescurei</i> *
10	Bufonidae	<i>Rhinella</i> aff. <i>martyi</i> *
11	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i> *
12	Centrolenidae	<i>Hyalinobatrachium cappellei</i> *
13	Centrolenidae	<i>Hyalinobatrachium iaspidiense</i> *
15	Centrolenidae	<i>Teratohyla midas</i> *
16	Craugastoridae	<i>Pristimantis chiastonotus</i> *
17	Craugastoridae	<i>Pristimantis gutturalis</i> *
18	Craugastoridae	<i>Pristimantis inguinalis</i> *
19	Craugastoridae	<i>Pristimantis</i> sp. 1*
20	Craugastoridae	<i>Pristimantis zeuctotylus</i> *
21	Dendrobatidae	<i>Ameerega hahneli</i> *
22	Dendrobatidae	<i>Dendrobates tinctorius</i> *
23	Hylidae	<i>Dendropsophus counani</i> *
24	Hylidae	<i>Dendropsophus leali</i> *



	Famille	Espèce
25	Hylidae	<i>Dendropsophus leucophyllatus*</i>
26	Hylidae	<i>Dendropsophus</i> sp. 1*
27	Hylidae	<i>Hypsiboas fasciatus*</i>
28	Hylidae	<i>Osteocephalus leprieuri*</i>
29	Hylidae	<i>Osteocephalus leprieurii*</i>
30	Hylidae	<i>Scinax proboscideus*</i>
31	Hylidae	<i>Scinax</i> sp. 1*
32	Hylidae	<i>Scinax</i> sp. 2*
33	Hylidae	<i>Trachycephalus hadroceps</i>
34	Hylidae	<i>Trachycephalus resinifictrix</i>
35	Leptodactylidae	<i>Adenomera andreae*</i>
36	Leptodactylidae	<i>Adenomera heyeri*</i>
37	Leptodactylidae	<i>Engystomops</i> sp. *
38	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus knudseni*</i>
39	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus mystaceus*</i>
40	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus rhodomystax*</i>
41	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus</i> gr. podicipinus B*
42	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus</i> gr. podicipinus C*
43	Microhylidae	<i>Chiasmocleis shudikarensis*</i>
44	Microhylidae	<i>Hamptophryne boliviana*</i>
45	Phyllomedusidae	<i>Phyllomedusa vaillanti*</i>



Figure 1 : Exemples d'espèces remarquables, (A) *Dendropsophus leali*, (B) *Hamptophryne boliviana*, (C) *Scinax* sp. 1, (D) *Alloates* sp.

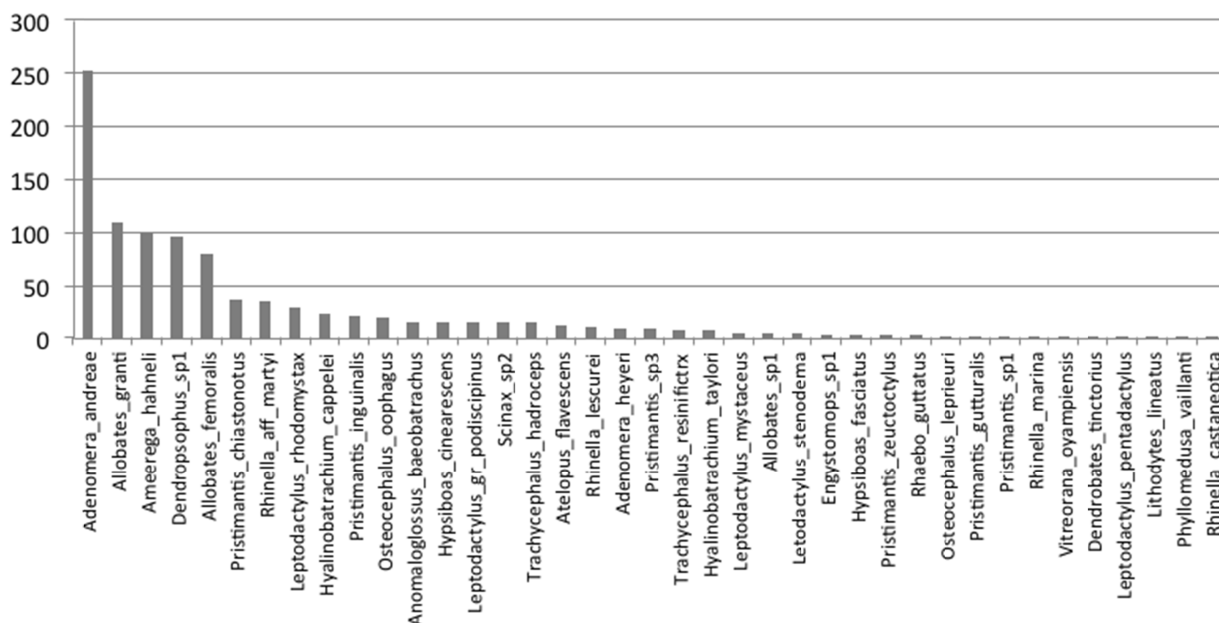


Figure 2 : Abondance totale (acoustique et visuelle ; transects et habitats confondus) des espèces détectées sur les transects.

Inventaire des reptiles

Tableau II : Liste des Reptiles recensés lors de la mission DIADEMA Limonade du 20 au 28 février 2014. Les espèces notées d'un astérisque ont fait l'objet d'un prélèvement de tissu en vue d'analyses génétiques.

	Famille	Espèce
1	Boidae	<i>Epicrates cenchria</i> *
2	Colubridae	<i>Atractus schach</i> *
3	Colubridae	<i>Dispsas pavonina</i> *
4	Colubridae	<i>Leptodeira annulata</i> *
5	Colubridae	<i>Pseudoboa coronata</i> *
6	Colubridae	<i>Siphophis compressus</i> *
7	Colubridae	<i>Xenopholis scalaris</i> *
8	Dactyloidae	<i>Anolis chrysolepis</i> *
9	Dactyloidae	<i>Anolis fuscoauratus</i> *
10	Dactyloidae	<i>Anolis ortonii</i> *
11	Gymnophthalmidae	<i>Arthrosaura kockii</i> *
12	Gymnophthalmidae	<i>Loxopholis guianense</i> *
13	Leptotyphlopidae	<i>Epictia collaris</i> *
14	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes annularis</i> *
15	Teiidae	<i>Kentropyx calcarata</i> *
16	Tropiduridae	<i>Plica umbra</i> *
17	Tropiduridae	<i>Uranoscodon superciliosus</i> *

Bien que nos efforts de recherche ne fussent pas concentrés sur ce groupe, nous avons inventorié 17 espèces de reptiles, parmi lesquels neuf lézards et huit serpents (Tableau II). Nous avons pu

notamment identifier un serpent fouisseur, *Epictia collaris*, de la famille des Leptotyphlopidae, trouvé lors d'inventaires de vers de terre par Thibaud Decaëns et Emmanuel Lapiéd. Ce serpent est rarement observé du fait de ces mœurs fouisseuses. Le Colubridae *Atractus schach* est également rarement observé en Guyane. Les autres espèces de reptiles que nous avons trouvées sont relativement communes.

Remerciements

Ce travail a bénéficié de l'appui du Parc amazonien de Guyane et du Labex CEBA - Investissement d'Avenir; Agence Nationale de la Recherche (CEBA, ref.ANR-10- LABX-25- 01). Nous remercions aussi Thibeau Decaëns et Emmanuel Lapiéd pour leur aide sur le terrain.

Références

- Fouquet A., Cassini C., Haddad C.F.B., Pech N., Rodrigues M.T., 2014. *Species delimitation, patterns of diversification and historical biogeography of a Neotropical frog genus; Adenomera* (Anura, Leptodactylidae), *Journal of Biogeography*. N°41(5) : p. 855–870
- Gaston K.J., Williams P.H., 1996. *Spatial patterns in taxonomic diversity*, In : *Biodiversity: a biology of numbers and difference*, p. 202–229.

Diversité, distribution et écologie des champignons de la crique Limonade

Mélanie Roy¹, Valérie Troispoux², Eliane Louisanna², Gérald Gruhn³ et Heidy Schimann²

¹ Laboratoire Évolution et Diversité Biologique, Université Paul Sabatier (UPS) – CNRS, Toulouse, France, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse – melanie.roy@univ-tlse3.fr

² INRA - UMR Écologie des Forêts de Guyane (AgroParisTech, CIRAD, CNRS, Université de Guyane, Université des Antilles) F-97310 Kourou – heidy.schimann@ecofog.gf

³ Office National des Forêts, 5 avenue Mirandol, F-48000 Mende - gerald.gruhn@onf.fr

Résumé

Les forêts de Saül sont célèbres pour leurs arbres, mais sont-elles aussi diverses en champignons ? Pour tester si les forêts de la crique Limonade, et leurs différents habitats hébergent une fonge particulière, nous avons inventorié les champignons dans le cadre du projet DIADEMA. Cet inventaire permet aussi d'explorer dans une région isolée la diversité des champignons. Nous avons pu observer un changement de communauté en fonction de l'habitat : les forêts de bas fond et de pente étaient les plus riches en espèces. Nous avons pu noter l'abondance des champignons associés au bois mort et à la litière, tels que des marasmes et des mycènes. Nos résultats soulignent la diversité des champignons et l'intérêt d'inventaires calibrés pour en décrire les assemblages dans les habitats des forêts guyanaises.

Mots clés

Champignons, Fungi, bas-fond, terra-firme, pente, Ectomycorrhizes, Marasmes, crique Limonade, Saül, Parc amazonien de Guyane

Contexte

Le règne des Fungi, les champignons vrais, rassemble près de 1,5 millions d'espèces (Schmit et Mueller, 2007), et ce d'après des estimations qui ont fait débat ces dernières années. La diversité des champignons tropicaux reste en grande partie plus estimée que décrite, et de nouvelles espèces sont fréquemment découvertes, qu'il s'agisse de champignons microscopiques ou de champignons formant un carpophore à pied et chapeau (chez les basidiomycètes). En atteste l'élongation des « checklist » récemment publiées au Brésil (voir Roy *et al.*, 2016), en Colombie et au Guyana. Cette diversité n'est en réalité pas si nouvelle, mais l'intérêt pour les champignons est croissant, notamment pour les biotechnologies, et les taxonomistes sont très actifs notamment au Brésil. Leur travail est notamment facilité par la mise en ligne des données d'herbiers, les échanges réalisés entre grande collection et le développement des outils moléculaires pour effectuer des comparaisons de spécimens.

En Guyane française, les champignons font l'objet d'études par des taxonomistes et des écologues, depuis le XIX^{ème} siècle, mais de façon souvent ponctuelle (Courtecuisse *et al.*, 1996). Les inventaires menés dans la réserve des Nouragues,

ou d'autres sites du Parc amazonien, ont permis non seulement de ramener du matériel et d'estimer la diversité des champignons de Guyane, mais aussi de constituer des collections déposées au muséum d'histoire naturelle et à l'herbier de Cayenne, des collections accessibles aux taxonomistes plus spécialisés. Par ailleurs, les spécimens ont aussi servi à constituer une base de données moléculaire, utile pour les taxonomistes et pour les écologues. En effet, la comparaison des séquences spécimens avec les séquences amplifiées à partir du sol permet aussi d'en apprendre plus sur leur écologie et leur distribution à l'échelle de la Guyane.

Les inventaires permettent de découvrir de nouveaux spécimens, espèces, mais aussi d'estimer la richesse spécifique, et ce en répliquant les inventaires. La première mission à Saül, à la crique Limonade, a eu pour objectif de mettre en place un protocole d'inventaire appliqué aux parcelles ciblées par le projet DIADEMA et, par ailleurs, de tester l'hypothèse première de DIADEMA, qui suppose que les communautés sont distinctes entre les trois types d'habitats que sont les bas-fonds, les plateaux et les pentes.

Ces habitats ont été définis sur la base de la topographie et sont bien corrélés avec la structure de la végétation. Si l'on suppose que la diversité des champignons est corrélée à celle des plantes,

comme cela a pu être démontré en Europe, ou dans des systèmes agricoles, alors on peut faire l'hypothèse que la diversité des champignons sera plus grande sur les plateaux de la crique Limonade.

Matériel et méthodes

Choix des champignons étudiés et méthode d'échantillonnage

Le groupe des champignons ciblé est celui des basidiomycètes. Ces champignons forment en grande partie un carpophore visible à pied et chapeau. Ce groupe contient des champignons à la fois saprophytes, symbiotiques et parasites de plantes. Des experts taxonomistes ont déjà publié et travaillé sur les basidiomycètes de Guyane, ce qui permet de comparer les spécimens à des données déjà acquises. Les spécimens observés et récoltés auront deux utilités : (1) permettre la caractérisation d'une communauté sur une parcelle donnée et (2) servir de spécimen type pour la description d'espèce et l'analyse moléculaire ultérieure.

Echantillonnage par parcelle

Dans le cadre du projet DIADEMA du Labex CEBA, des parcelles ont été délimitées afin de mesurer à la fois la diversité des plantes, des champignons, des amphibiens et de plusieurs groupes d'insectes. Ces parcelles mesurent 2 ha et sont caractérisées par l'ONF, le long de layons habitats. Les parcelles sont représentatives des habitats de plateaux, de pentes, ou de bas-fond.

Sur les parcelles DIADEMA de 2 hectares, 3 quadrats de 20m*20m sont délimités, explorés pendant 1h chacun. Les spécimens sont récoltés (carpophore entier), rassemblés par morphotypes, photographiés, mesurés (diamètre et hauteur), brièvement décrits et conservés secs dans un tube de tampon CTAB. Les traces de mycophagie, l'abondance par morphotype et la présence d'ectomycorhizes à proximité sont notées. Les champignons basidiomycètes saprophytes de litière et du bois mort, les parasites et les ectomycorhiziens sont récoltés et leur support est aussi reporté parmi les données de terrain. Les trois quadrats seront ensuite rassemblés pour les analyses ultérieures.

Echantillonnage ponctuel

La collection de spécimens de référence hors parcelle permet de dresser un inventaire plus complet de la fonge du site, d'acquérir du matériel biologique pour la localité et d'échantillonner des groupes dont la fructification est assez rare, comme certains champignons symbiotiques. Les carpophores de la famille des Russulaceae, Boletaceae, Cantharellaceae, Amanitaceae,

Clavulinaceae, Cortinariaceae, Inocybaceae, Hymenochaetaceae sont récoltés, décrits et séchés en vue d'analyses phylogénétiques.

Taxonomie et identification

Les spécimens photographiés frais ont été séchés dans le four à herbarium à gaz, et un morceau a été prélevé et conservé dans du CTAB en vue d'analyses moléculaires. Les spécimens secs sont aujourd'hui déposés à l'herbier du MNHN à Paris et un duplicata a été déposé à l'herbier IRD de Cayenne pour les spécimens abondants. L'identification au niveau de la famille ou du genre a été réalisée sur le terrain, selon la connaissance de la littérature (Pegler et Fiard, 1983 ; Courtecuisse *et al.*, 1996 pour les checklists) et l'expertise du terrain en Guyane. Par la suite, les photos ont été montrées à des spécialistes et les spécimens empruntés au besoin. Au laboratoire ECOFOG de Kourou et EDB à Toulouse, des analyses moléculaires ont été faites pour séquencer deux marqueurs sur les champignons ectomycorhiziens, l'ITS et le 28S, et l'ITS1 pour les autres spécimens. Tous les spécimens ont été séquencés en Illumina.

Analyses statistiques

La richesse spécifique par parcelle est mesurée à partir des inventaires par parcelle. L'ensemble des données récoltées par type d'habitat permet d'estimer la diversité projetée (estimateur du chao). Pour l'ensemble des données, une courbe d'accumulation d'espèce en fonction du nombre de spécimens peut être tracée. La richesse spécifique est comparée entre altitudes par des tests de Mann Whitney. La similarité entre les communautés sur les parcelles de 1ha est mesurée par la distance de Bray Curtis. L'effet des différents habitats sur la composition des communautés est représenté sous forme d'une ordination non métrique (NMDS) et testée par une adonis. L'effet de l'altitude sur la répartition des spécimens regroupés selon leur écologie est testé par des tests de Mann-Whitney.

Résultats

Inventaire des champignons

Au total 616 spécimens différents ont été récoltés, répartis dans 71 genres. A partir de la morphologie, 470 morphotypes ont été délimités et 40 espèces sont déjà mentionnées et connues (Liste en annexe). L'identification des autres morphotypes reste à affiner, notamment avec l'aide des séquences.

Parmi les espèces abondantes, et particulièrement visibles, on notera des espèces de saprophytes de litière (Fig. 1).



Figure 1 : *Leiotrametes guyanensis*, *Marasmius haematocephalus*, *Marasmius guyanensis*, *Collybia aurea*, *Caripia montagnei*, *Tetrapyrgos nigripes*, *Cystolepiota eriophora* et *Flabelliforma* sp. des espèces fréquentes sur bois mort et litière (de gauche à droite et haut en bas)

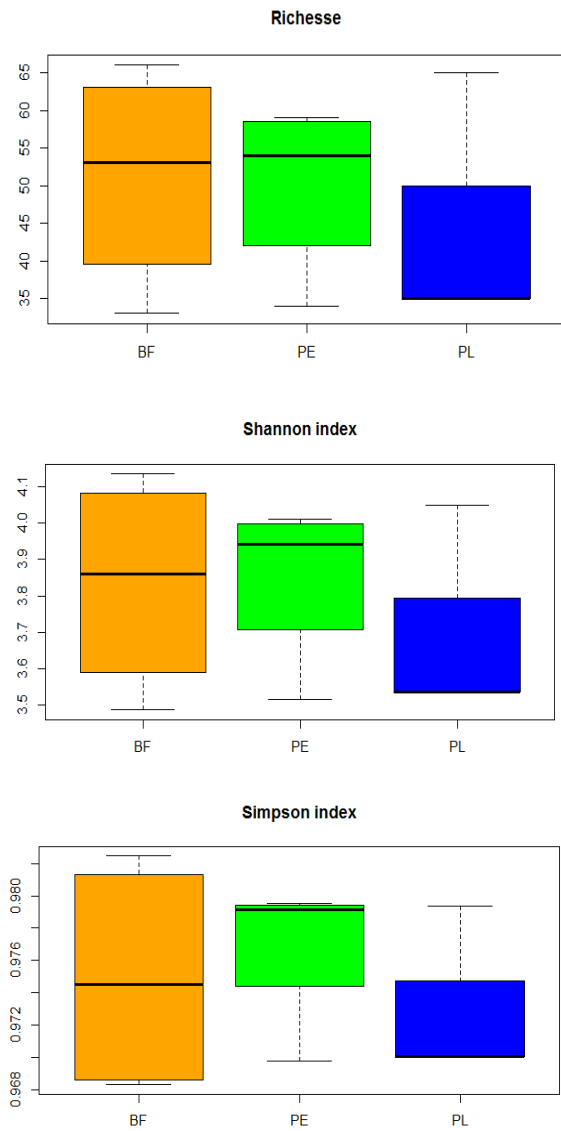


Figure 4 : différence de richesse alpha selon l'altitude

La composition des communautés semble changer en fonction des habitats (Fig. 5) mais les pentes sont trop variables pour être distinctes des autres habitats. La composition des plateaux et des bas-fonds est moins variable.

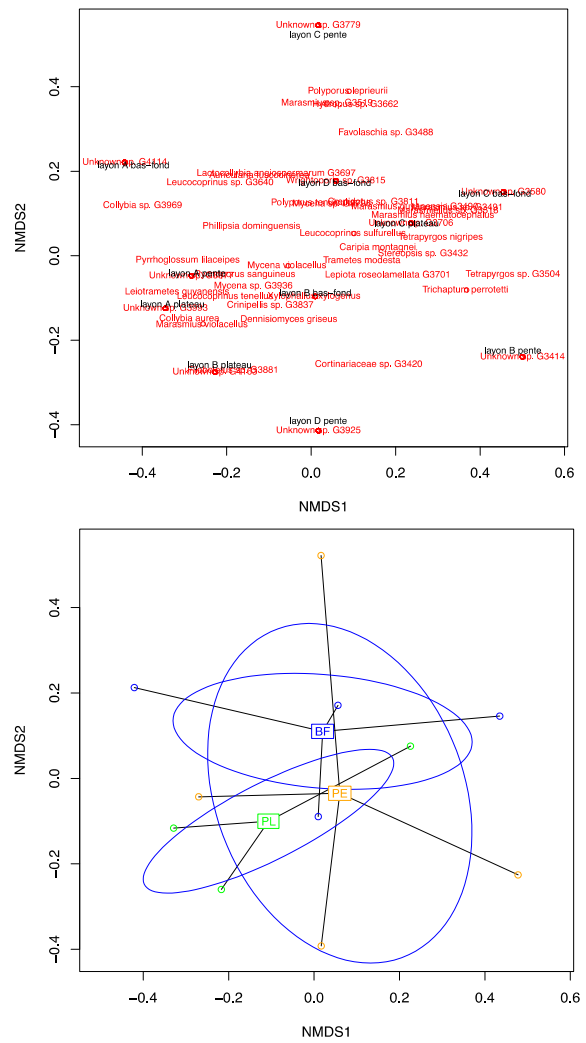


Figure 5 : NMDS illustrant la distribution des morphoespèces entre les parcelles. Et NMDS représentant les changements de communautés entre habitats.

Puisqu'il semble que les communautés soient dominées par des saprophytes, nous avons pu quantifier cette représentativité (Fig. 6), et tester de nouveau l'influence des habitats. Il faut noter que de nombreux spécimens étaient inconnus à l'époque, et leur écologie est notée inconnue aussi (« 0 »).

Tous les groupes écologiques ont ici une répartition distincte selon l'habitat, la différence est surtout significative pour les saprophytes de litière (Fig. 7). Pour les champignons ectomycorhiziens, la répartition des 2 espèces observée est trop rare pour être vraiment significative.

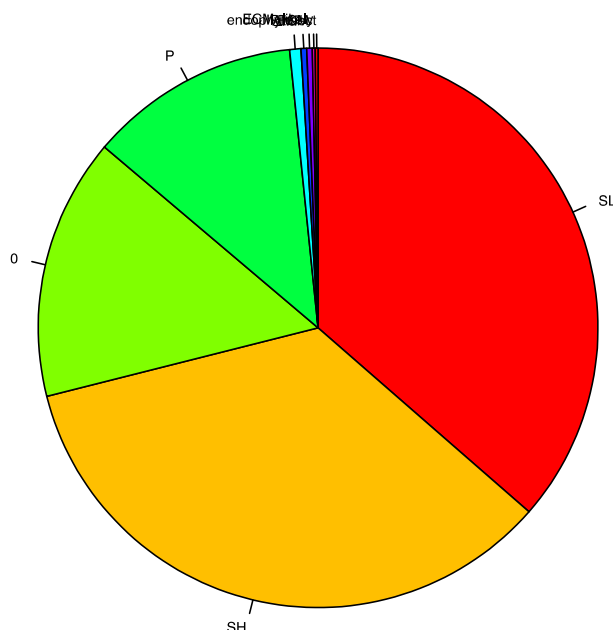


Figure 6 : représentativité des morphotypes regroupés par écologie (P : Parasite, SH : saprophyte humicole, SL : saprophyte de litière, ECM : ectomycorhizien, ECM-likely : possiblement ectomycorhizien).

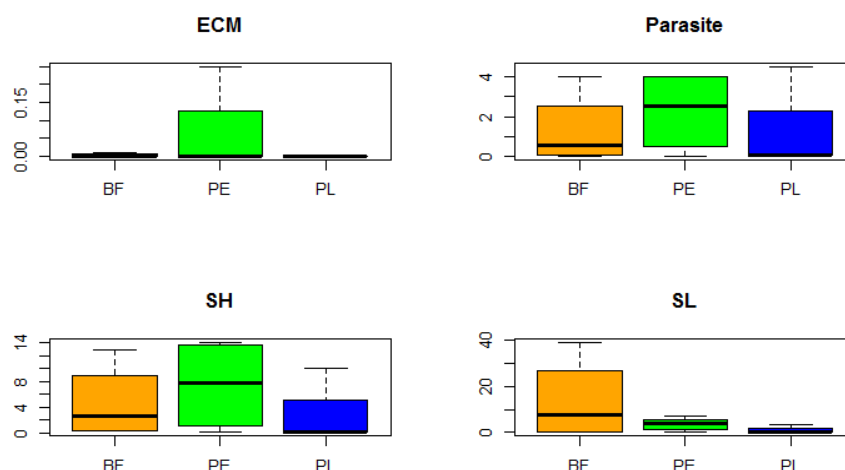


Figure 7. Distribution des spécimens selon l'altitude. ECM : ectomycorhiziens, SH : Saprophyte humicole, SH : Saprophyte de litière. L'écologie est ici inférée à partir des genres connus.

Discussion

Diversité gamma et affinités biogéographiques

L'échantillonnage n'a pas été saturé dans l'ensemble et dans chaque habitat, et contraste avec les échantillonnages similaires par exemple de la réserve de la Trinité, où la diversité plafonnait suite à l'exploration de 7 parcelles. On peut ainsi remarquer la diversité de la fonge de la crique Limonade. Par ailleurs, des champignons jusqu'alors non mentionnés en Guyane, comme le genre *Flabelliforma*, ont été observés pour la première fois. La diversité des marasmes, des mycènes, et saprophytes de litière en général, a été particulièrement remarquable. Il faut noter que l'échantillonnage réalisé en saison sèche a semblé

avoir bénéficié d'une poussée de champignons avec des nouveaux spécimens observés tous les jours en grande quantité.

Effet de l'habitat sur la diversité

Les bas-fonds hébergent plus ou moins d'espèces, de façon variable, et les plateaux sont toujours plus pauvres en espèces. Notre échantillonnage souligne la diversité des pentes, des habitats rarement échantillonnés au préalable, par manque de parcelles permanentes dans ce genre de topographie.

On notera que les communautés changent en composition selon le gradient, de façon presque significative. Ce changement perd de sa significativité lorsque les abondances sont prises en compte. Le changement peut être attribué à la



présence d'espèces peu abondantes, mais plus indicatrices des milieux d'altitude.

Changement fonctionnel et particularités du mont Itoupé

Le groupe des ectomycorhiziens est particulièrement sous représenté (deux espèces, trois spécimens), contrairement à d'autres habitats et notamment aux Nouragues.

Les groupes fonctionnels des saprophytes humicoles et de litière sont, au contraire, les plus abondants. On remarquera que les différences entre les habitats sont visibles non seulement sur la composition taxonomique, la richesse (surtout sur les pentes) et sur la composition fonctionnelle. A posteriori, notre échantillonnage semble avoir manqué les parasites ou n'avoir détecté que de jeunes formes de *Trametes*, *Polyporus*, *Ganoderma*. Un remplacement saisonnier des fructifications pourrait expliquer pourquoi nous n'avons pas vu leurs carpophores pourtant considérés comme résistants. Enfin, notre analyse pourra être complétée par le rapport de Gérald Gruhn sur la diversité des champignons corticiés de Saül.

Conclusion

Le patron de répartition de la diversité des champignons de la crique Limonade se distingue des études qui ont pu être mené sur les arbres : les plateaux sont ici les habitats les plus pauvres en espèce et homogènes. Il est évident que ce résultat sera à comparer à d'autres sites mais, cependant, un tel patron peut être expliqué par la connaissance de la physiologie des champignons. Les *terra-firme* sont effectivement des terrains peu favorables aux fructifications, comme l'ont montré des inventaires réalisés en Amazonie à la réserve de Duke (Braga-Neto *et al.*, 2008). Par ailleurs, le mycélium se développe moins bien dans des argiles compactes, et les pentes sont souvent favorables aux fructifications. La richesse des bas-fonds est plus inattendue, et pourrait s'expliquer par l'accumulation de débris charriés par des crues, en bas de pente. Il sera donc intéressant de comparer les bas-fonds à plusieurs saisons.

Remerciements

Les auteurs remercient le Labex CEBA (CEBA, ref ANR-10-LABX-25-01) et les membres du projet DIADEMA pour leurs récoltes de champignons au gré des layons.

Littérature succincte

Braga-Neto R., Luizão R.C.C., Magnusson W.E., Zuquim G., De Castilho C.V., 2008. *Leaf litter fungi in a Central Amazonian forest: the influence of rainfall, soil and topography on the distribution of fruiting bodies*, Biodiversity and Conservation. N°17 : p. 2701–2712

Courtecuisse R., Samuels G.J., Hoff M., Rossman A.Y., Cremers G., Huhndorf S.M., Stephenson S.L., 1996. *Check-list of fungi from French Guiana*, Mycotaxon (USA).

Roy M., Schimann H., Braga-Neto R., Da Silva R.A., Duque J., Frame D., Wartchow F., Neves M.A., 2016. *Diversity and Distribution of Ectomycorrhizal Fungi from Amazonian Lowland White-sand Forests in Brazil and French Guiana*, Biotropica. N°48 : p. 90–100.

Schmit J.P., Mueller G.M., 2007. *An estimate of the lower limit of global fungal diversity*, Biodiversity and Conservation. N°16 : p. 99–111.

Observations remarquables réalisées sur la flore de Saül et de ses environs (2016-2017)

Sébastien Sant¹ & Guillaume Léotard²

¹ Parc Amazonien de Guyane, en-sebastien.sant@guyane-parcnational.fr

² PK1 route de Paramana, 97351 Matoury, leotardmpt@yahoo.fr

Résumé

La Flore de la région de Saül a fait l'objet de campagnes de prospections et d'études, ayant donné lieu notamment à deux volumineuses publications (Mori et al. 1997, Mori et al. 2002).

Durant les années 2016 et 2017, l'ensemble des sentiers de randonnée de Saül inscrits au PDIPR, ont été parcourus à minima deux fois par mois. Par ailleurs, au cours de ces deux dernières années, sept missions de prospection de trois jours à une semaine ont été organisées sur les monts Galbao. Des observations ponctuelles dans divers secteurs ont également été réalisées.

A ces occasions, de nombreuses observations botaniques ont été faites, concernant pour certaines des espèces remarquables, protégées et/ou connues de peu de stations.

Mots clés

Parc amazonien de Guyane, Saül, cœur de parc, espèce protégée, monts Galbao, crique Limonade

Liste des dernières observations d'espèces végétales remarquables réalisées dans la région de Saül (2016-2017)

Lycopodiaceae

***Phlegmariurus linifolius* (L.) B. Øllg.**

Cette espèce est peu commune en Guyane, puisque seules 5 collectes de Guyane française sont présentes à l'herbier de l'IRD (CAY), en provenance des Nouragues, de la Grande Waki Nord, La Mana (Saut Dame-Jeanne), Bassin de l'Yaloupi (sauts Kouéki), haut Oyapock (îlet Matain - saut Grand Ako). Elle a été observée et collectée à l'occasion d'une mission fluviale sur la crique Limonade entre carbet Max et saut Loutré, poussant en épiphyte sur une branche au-dessus de la crique (agents PAG/DTC, 21 juin 2017) (Fig.1).



Figure 1: *Phlegmariurus linifolius* (L.) B. Øllg.

Blechnaceae

Blechnum gracile Kaulf. var. *pilosum* Boudrie & Cremers

Décrit assez récemment (Boudrie et Cremers, 2008), ce taxon a été observé par des agents du PAG (DTC) le 14 juin 2017, lors de prospections sur la zone de falaise des monts Galbao, au niveau de zones rocheuses dénudées et verticales, et ont ainsi pu reconfirmer la présence de ce taxon sur ce secteur (Fig.2).



Figure 2: *Blechnum gracile* Kaulf. var. *pilosum* Boudrie & Cremers

Pteridaceae

Adiantum krameri B. Zimmer

Cette espèce, endémique de Guyane française, n'est connue de quelques localités seulement (monts de la Trinité, localité type, Nouragues, environs de Saül). Une population a été remarquée sur le tracé du sentier des Monts la Fumée, en deux localités situées à proximité du PK4 (agents PAG/DTC, 18 décembre 2015). (Fig.3). Il semble important de pouvoir prendre en compte cette espèce rare et, au-delà, le cortège d'espèces protégées lors de l'entretien courant des sentiers.



Figure 3: *Adiantum krameri* B. Zimmer

Pteris tripartita Sw.

Cette espèce exotique est considérée comme originaire d'Asie, et présente une tendance à devenir pantropicale et notamment à se répandre dans les néotropiques. L'un d'entre nous (G. Léotard.) l'avait décelé à Saül au mois d'août 2008 au sommet des monts Galbao, et elle avait été déterminée comme telle par Michel Boudrie (Cayenne/Limoges). Elle a ensuite été repérée en de nombreux points autour du village (piste Bélizon, crique Pelée, etc.) par les agents du PAG/DTC, en janvier 2016 (Fig.4). Elle présente une dynamique préoccupante et semble se naturaliser avec une facilité inquiétante. Elle pourrait potentiellement constituer une espèce invasive, et semble autant capable de progresser dans des milieux perturbés (chablis, zones déboisées mais humides), que dans des zones soumises à des perturbations plus légères (berges de criques). Elle semble d'apparition relativement récente, puisqu'elle est remarquable (2-3 m de hauteur), et n'est pas signalée par Mori et al. 2002. En conséquence, il s'avère pertinent d'opérer un suivi de sa progression.



Figure 4 : *Pteris tripartita* Sw.

Alstroemeriaceae

Alstroemeria amazonica Ducke

Connue en Guyane de la Haute Camopi, (Montagne Cacao et Mont Belvédère), Itoupé (savane-roche Impossible), lors d'une prospection sur les falaises des monts Galbao, des agents du Parc Amazonien de Guyane (PAG/DTC, le 16 février 2017) avaient pu photographier cette espèce à l'état défleuri. Peu après, l'un d'entre nous (G. Léotard) a pu identifier ce rare *Alstroemeria*, d'après une photographie, et nous a indiqué que cette découverte constituait une nouvelle station pour cette espèce en Guyane française. Une seconde visite sur site, le 14 juin 2017, a été organisée dans l'espoir de pouvoir observer la floraison, mais il était encore un peu trop tôt (Fig.5). Une mission ultérieure sera organisée en juillet 2018 dans ce but. En revanche, cette visite a permis d'évaluer l'étendue de la station des falaises des monts Galbao, assez importante, mais également d'en découvrir une seconde, moins étendue sur un chaos rocheux bien distinct de la zone.



Figure 5: *Alstroemeria amazonica* Ducke



Figure 5a: Inflorescence de *Alstroemeria amazonica* Ducke (photo G. Léotard)

Bromeliaceae

Bromelia karatas L.

Lors d'une mission fluviale sur la crique Limonade, une équipe du PAG/DTC a pu s'approcher de la savane-roche Dachine (« inselberg du Jaguar »), qui a été rejointe par voie pédestre le 24 juin 2017, au départ de saut Bayou. Sur une petite savane-roche adjacente, nous avons pu observer un membre du genre *Bromelia*, défleuri, qui correspond à *Bromelia*



Figure 6: *Bromelia* cf. *karatas* L.

karatas L. (Fig.6). Par ailleurs, cette espèce est cultivée à Saül, et ses fruits sont consommés et même commercialisés.

Disteganthus graciae Aguirre-Santoro & Michelang.

Longtemps confondue avec *Disteganthus lateralis* (L.B. Smith) Gouda, cette espèce nouvellement décrite (Aguirre-Santoro *et al.*, 2015), endémique de Guyane française et du Suriname, est assez commune autour de Saül, et notamment sur le réseau de sentiers. Sa floraison latérale intervient au mois d'octobre (Fig.7 & 7a).



Figure 7: *Disteganthus graciae* Aguirre-Santoro & Michelang.



Figure 7a: Inflorescence de *Disteganthus graciae* Aguirre-Santoro & Michelang.

Tillandsia kegeliana Mez

Cette espèce est apparemment rare en Guyane française. En effet, une seule collecte apparaît dans l'herbier de l'IRD de Guyane (CAY), en provenance de Saül, et quelques mentions dans de la littérature grise (monts Belvédère de Saül). Cette espèce a été trouvée sur la totalité des sentiers, le plus souvent au sol, suite à un coup de vent. Quelques individus ont été mis en culture et ont fleuri, nous permettant de confirmer la détermination (Fig.8).



Figure 8: *Tillandsia kegeliana* Mez



Figure 9: *Dichorisandra* sp. nov.

Commelinaceae

Dichorisandra sp. nov. (*Dichorisandra guianensis* Faden ined.)

Cette espèce non décrite, endémique du centre de la Guyane, a été initialement découverte par J.J. De Granville en 1974. Identifiée comme nouvelle pour la Science depuis plus de 40 ans, très distincte (affine d'une espèce d'Amazonie occidentale -Bolivie, Pérou, Brésil- également non décrite), en cours de description par R. Faden (comm. pers., R. Faden 05/2010 & 10/2012), elle n'est connue à ce jour que de 4 localités:

-Guyane française, montagne de c. 500 m d'altitude à 2,5 km au N de dégrad Claude (Petit Tamouri), forêt basse et broussailleuse sur pente, parmi les éboulis rocheux, 21/03/1974, fleurs. Granville 2190 (P01720484).

-Guyane française, mont Galbao, 650 m, forêt basse sur inselberg, 08/04/1986, fleurs, Granville 8321 (CAY).

-Guyane française, monts d'Arawa, très abondante [probablement J.-F. Molino & D. Sabatier 11-26/03/2006] (comm. pers. R. Faden 18/10/2012).

-Guyane française, savane-roche Impossible (ca. 6 km WSW du mont Itoupé, 03°0'45.54"N 53°8'28.14"W), c. 200 m, abondant dans le sous-bois clair au pied de la savane-roche, sur sol à roche affleurante, 24/03/2010, début de floraison. Herbe terrestre dressée ca. 40 cm de haut. Fleurs s'ouvrant dans la matinée. O. Tostain & G. Léotard 5772 (CAY [*Dichorisandra guianensis* Faden ined., det. R. Faden 24/05/2010]).

Lors d'une mission du PAG sur les falaises des monts Galbao le 14 juin 2017, cette espèce a été retrouvée et photographiée fleurie (Fig.9). Elle a ensuite été déterminée par l'un d'entre nous (G. Léotard) d'après photographies.

Orchidaceae

Beloglottis costaricensis (Rchb. f.) Schltr.

Cette espèce était déjà connue en Guyane du Bellevue de l'Inini, de la Roche Koutou, La Trinité, Attachi-Baka et montagne Cacao de la Haute Camopi. L'un d'entre nous a repéré deux individus en fleur (Fig.10) sur le sentier qui monte au belvédère de la montagne Pelée surplombant le bourg de Saül (S. Sant, le 28 juillet 2016). Elle n'est pas signalée par S. Mori *et al.*, 2002.



Figure 10: *Beloglottis costaricensis* (Rchb. f.) Schltr.

Degranvillea dermaptera Determ.

Cette orchidée terrestre, mycohétérotrophe, est endémique de Guyane française. Elle a été observée par les agents du PAG/DTC dans différents secteurs autour de Saül, dont le sentier des Monts La Fumée (Fig.11), sentier Grand Bœuf Mort, Monts Galbao,



entre les deux têtes de la crique Makwali. Malheureusement, une de ces stations est désormais sous un déblai de chablis... L'Atlas Biodiversité Communale permettra à l'avenir de pouvoir localiser les enjeux naturalistes, et de pouvoir prévenir ce type d'atteintes...



Figure 11: *Degranvillea dermaptera* Determ.

***Sarcoglottis acaule* (Sm.) Schltr.**

Cette orchidée terrestre a été observée en grand nombre sur le secteur des falaises des monts Galbao par une équipe du PAG/DTC, le 14 juin 2017, poussant en lithophyte au milieu de racines de Myrtaceae (Fig.12). Elle reste très localisée dans les environs de Saül.



Figure 12: *Sarcoglottis acaule* (Sm.) Schltr.

***Sarcoglottis metallica* (Rolfe) Schltr.**

Connue en Guyane du Pic Coudreau, de la Roche Touatou, et du mont Saint-Marcel, cette orchidée a été observée à la même date et sur la même localité que l'espèce précédente, elle s'en distingue par ses feuilles maculées de noir et ses fleurs jaunâtres (Fig.13 et 13a). Elle est nettement moins fréquente, et n'est pas signalée par Mori et al. (Mori *et al.*, 1997). C'est l'un d'entre nous (G. Léotard) qui a confirmé la détermination.

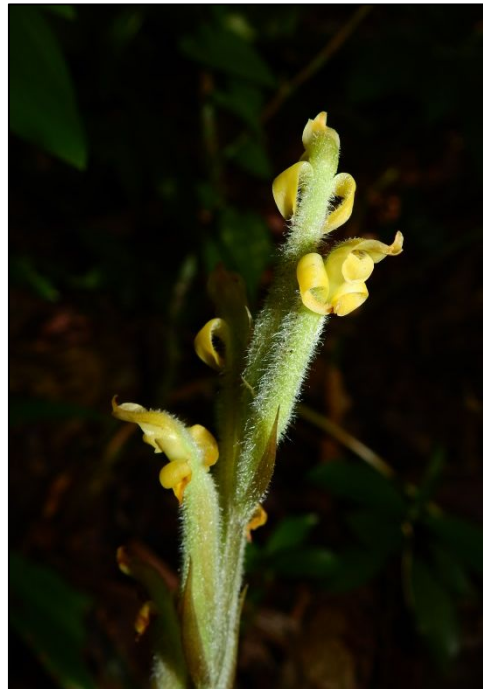


Figure 13: *Sarcoglottis metallica* (Rolfe) Schltr.



Figure 13a: *Sarcoglottis metallica* (Rolfe) Schltr.

Annonaceae

Annona montana Macfad.

Répandue dans l'ensemble des néotropiques, ce taxon semble nouveau pour les environs de Saül. Un fruit de cette espèce a été collecté sur le layon ouvert récemment sur les crêtes surplombant l'extension du Bourg de Saül (C. Benoît et G. Mathoulin, janvier 2017), puis a été photographiée (S. Sant 17 janvier 2017, Fig. 14), et présentée à Guillaume Léotard qui l'a déterminée. Elle n'est pas signalée par S. Mori *et al.*, 2002.



Figure 14: *Annona montana* Macfad.

Apocynaceae

Graciemoriana graciae (Morillo) Morillo (Syn. *Matelea graciae* Morillo)

Cette liane hirsute est endémique du centre de la Guyane, décrite des environs de Saül, et connue seulement de la localité type et d'une autre station, dans le secteur d'Eau-Claire (d'autres mentions semblent douteuses). Deux nouvelles localités distinctes ont été découvertes sur le tracé des Monts la Fumée, aux environs du PK4 (S. Sant le 20 octobre 2016 et le 14 décembre 2017), au niveau d'anciens chablis. Les stations sont depuis suivies régulièrement dans l'espoir d'observer une floraison et d'éviter les accidents de débroussaillage....

Gonolobus sp. nov.

Cette espèce est nouvelle pour la science, et le genre *Gonolobus* est également nouveau pour la Guyane, la localité la plus proche pour le genre étant au Guyana. Initialement détectée à l'état déflorée (G. Léotard, en novembre 2012), à Saül, sur le raccourci pour le « village Hmong », cette espèce y a été de nouveau observée fleurie peu de temps après (G. Léotard et S. Sant, le 7 janvier 2013). Des recherches à l'herbier ont permis de découvrir une autre collecte :

Granville 13481 (CAY, P !, U!) : montagnes de la Trinité, zone sud, affluent de la crique Forte (bassin de la Mana), 4 km au S-E du plateau tabulaire, 53°21'//4°34', 150 m alt., cambrouze, héliophile dans la végétation basse. 10/01/1998.

Elle a également été observée et photographiée en fleur et en fruit au mont Itoupé (S. Sant, 11 janvier

2016, Fig. 15), puis revue en fleur au pied des monts Galbao (S. Sant & P. Perbet, le 30 mars 2016).

Apparemment inféodée aux cambrouzes et aux lisières, cette liane volubile, herbacée et laticifère aux tiges et feuilles hirsutes sur les deux faces présente des fleurs à calice vert de 15mm. Corolle verte à 5 pétales étalés, triangulaires de 1 x 2,5 cm hirsutes sur la face externe. Stigmates rouges.

Elle devrait faire l'objet d'une description dans un avenir proche.



Figure 15: *Gonolobus* sp. nov.

Cactaceae

Selenicereus extensus (Salm-Dyck ex DC.) Leuenb.

Ce cactus lianescent de section triangulaire n'est pas fréquent en Guyane. Il a été observé par les agents du PAG (DTC) sur plusieurs secteurs des monts Galbao, dont la crête entre les têtes de la crique Makwali, (15 février 2017), où il poussait sur des rochers moussus, et sur la zone de falaise des monts Galbao (14 juin 2017), où il poussait en lithophyte dans des surplombs abrités des pluies (Fig.16). Ces observations ne concernent que des formes juvéniles.



Figure 16: *Selenicereus extensus* (Salm-Dyck ex DC.) Leuenb.

Gesneriaceae

Drymonia antherocycla Leeuwenb.

Cette remarquable *Gesneriaceae* épiphyte semble rare en Guyane, puisque seules deux Collectes sont référencées à l'herbier de l'IRD (CAY) :



-J.J. De Granville, 18 mars [19]75, « Haut Oyapock, Takanawa, au nord, en grande forêt ».

-J.J. De Granville, 26 août 1972, « Tumuc Humac, Frontière Brésil Guyane, forêt dense à 2 km environ à l'ouest de la borne frontière N°1 (Alt. 400m) ».

Elle n'est pas signalée des environs de Saül par S. Mori *et al.*, 2002, bien qu'elle soit présente dans le secteur bordant la crique Limonade. Elle a été d'abord trouvée fleurie et collectée sur un chablis barrant la piste du camp DIADEMA (S. Sant, 16 juin 2016, Fig.17 et 17a), puis revue et photographiée en plusieurs points sur le cours de la crique Limonade, entre Carbet Max et saut Bayou (agents du PAG/DTC, 21 juin 2017).



Figure 17: *Drymonia antherocycla* Leeuwenb.



Figure 17a: Inflorescence de *Drymonia antherocycla* Leeuwenb.

Rubiaceae

Coussarea granvillei Delprete & D.M. Boom

Cette espèce est connue de 13 spécimens dans l'herbier de l'IRD (CAY), tous originaires de Guyane, en provenance du bassin de l'Aprouague (montagne Tortue, rivière Kourouai), des environs de Saül et monts Galbao et du mont Itoupé. L'ensemble de ces spécimens sont soit stériles, soit en fructification. Sa

description a été effectuée à partir d'un individu en bouton, et la floraison était à ce jour inconnue. Lors d'une mission sur les monts Galbao, S. Sant (PAG/DTC) et Olivier Brunaux (ONF) ont observé et photographié sa floraison le 9 août 2016. Voici donc illustré pour la toute première fois la floraison de cette espèce (Fig.18).



Figure 18: *Coussarea granvillei* Delprete & D.M. Boom

Palicourea alloantha (Steyerm.) Delprete & J.H. Kirkbr. (Syn. *Psychotria alloantha* Steyerm.)

Cette espèce n'a été que peu récoltée. En effet, seules trois récoltes sont présentes dans l'herbier de l'IRD (CAY) : Initialement collectée par J.J. de Granville à proximité du Pic Matécho, dans la région de Saül ; puis par le même collecteur aux monts Bakra, dans la région des Emerillons ; une autre récolte de L.E. Skog, en provenance du mont Belvédère situé au milieu de la boucle « Roche Bateau » des sentiers de Saül. Une population a été observée par l'un d'entre nous à proximité de Carbet Mitan (S. Sant le 25 novembre 2016, Fig. 19), sur le layon de Carbet Maïs.

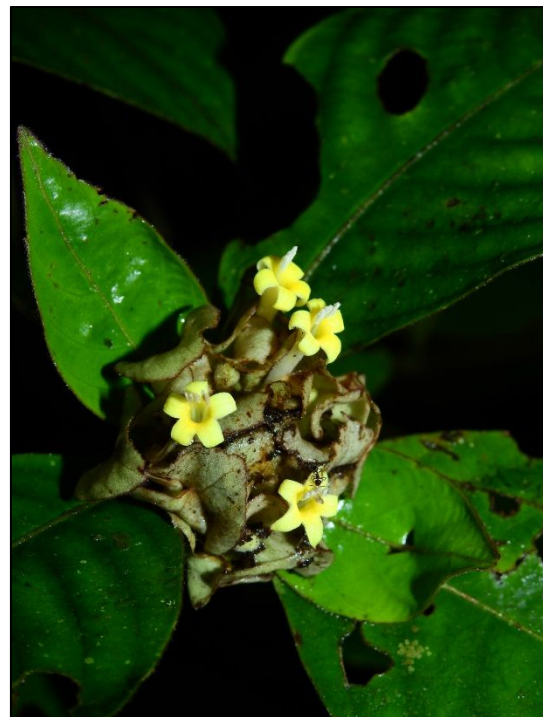


Figure 19a: *Palicourea alloantha* (Steyerm.) Delprete & J.H. Kirkbr. (Syn. *Psychotria alloantha* Steyerm.), stade de floraison



Figure 20b: *Palicourea alloantha* (Steyerm.) Delprete & J.H. Kirkbr. (Syn. *Psychotria alloantha* Steyerm.), stade de fructification

***Palicourea granvillei* (Steyerm.) Delprete & J.H. Kirkbr. (Syn. *Psychotria granvillei* Steyerm.)**

Cette espèce est endémique de Guyane et n'est connue que des environs de Saül (Monts la Fumée) et des environs du Pic Coudreau (Cremers *et. al.*, 1994). Elle est inscrite sur la liste des espèces protégées. Une population fleurie a été localisée et photographiée autour du PK4 du sentier des Monts la Fumée (S. Sant, 18 février 2016, Fig.20). Au vu de sa localisation, le long du sentier de randonnée, dans une zone qui concentre des espèces patrimoniales et/ou protégées, une prise en compte est impérative dans l'entretien des sentiers. L'avènement de l'Atlas de la Biodiversité Communale (ABC) de Saül permettra de mieux localiser les enjeux et de définir des mesures de conservation adaptées.



Figure 21: *Palicourea granvillei* (Steyerm.) Delprete & J.H. Kirkbr. (Syn. *Psychotria granvillei* Steyerm.)

***Palicourea viridibractea* (Steyerm.) Delprete & J.H. Kirkbr (Syn. *Psychotria viridibractea* Steyerm.)**

Décrite des monts Galbao, où elle a initialement été collectée par J.J. De Granville le 1^{er} mars 1977. Depuis sa description, elle n'avait apparemment jamais été revue. Elle a été retrouvée et photographiée sur les monts Galbao, à l'aplomb des Cascades, à une altitude approximative de 500m (S. Sant, le 9 août 2016, Fig.21a et 21b), puis déterminée par G. Léotard. On a ainsi pu s'apercevoir qu'en dépit de son épithète spécifique, les bractées deviennent rose fuschia après l'anthèse.



Figure 22a : *Palicourea viridibractea* (Steyerm.) Delprete & J.H. Kirkbr (Syn. *Psychotria viridibractea* Steyerm.) pendant la floraison



Figure 23a : *Palicourea viridibractea* (Steyerm.) Delprete & J.H. Kirkbr (Syn. *Psychotria viridibractea* Steyerm.), stade de fructification

Solanaceae

Cestrum sp.

Lors d'une visite aux monts Galbao le 19 novembre 2016, un spécimen du genre *Cestrum* avait été photographié fleuri par l'un d'entre nous (S. Sant, Fig. 22) et déterminé au niveau générique (G. Léotard). Une visite à l'herbier de l'IRD (CAY) et la consultation de spécimens de *Cestrum* n'a pas permis d'arriver à une détermination fiable. La nomenclature du genre *Cestrum* semble encore confuse et, apparemment, 3 taxons seraient présents en Guyane.



Figure 24 : *Cestrum* sp.



Sphenocleaceae

Sphenoclea zeylanica Gaertn.

Cette espèce exotique, originaire d'Afrique et d'Asie, qui tend à devenir pantropicale est déjà connue dans de nombreuses localités en Guyane. Elle a été observée et photographiée à l'état naturalisé dans le lit de la crique Cochon au niveau du dégrad Demailly (S. Sant, 9 décembre 2015, Fig. 23). Cette espèce n'était pas signalée par S. Mori *et al.*, 2002, et semble nouvellement introduite dans les environs de Saül.



Figure 25: *Sphenoclea zeylanica* Gaertn.

Conclusion

Bien que la région de Saül ait déjà fait l'objet d'investigations botaniques et plus largement naturaliste, un travail de spatialisation des enjeux, ainsi que l'exploration de zones sous-inventoriées reste intéressant, car l'inventaire des richesses naturelles de la zone centrale de la Guyane ne sera probablement jamais vraiment exhaustif, et de nombreuses découvertes restent à y faire. Nombreuses sont les espèces dont l'iconographie est inexistante. Aussi, le PAG a conventionné avec le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) pour que les photographies de ces espèces rares et méconnues puissent illustrer les fiches de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN).

Remerciements

Il nous est agréable de remercier ici pour leur aide précieuse, Sophie Gonzalez (IRD-Herbier CAY), Michel Boudrie (Cayenne/Limoges), Mailys Le Noc et Bertrand Goguillon (PAG/PNC), ainsi que l'équipe de la Délégation Territoriale du Centre du Parc Amazonien de Guyane.

Bibliographie

- AGUIRRE-SANTORO, J. & MICHELANGELI, F., 2015. Two new species of *Disteganthus* (Bromeliaceae) from Surinam and French Guiana. *Brittonia* 67(3) : 233-242.
- BOUDRIE, M. & CREMERS, G., 2008. Une variété nouvelle de *Blechnum gracile* Kaulf. (Blechnaceae) pour les Guyane et le Venezuela. *Adansonia* Sér.8, 80(1) : 31-39.
- CREMERS, G. de GRANVILLE, J.J. & HOFF, M., 1994. Les plantes « endémiques » de Guyane française. *Coll. Patr. Nat.* 18. 49p.
- MORI, S.A., CREMERS, G., GRACIE, C.A., de GRANVILLE, J.J., HOFF, M. & MITCHELL, J.D. , 1997. Guide to the Vascular Plants of Central French Guiana. Part 1. Pteridophyte, Gymnosperms and Monocotyledons. *Mem. New York Bot. Gard.*76(1) : 1-422.
- MORI, S.A., CREMERS, G., GRACIE, C.A., de GRANVILLE, J.J., HEALD, S.V., HOFF, M. & MITCHELL, J.D. , 2002. Guide to the Vascular Plants of Central French Guiana. Part 2. Dicotyledons. *Mem. New York Bot. Gard.*76(2) : 1-776
- STEYERMARCK, J.A., 1984. New Rubiaceae from French Guiana. *Brittonia* 36(2) :154-160

Mission d'étude des mammifères rongeurs et marsupiaux de Taluhen et environs (commune de Maripa-Soula)

François Catzefflis¹

¹ Institut des Sciences de l'Evolution, UMR 5554 CNRS, Université de Montpellier, France.
francois.catzefflis@umontpellier.fr

Résumé

Les petits mammifères non-volants ont été échantillonnés autour des maisons des hameaux de Taluhen et de Baboun-Olo (commune de Maripa-Soula). Durant une vingtaine de jours entre mi-octobre et mi-novembre 2017, des pièges-cages ont été disposés auprès des habitations d'une dizaine de familles qui avaient préalablement donné leur accord pour ces expérimentations. Malgré un effort d'échantillonnage conséquent (2016 nuits-pièges), il n'a été capturé que 16 animaux, essentiellement des petits rongeurs. Cette apparente rareté (par rapport aux abondantes captures réalisées l'année précédente dans les hameaux de Trois-Sauts, en amont du Fleuve Oyapock) est discutée quant à ses raisons probables. La présence de chats domestiques et une plus grande modernité des habitations pourraient expliquer ces résultats.

Summary

English title: A preliminary field study of small rodents and opossums inhabiting an Amerindian village (Taluhen: municipality of Maripa-Soula: French Guiana).

*Small non-volant mammals were sampled in and around traditional houses of the Wayana people, an indigenous community located in the villages of Taluhen and Baboun-Olo, along the Maroni River (French Guiana). Despite a sampling effort of 2016 traps-nights, only 16 animals were caught in only 6 inhabited houses: 15 sigmodontine and echimyid rodents and one didelphid opossum. Those modest results contrast with the abundant small rodents and opossums found elsewhere in Wayãpi houses, along the Oyapock River, during four sojourns yielding 161 small mammals after a collecting effort of 2683 traps-nights. Among the various causes which might explain those low abundances at Taluhen, we mention the presence of domestic cats (*Felis catus*) in several family-houses, as well as a more advanced comfort in many houses of rather recent origin.*

Mots clés

Sigmodontinae, Echimyidae, Didelphidae, Fleuve Maroni, Taluhen, Parc amazonien de Guyane, Rongeurs, Opossums

Introduction

Lors d'une étude visant à connaître l'éventuel rôle des rongeurs et opossums dans l'acquisition d'une résistance aux antibiotiques chez les Amérindiens Wayãpi de Trois-Sauts (Grall et al., 2015), nous avons mis en évidence que de nombreux petits mammifères non-volants vivaient dans les hameaux de cette localité isolée en amont du Fleuve Oyapock (Catzefflis, 2012).

Durant quatre séjours à Trois-Sauts (02°15'N; 52°52'O: commune de Camopi), nous avons étudié les petits mammifères non-volants (rongeurs et opossums) vivant d'une part au sol sous les habitations et d'autre part dans les maisons des amérindiens. Cette étude, réalisée en octobre 2006, juin 2008, octobre 2010, et octobre 2016, s'inscrivait d'une part dans le programme de recherches multidisciplinaires ERAES (*Ecologie de la Résistance aux Antibiotiques chez Escherichia coli et Staphylococcus aureus*) sous la direction du Professeur Antoine ANDREMONT (Grall et al., 2015), et d'autre part dans un projet

accepté et financé par le Parc Amazonien de Guyane (PAG)

Dans les villages du Haut-Oyapock, avec l'accord préalable des habitants, nous avons posé auprès d'une cinquantaine de maisons traditionnelles 3 à 5 trappes-cages sous la maison et sur les poutres maîtresses de l'étage d'habitation. Notre étude était destinée à savoir quelles sont les espèces de rongeurs et d'opossums qui fréquentent les carbets traditionnels des Wayâpi vivant dans les hameaux de Roger, Zidock, Alamilã, Lipo-Lipo et Kalana, Village-Koupi et Village-Miso. L'effort global d'échantillonnage dans les maisons des hameaux de Trois-Sauts a été de 2683 nuits x pièges, et nous a permis de capturer 161 petits mammifères non-volants, à savoir 142 rongeurs (rats et souris de 8 espèces différentes) et 19 opossums (3 espèces).

Ces résultats apportaient pour la première fois une image des petits mammifères non-volants fréquentant les habitations traditionnelles des amérindiens Wayâpi (Catzefflis, 2012; 2016). En moyenne, chacune des 50 maisons échantillonnées avait 3,2 animaux; la plupart des carbets n'avaient qu'une seule espèce, mais 15 maisons abritaient 2 espèces, deux maisons avaient 3 espèces et une autre avait 4 espèces différentes.

Au vu de ces résultats, il était apparu intéressant de connaître le peuplement de rongeurs et opossums dans un village similaire (quant aux habitations dispersées entre fleuve et forêt) chez les amérindiens Wayana du Haut Maroni et de pouvoir ainsi comparer les communautés de petits mammifères en présence et en promiscuité avec les populations humaines. C'est pourquoi, après avoir considéré diverses localités (Antecume Pata, Elahé, Kayodé, ...) le long du fleuve Maroni, notre choix s'est porté sur la paire de localités Taluhen et Baboun-Olo, situées (03°23'N; 54°03'O) le long de la rive droite du Maroni, à environ 25 km au sud de Maripa-Soula. Situé à deux heures de pirogue de Maripa-Soula, l'ensemble Taluhen (amont) et Baboun-Olo (aval - connu aussi sous le nom de Alawataïmé) est un village récent parmi les villages amérindiens du Haut-Maroni. La population totale est d'environ 600 habitants (la plupart Wayana, et avec une minorité de Teko), et la majorité des habitants sont originaires des villages alentour (Davy et Filoche, 2014).

Contrairement aux hameaux composant la localité de Trois-Sauts, à Taluhen et Baboun-Olo les maisons sont en général bien distantes les unes des autres (Figure 2), notamment les plus récentes. Outre la maison d'habitation, de petits carbets ouverts (en bois et à toit de tôle) sont fréquents à raison de 1 à 3 par famille, et ont pour fonction soit la cuisine, soit l'étendage du linge, soit le dépôt de nourriture, soit le site de cuisson des galettes de manioc, ou encore un mélange de ces fonctions.

Notre projet a consisté à séjourner durant une vingtaine de jours en saison sèche (afin de rendre la saison comparable avec celle des missions effectuées à Trois-Sauts) pour disposer des pièges sous et dans les

habitations afin d'y capturer les rongeurs et opossums vivant aux dépens des habitants.

Matériels et méthodes

La mission s'est déroulée du 19 octobre au 10 novembre 2017. L'appui logistique du PAG (Parc Amazonien de Guyane) a permis de faciliter les conditions d'hébergement, de travail (2 carbets) et de transports des hommes et du matériel (pirogue, camionnette...).

Des pièges de deux modèles ont été utilisés conjointement : des ratières BTS (fabrication française par Besançon Techniques Services, à Besançon) et des boîtes Sherman (fabrication étasunienne par Sherman Inc., à Tallahassee, Floride). La Figure 1 illustre la disposition de ces pièges: les ratières BTS fixées en hauteur sur des poteaux, avancées de planchers, etc ou au sol sous la maison; les Sherman posées sur les poutrelles sous le plancher ou sur le plancher débordant la maison.



Figure 1: Exemples de sites de pose de pièges (ratières BTS : en haut ; pièges Sherman : à en bas)

L'effort de piégeage (qui s'exprime en nombre de nuits multiplié par le nombre de pièges en fonction) a été de 2016 nuits-pièges, et a concerné un total de 13 groupes d'habitations réparties dans les hameaux de Baboun-Olo et de Taluhen, ainsi que deux zones naturelles (dénommées 6 et 15 sur la carte).

Sur les deux photos aériennes (mises à disposition par l'équipe SIG du PAG) figurent les 15 localisations d'échantillonnages sur la Figure 2.



Les pièges ont été appâtés avec divers fruits et pâtes (essentiellement des noix de cajou, puis du beurre de cacahuète, morceaux de pomme, mélange de flocons d'avoine et de pâte de poisson, ...), les appâts étant changés chaque jour en fin d'après-midi.

Les animaux capturés ont été euthanasiés, identifiés, mesurés et préservés sous forme de spécimens destinés aux collections scientifiques. Notons que l'euthanasie des rongeurs et opossums capturés dans les maisons était le souhait des habitants. En effet, pour ce projet déroulé en 2017 à Taluhen et Baboun Olo, une phase de consultation préalable a été menée à l'aide des agents locaux du PAG pour connaître le souhait actuel des populations concernées, et obtenir l'assentiment des chefs de famille chez qui des pièges ont été disposés. Des prélèvements de tissus ont été effectués pour enrichir les collections de tissus qui sont le support d'études de génétique moléculaire (systématique, phylogéographie), et ces échantillons ont été déposés pour moitié en Guyane (collection "JAGUARS" de l'Institut Pasteur de Cayenne) et pour moitié en métropole (collection de tissus de mammifères de l'Université de Montpellier).

Les manipulations sur les animaux capturés ont respecté au mieux les codes d'éthique et de bonnes pratiques en cours (Sikes & Gannon, 2011 ; François Catzefflis est titulaire de la Formation de Niveau-1 en Expérimentation Animale). Les spécimens de petits rongeurs et opossums étaient ensuite préservés (fixation au formaldéhyde, rinçage, puis préservation en éthanol), et ont été déposés dans les collections scientifiques du Museum National d'Histoire Naturelle de Paris.

Signalons toutefois que le programme a été autorisé conformément aux règles en vigueur sur l'accès aux ressources génétiques, par la Collectivité Territoriale de Guyane (n°APA-973-8).

Résultats

Au total il a été capturé 16 petits mammifères non-volants sous et dans les maisons : un seul opossum (*Monodelphis touan*) et 15 rongeurs (six espèces: *Hylaeamys megacephalus*, *Makalata didelphoides*, *Neacomys paracou*, *Oecomys rex*, *Oecomys rutilus*, et *Proechimys cuvieri*).

Outre ces mammifères, les pièges disposés au sol ont capturé à plusieurs reprises des lézards (une dizaine d'*Ameiva ameiva*; un *Tupinambis teguixin*; un *Mabouya surinamensis*) et des batraciens (*Rhaebo guttatus*, *Rhinella marina*; *Boana boans*). Tous ces animaux ont été relâchés sur place.

Une seule espèce de petit mammifère a été rencontrée dans 4 maisons; deux espèces ont été trouvées ensemble dans une maison; et trois espèces dans une autre habitation. La Figure 3 détaille ces captures, ainsi que celles réalisées en bord de fleuve (localités 6 et 15).

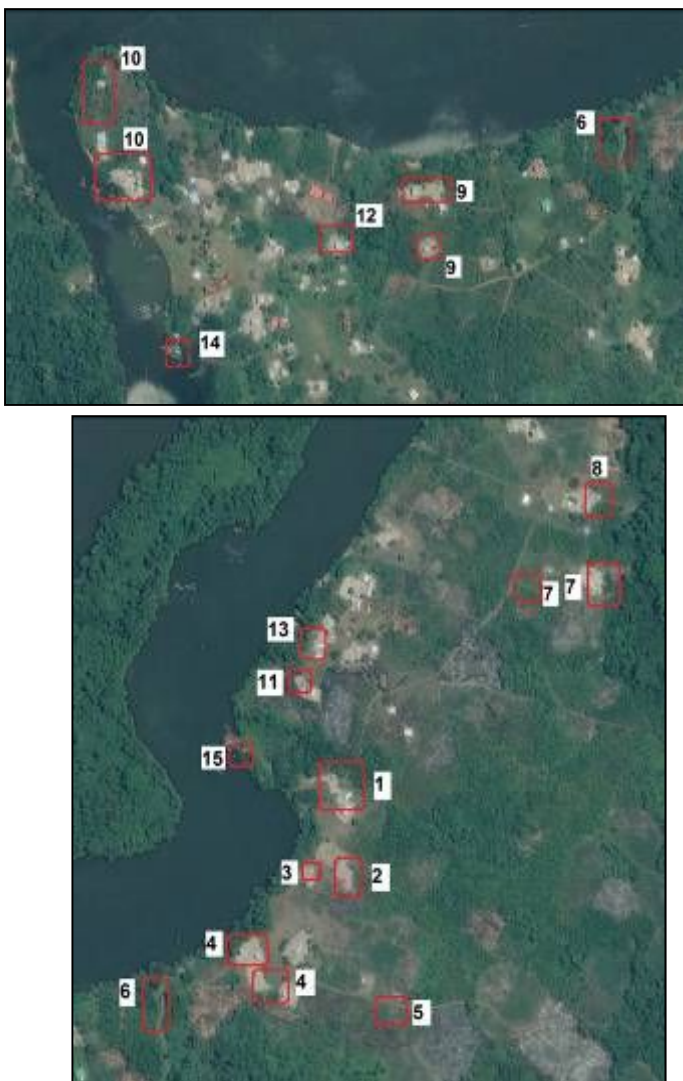


Figure 2: Localisation des 15 stations d'échantillonnage de petits opossums et rongeurs à Taluhen (en haut) et Baboun-Olo (en bas).

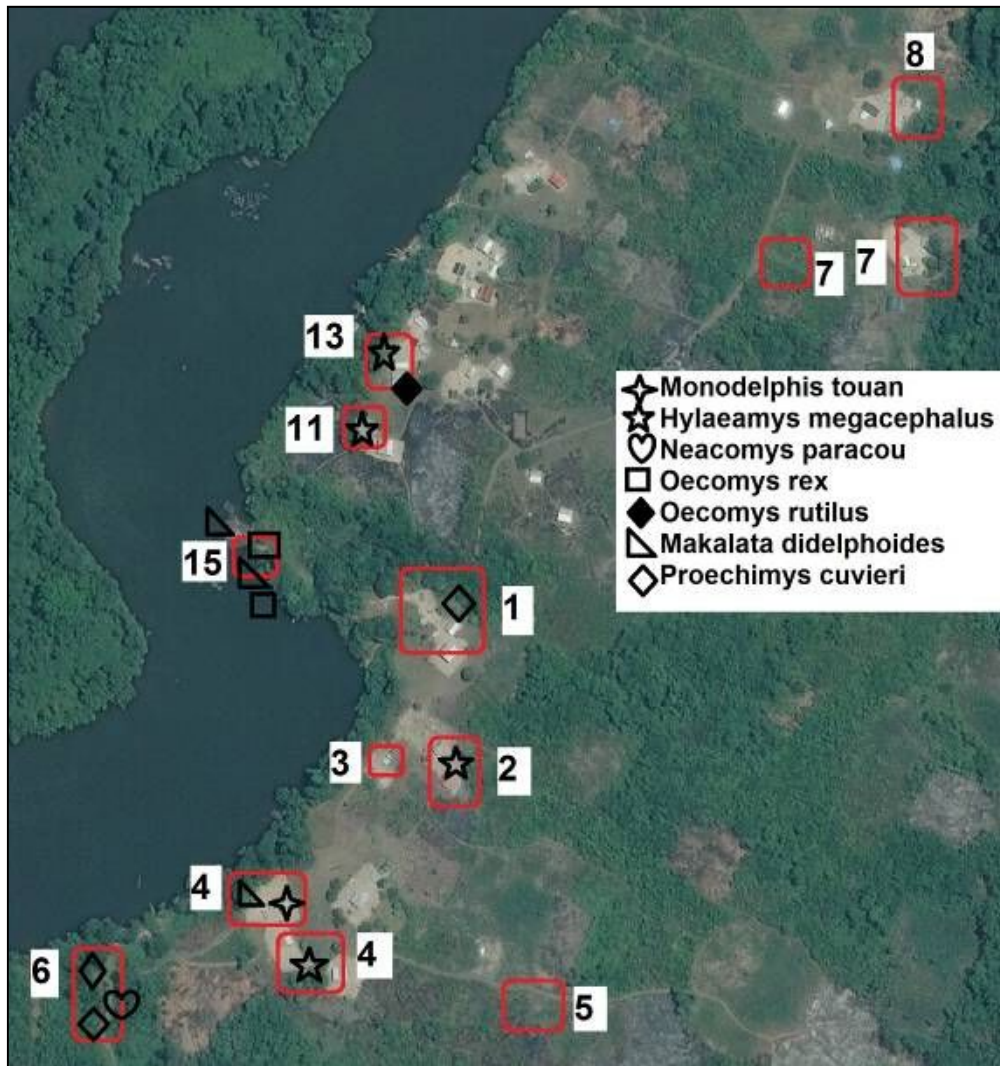


Figure 3 : Détails des captures à Baboun-Olo (= Alawataimé).
Se référer au Tableau pour les caractéristiques des localités.



Monodelphis touan



Hylaeamys megacephalus



Neacomys paracou



Makalata didelphoides



Oecomys rex



Oecomys rutilus



Proechimys cuvieri

Figure 4: Dessins de Céline Lecoq (Catzefflis et al., 2014 - Marsupiaux et Rongeurs de Guyane - Institut Pasteur de Guyane)



Tableau 1: Détails des localisations d'échantillonnages et des 16 captures d'opossums et rongeurs.
 Se référer aux photos aériennes pour situer les localités de piégeage et les captures.
 Abréviations: BTS = piège BTS; SH = piège Sherman

n° station	Pièges	Effort-pièges	Captures	Habitat
1	6 SH; 6 BTS	233	1 <i>Proechimys cuvieri</i>	carbets, potager,
2	1 SH; 5 BTS	42	1 <i>Hylaeamys megacephalus</i>	carbets
3	5 SH	50		carbets non-habités
4	10 SH; 1 BTS	224	1 <i>Makalata didelphoides</i> ; 1 <i>Hylaeamys megacephalus</i> ; 1 <i>Monodelphis touan</i>	carbets et cabanons
5	3 SH; 4 BTS	77		carbets anciens
6	8 SH; 3 BTS	197	2 <i>Proechimys cuvieri</i> ; 1 <i>Neacomys paracou</i>	bosquet forestier secondaire; herbes denses et hautes
7	5 SH; 5 BTS	120		carbets
8	7 SH; 4 BTS	132		carbets
9	10 SH; 5 BTS	180		carbets et cabanons
10	27 SH; 13 BTS	535	1 <i>Oecomys rex</i>	carbets; petits bosquets forestiers
11	2 SH	10	1 <i>Hylaeamys megacephalus</i>	carbets
12	6 SH; 3 BTS	81		carbets
13	4 SH; 2 BTS	42	1 <i>Hylaeamys megacephalus</i> ; 1 <i>Oecomys rutilus</i>	carbets
14	9 SH	36		carbets
15	3 BTS	57	2 <i>Makalata didelphoides</i> ; 2 <i>Oecomys rex</i>	bordure d'arbres le long fleuve
Total	157 pièges	2016 nuits pièges	16 individus capturés	

Discussion

Apparemment, il y a très peu de rongeurs et opossums qui fréquentent les maisons et leurs proches abords à Baboun-Olo et Taluhen, en tout cas par comparaison avec les hameaux Wayāpi de Trois-Sauts (Catzefflis, 2012; 2016). Ainsi, à Trois-Sauts, un effort de 2683 nuits-pièges a fourni 161 captures (rendement = 6,0 %), alors qu'à Taluhen-Baboun-Olo un effort d'échantillonnage de 2016 nuits-pièges n'a mis en évidence que 16 petits mammifères (rendement = 0.8%).

Quelles sont les causes d'une telle différence ? On ne peut pas invoquer d'effet "saison", ni "pièges" ni encore "méthodes" car nous avons veillé à utiliser les mêmes pratiques le long du Maroni en 2017 et le long de l'Oyapock de 2006 à 2016. Par contre, il est difficile d'écarter la possibilité de fortes fluctuations inter-annuelles d'abondance, lesquelles auraient été à leur niveau le plus bas en 2017 à Taluhen et Baboun-Olo. Dans ce sens, on peut avancer aussi le fait qu'il y avait très peu de rongeurs et opossums dans cette localité du Haut-Maroni et ses environs, comme les échantillonnages en milieu naturel (crique, bosquet forestier, prairie haute, arbres en bordure de fleuve) n'ont pas davantage eu de succès (voir détails en Figure 3 et tableau 1). Des observations anecdotiques

lors de nos déplacements le soir concernant seulement un *Didelphis marsupialis* et un *Marmosa cf murina* - c'est fort peu pour un séjour de deux pleines semaines, avec deux observateurs aguerris.

Pourquoi si peu d'animaux en octobre 2017 ? On peut toujours invoquer un effet "variation inter-annuelle et ressources alimentaires", car on sait par ailleurs qu'en Guyane ou en Amazonie forestière, il existe de fortes fluctuations inter-annuelles dans les densités de petits mammifères non-volants (O'Connell, 1986; Emmons, 2009).

Mais il apparaît deux différences fondamentales par rapport à Trois-Sauts: d'une part, il y a des chats domestiques (*Felis catus*) à Taluhen et à Baboun-Olo (= Alawataïmé), et d'autre part un grand nombre de maisons sont relativement récentes et modernes dans leur conception.

Les chats domestiques sont présents dans plusieurs familles, et ceci depuis de nombreuses années. En effet, une habitante a rapporté la présence d'un chat dès le début des années 1990. Un autre témoignage fait état de la présence d'un chat dans le village de Pidima (= Pilima), en amont de Taluhen, depuis au moins l'année 2000. Certaines familles ont deux (voire trois) chats, et leur propriétaire nous a rapporté que ces chats de temps à autres ramènent des "moum'pé" [une souris en langue wayana] à domicile.

Par ailleurs, les maisons d'habitations sont relativement modernes, plutôt distantes les unes des autres (sauf dans certains quartiers comme dans le secteur nord-ouest de Taluhen), et la plupart des maisons sont entourées d'une végétation herbacée maintenue rase. Certes, il y a des bosquets d'arbres en bord de fleuve, des morceaux de friches et de la végétation arbustive très secondarisée, mais la promiscuité avec la forêt proche est bien moindre qu'à Trois-Sauts.

Prospectives

Les observations de ce séjour en saison sèche 2017 - qui sont certes préliminaires - ont donc dénombré très peu de petits mammifères dans et proches des maisons habitées des villages de Taluhen et de Baboun-Olo. Ce constat devra être validé en répétant les échantillonnages dans 2 à 3 ans, de préférence à la même époque (saison sèche). S'il y a confirmation d'une si faible abondance de rongeurs et opossums fréquentant les habitations, cela vaudrait la peine de d'envisager :

a) une enquête plus détaillée sur les chats de Taluhen et Baboun-Olo: depuis combien de temps ? Combien de familles avec combien de chats ? Les chats tuent-ils des petits mammifères ? Quelles espèces sont rapportées par les chats ? Cette enquête pourra être réalisée auprès des familles, via les enfants des écoles, puis en visitant les maisons où vivent plusieurs générations (enfants - parents - grands-parents).

b) une enquête en collaboration avec l'école et les personnels enseignants, pour demander aux enfants de rapporter régulièrement leurs observations de petits mammifères vivant dans et/ou près des maisons. Les connaissances acquises à Trois-Sauts pourront être mises à profit, ainsi que l'utilisation des planches et dessins du livre "Opossums et Rongeurs de Guyane".

c) une mission de collecte dans d'autres hameaux et villages Wayana, comme Kayodé, Elahé, Antecume-Pata, ou Pidima. Cependant, des enquêtes préliminaires devraient être réalisées pour savoir si les chats domestiques existent dans ces hameaux, et si oui, à quelle abondance.

d) enfin, sur un aspect davantage "académique", on pose la question de savoir si on retrouve des communautés équilibrées d'opossums et rongeurs dès lors qu'on s'éloigne de 1 à 3 km des villages infestés par des chats domestiques.

Remerciements

Antoine Baglan m'a accompagné sur la plus grande partie du séjour à Taluhen, et son aide sur le terrain et au carbet a été très appréciée. Les agents du PAG à Taluhen, sous la houlette de Kupi Aloiké, qui nous ont prêté main forte chaque fois lorsque nécessaire, sont chaleureusement remerciés. A Maripa-Soula, les salariés de la logistique du PAG sont venus faire la jonction entre les transports aériens, terrestres, et

fluviaux ! A Cayenne, les multiples conseils et l'aide avisée de Maïlys Le Noc, de Raphaëlle Rinaldo, et de Bertrand Goguillon, ont grandement facilité les aspects administratifs des missions 2016 (Trois-Sauts) et 2017 (Taluhen). L'aide de Benoit de Thoisy (Institut Pasteur de Guyane), avant, pendant et après la mission, a été appréciée – qu'il en soit ici remercié.

Merci enfin et surtout à tous les habitants qui nous ont fait bon accueil, pour leurs sourires et leur gentillesse : Taluhen et Baboun-Olo sont vraiment des endroits où il fait bon vivre !

Bibliographie

CATZEFLIS F., 2012. A survey of small non-volant mammals inhabiting Wayampi Amerindian houses in French Guiana, *Mammalia*. N° 76: p. 327-330.

CATZEFLIS F., 2016. Les mammifères rongeurs et marsupiaux de Trois-Sauts (Guyane française) et environs, *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N° 3: p. 77-90.

CATZEFLIS F., BARRIOZ S., SZPIGEL J.-F., DE THOISY B., 2014. *Marsupiaux et Rongeurs de Guyane*, Institut Pasteur de la Guyane, Cayenne, 128 p.

DAVY D., FILOCHE G., 2014. Zones de Droits d'Usage Collectifs, *Concessions et Cessions en Guyane française : Bilan et perspectives 25 ans après*, CNRS : Observatoire Hommes/Milieus Oyapock, Cayenne, 166 p.

EMMONS L. H., 2009. Long-Term Variation in Small Mammal Abundance in Forest and Savanna of Bolivian Cerrado, *Biotropica*. N° 41: p. 493-502.

GRALL N., BARRAUD O., WIEDER I., HUA A., PERRIER M., BABOSAN A., GASCHET M., CLERMONT O., DENAMUR E., CATZEFLIS F., DECRÉ D., PLOY M.-C., ANDREMONT A., 2015. Lack of dissemination of acquired resistance to β -lactams in small wild mammals around an isolated village in the Amazonian forest, *Environmental Microbiology Reports*. N° 7: p. 698-708.

O'CONNELL M., 1986. Population variability of Neotropical rodents: influence of body size, habitat, and food habits, *Revista Chilena de Historia Natural*. N° 59: p. 169-178.

SIKES R. S., GANNON W. L., 2011. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research., *Journal of Mammalogy* N° 92: p. 235-253.



Annexe 1 : liste des 17 échantillons de tissus collectés et préservés à Taluhen et/ou Baboun-Olo

Numéro	Espece	sex	age	date	localite-2	Pour collection JAGUARS de B. de Thoisy	Pour de Thoisy
V-3639	<i>Hylaeamys megacephalus</i>	f	ad	23-oct-17	Baboun-Olo - maison	Foie & Rate en éthanol et en RNA-later	serum sanguin
V-3640	<i>Makalata didelphoides</i>	f	ad	25-oct-17	Baboun-Olo: vers carbets PAG	Foie & Rate en éthanol et en RNA-later	serum sanguin
V-3641	<i>Makalata didelphoides</i>	m	ad	28-oct-17	Baboun-Olo: vers carbets PAG	Foie & Rate en éthanol et en RNA-later	serum sanguin
V-3643	<i>Hylaeamys megacephalus</i>	m	ad	31-oct-17	Baboun-Olo - maison	Foie & Rate en éthanol et en RNA-later	serum sanguin
V-3642	<i>Proechimys cf cuvieri</i>	f	sad	31-oct-17	Taluhen - bords herbacés de crique	Foie & Rate en éthanol et en RNA-later	
V-3644	<i>Hylaeamys megacephalus</i>	m	ad	1-nov.-17	Baboun-Olo - maison	Foie & Rate en éthanol et en RNA-later	serum sanguin
V-3645	<i>Oecomys sp.</i>	m	juv (neonato)	2-nov.-17	Baboun-Olo - maison	Foie en éthanol et en RNA-later	
V-3646	<i>Uroderma bilobatum</i>	m	ad	2-nov.-17	Baboun-Olo: vers carbets PAG	Foie & Rate en éthanol et en RNA-later	serum sanguin
V-3647	<i>Oecomys rex</i>	m	ad	03-nov-17	Taluhen - bosquet arbres	Foie & Rate en éthanol et en RNA-later	serum sanguin
V-3648	<i>Proechimys cuvieri</i>	m	ad	04-nov-17	Taluhen - bords herbacés de crique	Foie & Rate en éthanol et en RNA-later	serum sanguin
V-3649	<i>Neacomys paracou</i>	f	ad	04-nov-17	Taluhen - bords herbacés de crique	Foie & Rate en éthanol et en RNA-later	serum sanguin
V-3650	<i>Oecomys rex</i>	f	ad	05-nov-17	Baboun-Olo: vers carbets PAG	Foie & Rate en éthanol et en RNA-later	serum sanguin
G-2522	<i>Sturnira lilium</i>	m	ad	05-nov-17	Baboun-Olo: vers carbets PAG	fragment de patagium en ethanol	
V-3651	<i>Proechimys cuvieri</i>	f	ad	06-nov-17	Baboun-Olo - maison	Foie & Rate en éthanol et en RNA-later	serum sanguin
V-3653	<i>Oecomys rutilus</i>	f	ad	08-nov-17	Baboun-Olo - maison	Foie & Rate en éthanol et en RNA-later	serum sanguin
V-3652	<i>Oecomys rex</i>	m	sad	08-nov-17	Baboun-Olo: vers carbets PAG	Foie & Rate en éthanol et en RNA-later	serum sanguin
V-3654	<i>Monodelphis touan</i>	m	juv	09-nov-17	Baboun-Olo - maison	Foie & Rate en éthanol et en RNA-later	serum sanguin

Annexe 2 : liste des 16 spécimens de petits mammifères préservés, et en dépôt transitoire à l'Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier

Le dépôt final de ces spécimens sera le Laboratoire « Mammifères et Oiseaux » du Museum National d'Histoire Naturelle de Paris.

Numero	espece	sex	age	date	localite-1
V-3639	<i>Hylaeamys megacephalus</i>	f	ad	23-oct-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)
V-3640	<i>Makalata didelphoides</i>	f	ad	25-oct-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)
V-3641	<i>Makalata didelphoides</i>	m	ad	28-oct-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)
V-3642	<i>Proechimys cf cuvieri</i>	f	sad	31-oct-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)
V-3643	<i>Hylaeamys megacephalus</i>	m	ad	31-oct-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)
V-3644	<i>Hylaeamys megacephalus</i>	m	ad	1-nov.-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)
V-3645	<i>Oecomys sp.</i>	m	juv (neonato)	2-nov.-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)
V-3646	<i>Uroderma bilobatum</i>	m	ad	2-nov.-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)
V-3647	<i>Oecomys rex</i>	m	ad	03-nov-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)
V-3648	<i>Proechimys cuvieri</i>	m	ad	04-nov-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)
V-3649	<i>Neacomys paracou</i>	f	ad	04-nov-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)
V-3650	<i>Oecomys rex</i>	f	ad	05-nov-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)
V-3651	<i>Proechimys cuvieri</i>	f	ad	06-nov-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)
V-3652	<i>Oecomys rex</i>	m	sad	08-nov-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)
V-3653	<i>Oecomys rutilus</i>	f	ad	08-nov-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)
V-3654	<i>Monodelphis touan</i>	m	juv	09-nov-17	Taluhen et/ou Baboun-Olo (Maripa-Soula)

Cartographie des formations végétales particulières observables via télédétection

Pauline Perbet¹, Nicolas Karasiak¹, Pierre Joubert¹
¹ Parc amazonien de Guyane



Résumé

Améliorer la connaissance et la description du territoire est une mission importante du Parc amazonien de Guyane. La forêt tropicale guyanaise est souvent représentée comme une structure homogène. En réalité, le sud de la Guyane est caractérisé par la présence de formations végétales qui se démarquent de la forêt (végétations basses, affleurements rocheux, forêt de parinari, pinotières, palmiers bâches...). Certaines de ces formations sont clairement observables à partir d'images satellites.

Avec l'aide de Nicolas Karasiak, stagiaire de Master 2, la Parc amazonien a mis en place en 2016 une méthode de cartographie de ces formations végétales par télédétection semi-automatique.

Mots clés

Formation végétale particulière, Télédétection, SPOT5, Qgis, Parc amazonien de Guyane, Cartographie

Objectifs de l'action

Le Parc bénéficie de données satellites sur l'ensemble de son territoire. Sur ces images apparaissent des formations végétales connues mais non cartographiées (cambrouses, formation de palmiers-bâches ou de pinots, savanes roches, forêts de lianes, forêts sur djougoun-pete, forêts sommitales d'inselbergs, forêts de transition sur inselberg, autres...).

L'objectif est d'identifier et de cartographier ces formations, de les caractériser en terme de signature spectrale, de structure, d'organisation spatiale et de géomorphologie. La cartographie résultante pourra compléter les autres projets de recherche (Gond, 2011 et DYNFORDYV, 2015) et la cartographie des habitats (Guitet *et al.*, 2015).

Enfin, à terme, la description de ces objets géographiques pourrait permettre d'en réaliser un

suivi puis de révéler une évolution de ces formations végétales.

Nicolas Karasiak, stagiaire de Master 2, a travaillé durant 6 mois à la mise en place d'une méthodologie adaptée pour permettre de cartographier les végétations notables de ce territoire si particulier.

Ce rapport reprend une partie du rapport de stage de Nicolas et le complète pour permettre un condensé de toutes les informations réunies lors de cette étude.

Les formations végétales particulières ciblées sont :

- **Végétations basses** : formations denses et homogènes se distinguant de la forêt par sa faible hauteur (cambrouses de bord de fleuve, cambrouses de relief, priris de bord de fleuve, végétations de zones humides) (Image 1),

- **Forêts de palmiers-bâches** (*Mauritia flexuosa*) (Image 2),

- **Forêts de palmiers pinots** (*Euterpe oleracea*) (pinotières),
- **Affleurements rocheux**, (savanes roches, végétations sèches sur roche) (Image 3 et 4),

- **Forêts à parinari** : situées essentiellement dans la région de la haute Waki et du haut Oyapock. Ce type de forêt est principalement observé sur des sols à djougoun-péée (Image 2).

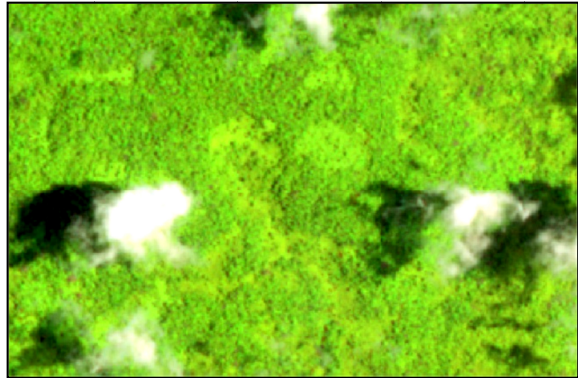


Image 1: Cambrouses et forêts lianescentes dans la région Arawa
Photo PP 12/10/2015 – Image SPOT 5 du 12/09/2012

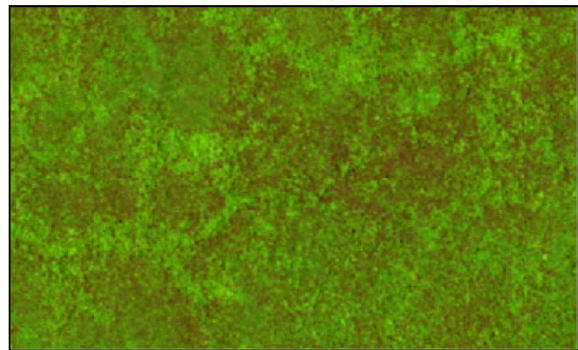


Image 2: Forêt sur djougoun-péée dans la plaine de la Waki, composé de parinaris et de palmiers-bâches
Photo PP 12/10/2015 – Image SPOT 5 du 12/09/2012

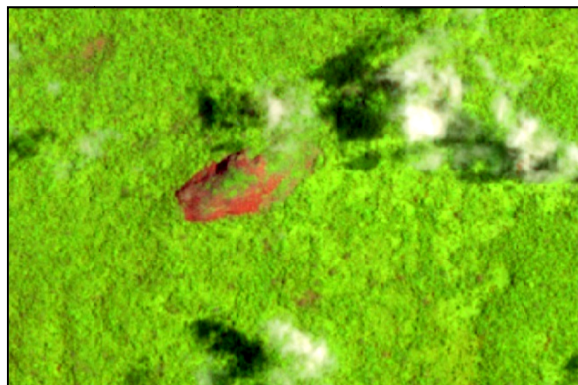
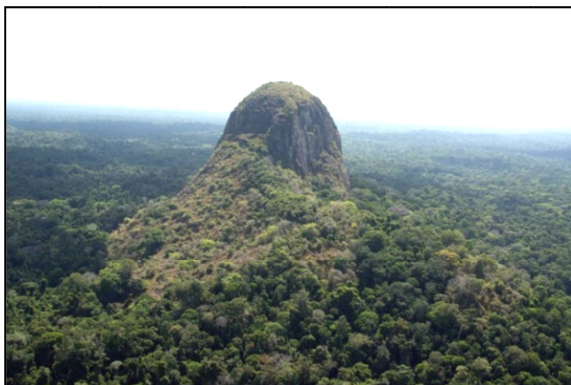


Image 3: Mont Arawa, inselberg dans le centre sud de la Guyane
Photo PP 12/10/2015 – Image SPOT 5 du 12/09/2012

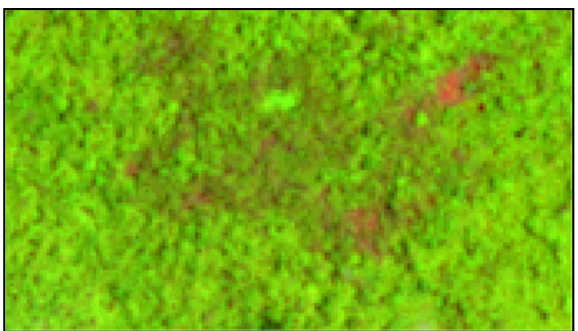


Image 4: Végétations sèches sur roche, dans la région Arawa
Photo PP 12/10/2015 – Image SPOT 5 du 12/09/2012



Type d'image	Période	Résolution		Couverture
		Multispectrale	Panchromatique	
Landsat (5 -7 - 8)	Depuis 1990	30m	15m	100%
SPOT 4	1998 - 2013	20m		100%
SPOT5	2002 - 2015	10m	2,5m	100%
SPOT (6 -7)	2014 -	6m	1,5m	70 % du PAG
Pléiade	2012 -	2m	0,5m	5 % du PAG
Sentinel - 2	2015 -	10m		100%
Géophysique aéroporté (BRGM)	1996	?		Partie nord du PAG
Lidar	2014	1m		Itoupé et Bellevue de l'Inini
Image Radar Sentinel -1	2015			100%

Tableau 1: Images satellites et données disponibles sur le territoire du PAG en 2017

Collaborateurs

Le Parc amazonien de Guyane, est largement soutenu par des spécialistes en télédétection et en formations végétales amazoniennes :

- Daniel Sabatier (IRD-UMR AMAP),
- Stephane Guitet (ECOFOR-ONF, IRD-UMR AMAP),
- Valery Gond (CIRAD),
- Olivier Brunaux (ONF).

Matériels et méthodes

Données de télédétection

Les différentes données disponibles pour cette cartographie sont listées dans le tableau I.

Les images SPOT5 étaient les seules sources disponibles sur l'ensemble du Parc amazonien de Guyane au lancement de l'étude. La nébulosité élevée de ces images a nécessité la superposition de plusieurs (2 à 4) scènes pour avoir une représentation complète du territoire. Ainsi, 23 images entre 2007 et 2014 ont été traitées (Fig. 1).

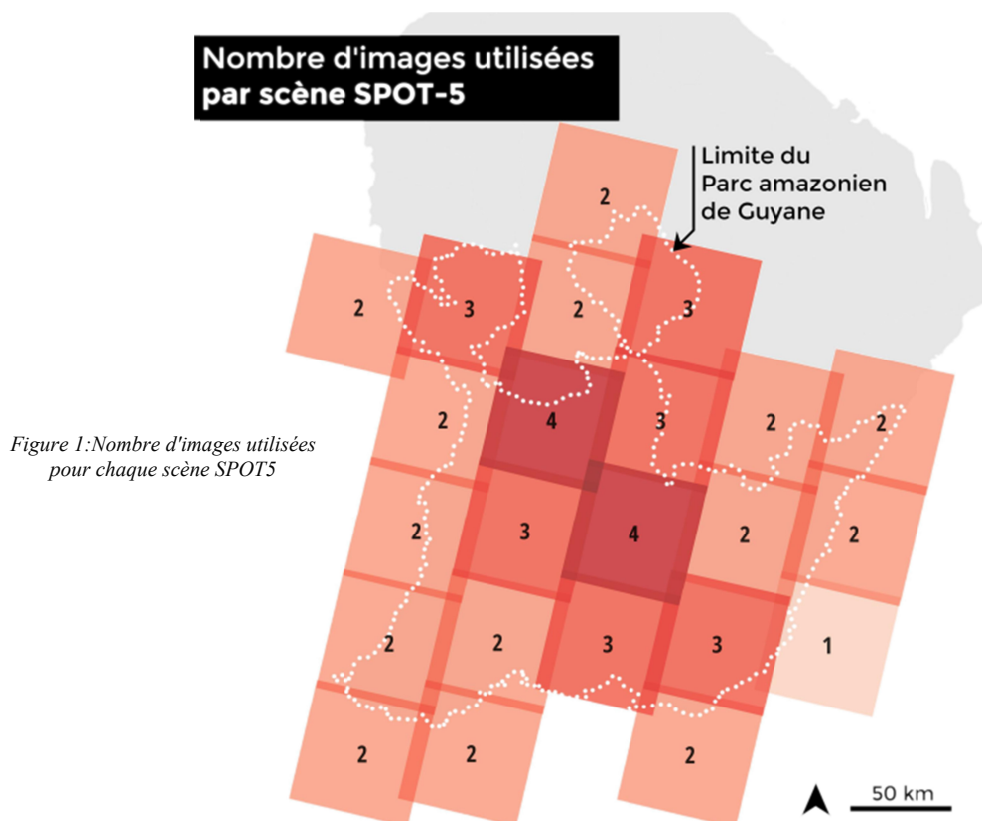


Figure 1: Nombre d'images utilisées pour chaque scène SPOT5

Outils

Les outils utilisés pour le traitement de données de télédétection sont listés dans le tableau II. Pour la classification, l'utilisation des applications libres a été priorisée, et a ainsi permis une diffusion plus large de la méthodologie.

Tableau II : Logiciels libres employés pour le projet

Traitement des images	Orpheo tool box
	Grass
	Plugin Dzetsaka
Gestion des données	Qgis
Analyses statistiques	R

Données de référence / Points de contrôles

Les données de références proviennent de différentes missions hélicoptères et terrestres (Tableau III). Les données prises en vol présentent une forte erreur de localisation, alors que les données terrains peuvent correspondre à des formations trop petites par rapport à la résolution des images SPOT5.

Tableau III: Liste des données terrains et de survols utilisées

	Base de données	Date	Nombre de points
Données hélicoptères	Projet CAREFOR	2006/2008	247
	Missions hélicoptères spécifique PAG	2015/2016	780
	Mission hélicoptère de l'ONF		18
Données terrestres	Programme habitat		1070
	Terrain PAG	2015	41
	Mission 7 bornes		45

Pour éviter le biais lié aux données terrain, la validation statistique a été réalisée à partir de polygones numérisés de manière aléatoire sur les images SPOT6 et SPOT7 datant de 2014 et 2015 (Tableau IV). Ces images ont été obtenues à travers un appel à projet proposé par SEAS Guyane et par GEOSUD.

Tableau IV : Nombre de pixel utilisé dans la donnée de référence

Type	Nombre de pixel
Parinari	2621442
Végétation basse	1144031
palmier-bâche	287094
Roche	362706
Forêt	721649844
Pinotière	99586
Total	726164703

Apport des indices ?

Les travaux de télédétection sur la végétation font souvent appel à des indices comme le NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ou le EVI (Enhanced Vegetation Index). Des tests intégrant ces indices à la méthode ont été réalisés. Ceci n'a pas eu d'effet, ou a diminué sensiblement le résultat Kappa obtenu après la classification. Ces indices n'ont donc pas été intégrés à la méthode, et seulement les 4 bandes d'origine de SPOT5 ont été conservées (Karaziak, 2016).

Méthodes

Cette cartographie a été réalisée à partir d'une classification supervisée de type Random forest. Les images SPOT5 ont d'abord été prétraitées pour rendre les images superposables géographiquement et spectralement entre elles. En premier lieu, les images ont été géoréférencées en utilisant comme référence la mosaïque IGN de 2008. Ensuite la calibration pour obtenir les valeurs de réflectances TOA (Top Of Atmosphère) et l'indice NDCI (Normalized Difference Cloud Index) pour préparer un masque de nuage ont été réalisés avec QGIS et Orphéo Tool Box.

La classification a été effectuée avec le Plugin Dzetzaka. Ce plugin utilise notamment les algorithmes de classification Random Forest spécialement développé pour cet exercice par Nicolas Karasiak. En s'aidant des relevés de terrains des polygones d'entraînements (ROI = Région Of Interest) ont été numérisés pour chacune des images SPOT5 (Tableau V). Au total, ce sont 1608 polygones qui ont été créés sur les 55 différentes images, soit en moyenne une trentaine par image. Après la classification, les résultats de moins de 10 pixels (correspondant à 0,1ha) sont supprimés grâce à l'outil Sieve de Qgis. Au court des classifications, un tableau de confusion était produit par Dzetzaka, pour estimer la qualité de l'algorithme et des parcelles d'entraînement, et pour pouvoir les améliorer le cas échéant.

Tableau V : Classes et types des ROI utilisés pour la classification

ID	Type
1	Parinari
2	Végétation basse
3	Palmier-bâche
4	Affleurement rocheux
6	Nuage
7	Ombre
8	Frange nuageuse
9	Eau
10	Forêt classique
11	Pinotière
12	Forêt déstructurée



Après la classification de toutes les images, un travail de synthèse des résultats a été effectué pour superposer correctement chaque scène à partir de l'outil mapcalc de Grass. Seulement les classes parinari, végétation basse, palmiers-bâches, affleurements rocheux et pinotières ont été gardées à l'issue de cette combinaison. Les forêts déstructurées, malgré l'intérêt certain que peut apporter la cartographie de ces formations, n'ont pas été conservées par manque de connaissance terrain.

Pour finaliser la cartographie, un dernier filtre a été opéré en appliquant un masque réalisé à partir des zones d'abattis et zones exploitations minières provenant des couches de surveillance du territoire.

Limites de la méthode

Il a été difficile de trouver les parcelles d'entraînement pour les palmiers-bâches et palmiers pinots. En effet, très peu de données terrains sont disponibles, et ces formations sont spectralement difficiles à identifier en photo-interprétation.

Nous avons tenté d'utiliser les modèles de classification obtenus à partir d'une scène pourvue de données terrain pour la reproduire sur les images avoisinantes. Néanmoins, les classifications obtenues n'ont malheureusement pas donné les résultats escomptés en raison de la trop forte différence spectrale entre les scènes. Cette différence spectrale est liée à la séparation temporelle généralement de plusieurs mois ou années entre les scènes.

D'autres erreurs sont apparues lors de la fusion des résultats. En effet, les images SPOT5 ne sont pas correctement géoréférencées, ce qui crée des erreurs de localisation des objets. Malgré le géoréférencement manuel effectué préalablement, un effet de marge est parfois observable (Figure 2).

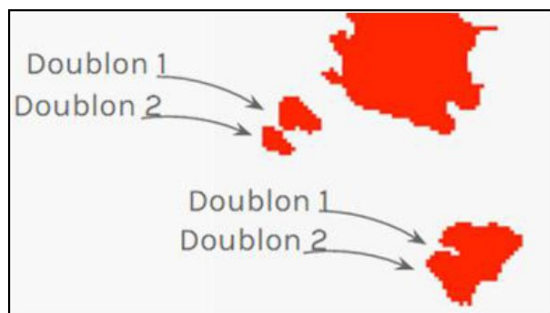


Figure 2 : Exemple d'erreur de juxtaposition des images

Résultats généraux

Une première analyse statistique à partir des données terrain

Lorsque la cartographie complète a été terminée, une analyse statistique globale a été effectuée à partir des données terrains. Au vue de la mauvaise qualité des résultats obtenus (Annexe 1) nous avons supposé que les données terrains utilisées comportaient un fort biais. En effet, les distances optimales obtenues lors

des analyses des courbes ROC sont très élevées. Les validations terrains par hélicoptères permettent d'informer sur les zones particulières ou douteuses. Néanmoins, les points GPS relevés à partir de l'hélicoptère sont trop éloignés de la réalité géographique, ce qui augmente les erreurs et ne permet pas de faire un tableau de confusion. De plus, les données terrains au sol ne sont pas toujours adaptées à la résolution des résultats de 0,1 hectare. Les formations végétales plus petites, qui peuvent être observées sur le terrain, ne seront donc pas représentées dans la cartographie finale.

Les tests de courbe ROC ont été effectués à partir du logiciel R et de l'outil p-ROC (R Core development team, 2009 ; Robin *et al.*, 2011). Cet outil d'analyse est adapté à nos résultats puisqu'il fonctionne malgré une distribution non équilibrée des classes. De plus, le mauvais calage des images et des points terrains, restreint l'interprétation des matrices des confusions, alors que l'analyse des courbes ROC donne une indication de distance optimale.

La distance entre chaque point de référence et le polygone de végétation basse le plus proche est obtenue à partir d'un outil SIG. Le test ROC calcule ensuite la spécificité (pourcentage des objets détectés correspondant effectivement aux objets observés) et la sensibilité (pourcentage des objets observés effectivement détectés). A partir de ces paramètres, l'AUC (Area Under Curve) est calculée ; elle représente la qualité de la prédiction (plus le modèle est idéal, plus l'AUC se rapproche de 1). Le résultat d'AUC est caractérisé par une distance optimale (distance entre objets détectés et points GPS) correspondant au point le plus proche de l'idéal (maximum de la somme sensibilité + spécificité).

Validation statistique à partir d'images SPOT6

Une seconde phase de validation a donc été réalisée à partir de polygones numérisés de manière aléatoire sur les images SPOT6 à notre disposition.

Le tableau de confusion (Tableau VI) et les tests de courbes ROC (Figure 3) montrent des résultats acceptables pour la végétation basse, la forêt à parinari et les roches. Les deux types de palmiers ont des résultats plus faibles : les palmiers-bâches sont confondus avec les zones à parinari, ce qui peut s'expliquer par leur proximité géographique, en particulier en lieux et place de la pénéplaine de la Waki. Les pinotières sont particulièrement confondues avec la forêt. Comme expliqué plus haut, ces deux classes de végétation sont difficilement différenciables de la forêt de par leur réponse spectrale. Et, si les pinotières sont nombreuses, elles sont aussi souvent de dimensions réduites.

		Référence							Précision utilisateur
		Parinari	Veg_basse	Palmier-bâche	Roche	Forêt	Pinot	Row Sum	
Classification	Parinari	1001	0	216	0	19	5	1241	81%
	Veg_basse	0	2172	0	0	10	0	2182	100%
	Bâche	38	0	41	0	12	32	123	33%
	Roche	0	0	0	1219	0	0	1219	100%
	Forêt	156	889	19	339	13801	1045	16249	85%
	Pinot	0	0	0	0	9	343	352	97%
	Col Sum	1195	3061	276	1558	13851	1425	21366	
	Précision producteur	84%	71%	15%	78%	100%	24%		

Tableau VI : Matrice de confusion obtenu à partir de l'outil r.kappa (Grass)

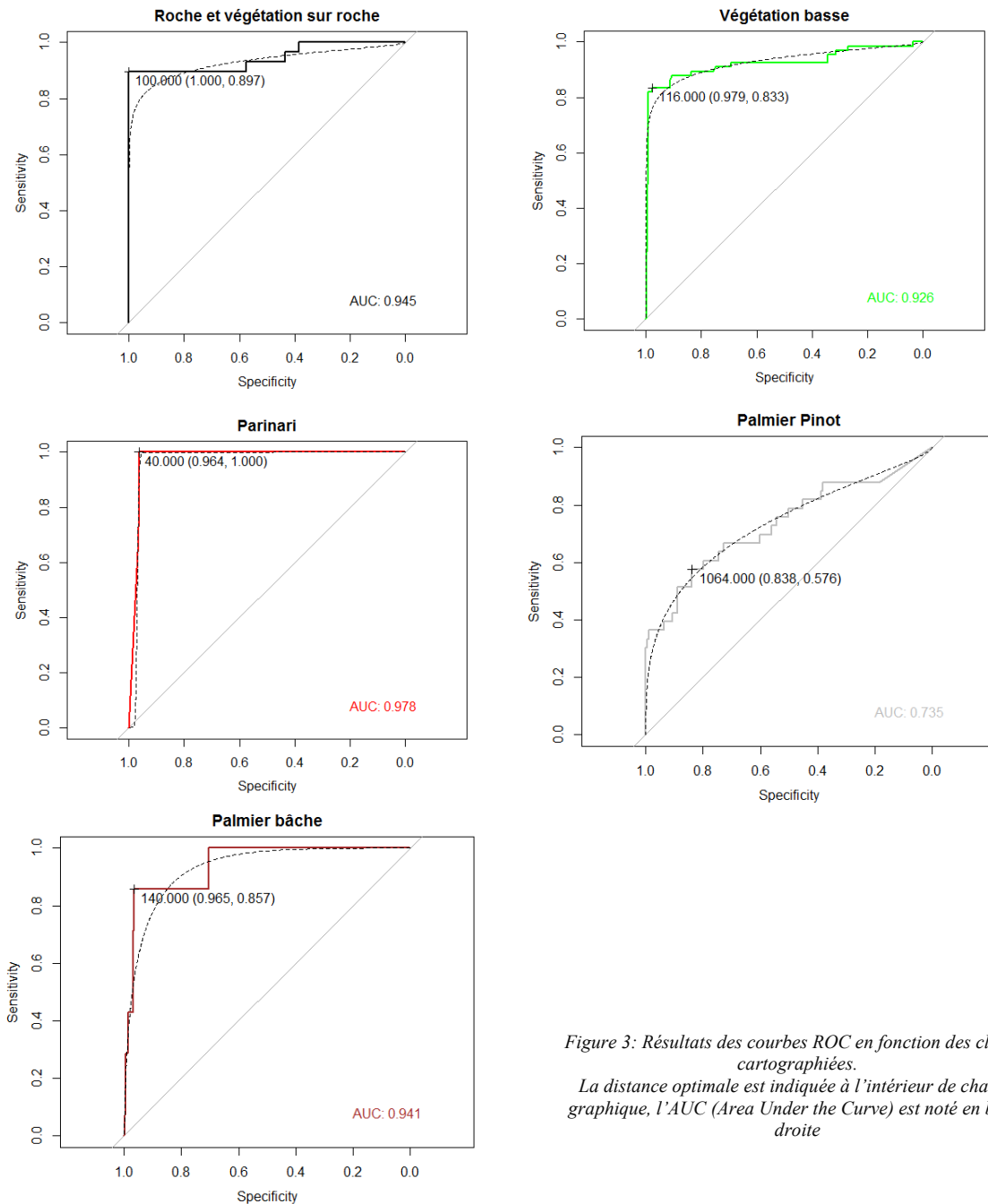
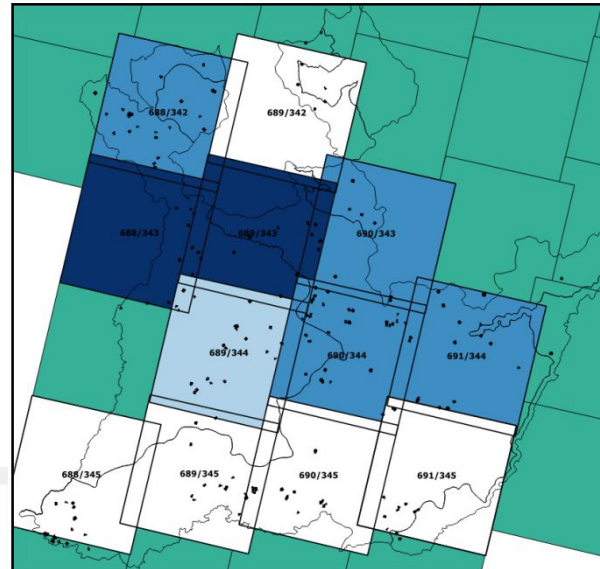
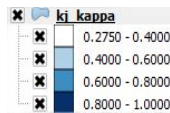


Figure 3: Résultats des courbes ROC en fonction des classes cartographiées. La distance optimale est indiquée à l'intérieur de chaque graphique, l'AUC (Area Under the Curve) est noté en bas à droite



Pour mieux évaluer les raisons de ces erreurs, le kappa a été estimé en fonction des scènes (seules les scènes comprenant suffisamment de données de référence ont été analysées). On observe une hétérogénéité de la qualité des résultats (Figure 4). En effet, les scènes situées dans le sud de la Guyane, présentent des résultats kappa très faibles. Les scènes 689/343, 688/345, 689/345 et 690/345 ont une forte confusion de pinotières observés sur SPOT6, et ces dernières n'ont pas été détectées lors de la classification en Random Forest. Les images SPOT5 disponibles pour la scène 691/345 n'ont pas permis de repérer tous les affleurements rocheux, ce qui a fortement augmenté la confusion entre roche et forêt dans les statistiques.

Figure 4 : Résultat kappa calculé en fonction des KJ de SPOT5. Les points noirs correspondent aux polygones de référence qui ont été numérisés à partir des images SPOT6.



Résultats par types de formations végétales

Le caractère innovant de cette donnée amène de nombreuses questions quant aux particularités environnementales de ces formations végétales. Ces formations représentent seulement 1,4% de la totalité du territoire du PAG (Tableau VII), mais on les observe dispersées ou agglomérées en fonction des zones.

Plusieurs analyses spatiales mettant en relation des variables environnementales ont donc été réalisées pour mieux définir les différentes classes de végétation. A partir du SRTM 30m, l'exposition, le pourcentage de pente et la position du bassin versant ont été testés. En plus de ces paramètres géomorphologiques, la situation géographique des formations végétales par rapport aux grands habitats forestiers (Guitet *et al.*, 2015), aux anciens lieux de vie et aux découvertes archéologiques ont été analysées. Enfin la dispersion des types de végétations entre eux a été étudiée.

Tableau VII : Pourcentage de représentation de chaque type de végétation par rapport à la surface total du PAG (3,4 million d'hectare)

Formation	Proportion sur le PAG
Parinari	0,776%
Végétation basse	0,361%
Palmier-bâche	0,085%
Roche	0,125%
Pinotière	0,031%
Total_formation	1,379%

Dans un second temps, la réponse spectrale des différentes classes a été observée que ce soit avec les images SPOT5 (Figure 5), SPOT6 ou Sentinel-2 pour comprendre les caractéristiques spectrales de chaque formation, et pouvoir ainsi les réutiliser dans une éventuelle suite du projet.

Les différents tableaux de résultats et rapports d'analyses spectrales sont présentés en annexe 2, 3 et 4.

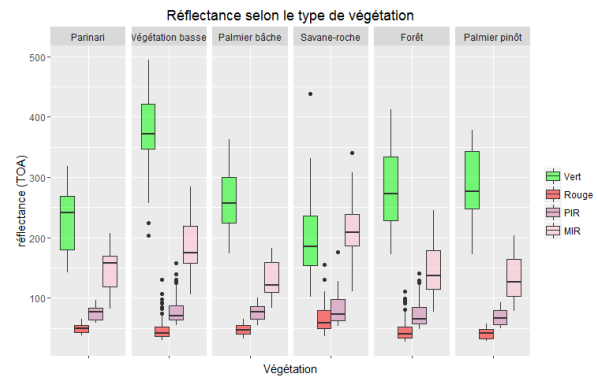


Figure 5 : Amplitude spectrale moyenne de chaque végétation pour chaque bande SPOT5, sur l'ensemble du territoire à partir des ROI.

Affleurements rocheux

Résultats

La classification des affleurements rocheux, à partir des images SPOT4/5, présente des résultats statistiques relativement corrects, AUC=0.94 et distance optimale=100m. L'AUC proche de 1 montre une bonne performance de la classification, la distance optimale de 100 mètres est légèrement trop importante, ceci semble correspondre à la sous-représentation des roches sur le KJ 691/345 (Fig. 4). La matrice de confusion, montre une forte précision producteur de 78%, et 100% des entités de roche sont bien classées vis-à-vis des données de référence. On peut donc considérer que la carte est une bonne représentation de la localisation de savanes-roches, inselbergs et autres dalles rocheuses.

Variables environnementales

Comme nous aurions pu l'espérer, les affleurements rocheux sont très largement représentés dans la classe des forêts sur inselberg de la cartographie des habitats (Guitet *et al.*, 2015).

L'exposition et le pourcentage de pente ont été mis en relation avec la localisation des affleurements rocheux

avec un test khi2. On observe alors qu'il n'y a pas d'influence de l'exposition sur la localisation des roches ($p\text{-value}=0,999$). En revanche, les affleurements rocheux sont plus fréquents dans les fortes pentes ($p\text{-value}=0,0035$) (Figure 6).

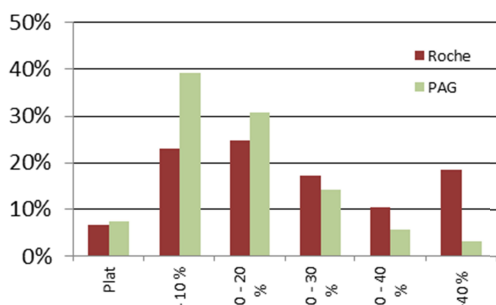


Figure 6 : Répartition des affleurements rocheux en fonction de la pente par rapport à ce que l'on peut retrouver dans le territoire du Parc amazonien de Guyane

Caractéristiques spectrales

L'analyse des résultats de détection de roche sur 3 images de la scène SPOT5 (690/343) a montré une plus forte intensité dans le moyen infrarouge alors que le vert est plus faible comparé aux autres classes (Figure 7). Seule cette classe présente ce type de réponse spectrale, ces 2 bandes sont donc primordiales pour la caractérisation des roches.

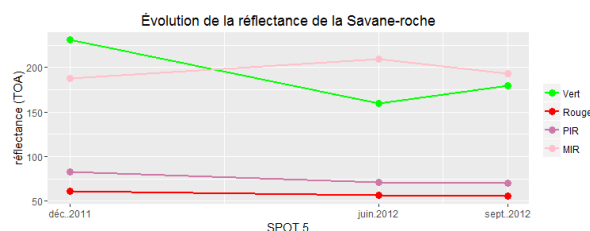


Figure 7 : Evolution de la réflectance des affleurements rocheux pour 3 images du KJ 690/343

Perspectives

Un effort reste à poursuivre quant à la caractérisation des zones de roche sous couvert végétal. La signature spectrale de ce type de formation végétale, végétation qui a tendance à sécher durant la saison sèche, pourrait être améliorée à partir d'analyse multi-temporelle.

Les falaises, une autre sous-classe des affleurements rocheux, semble aussi être sous-représentées dans la classification. L'angle de prise de vue des images satellites ne permet pas systématiquement de discerner ces formations rocheuses à très fort dénivelé.

Une analyse de nouveaux procédés de télédétection doit être menée pour améliorer la cartographie des végétations sur roche ou des falaises. Une étude sur la faisabilité de l'utilisation des mesures géophysiques, radar ou du SRTM est à programmer. De plus, l'opportunité d'obtenir des séries temporelles à partir de Sentinel-2 ouvre de nouvelles perspectives.

Végétations basses

Résultats

La cartographie des végétations basses a donné des résultats de test ROC Curve tel que l'AUC=0.92 et distance optimale = 116m. Ces résultats montrent une bonne précision, malgré quelques omissions dans la classification qui tendent à augmenter la distance optimale. Ces résultats sont cohérents avec la matrice de confusion (Tableau VI) qui indique des erreurs entre les végétations basses et la forêt (71% de précision producteur et 100% de précision utilisateur) qui révèle que le résultat de la classification n'est pas une représentation exhaustive de cette formation. Néanmoins, cette cartographie s'est révélée très précieuse pour le déplacement terrestre lors de plusieurs missions de terrain (Saut parasol en 2015, expédition 7 bornes en 2015, Itoupé en 2016....).

Variables environnementales

Les cambrouses sont des formations végétales particulièrement mal connues et cette cartographie pourrait permettre d'apporter de nouveaux éléments de compréhension (répartition globale, position géomorphologique, dynamique temporelle, rapports aux occupations anthropiques...).

Les végétations basses se retrouvent particulièrement dans les zones de plat correspondant aux forêts de bas-fond (Figure 8). Les végétations basses de terrain plat peuvent correspondre à des prairies, mais aussi à des cambrouses à bambous. Par contre, les formations qui sont situées sur les fortes pentes sont certainement des cambrouses de bambous ou de balisier.

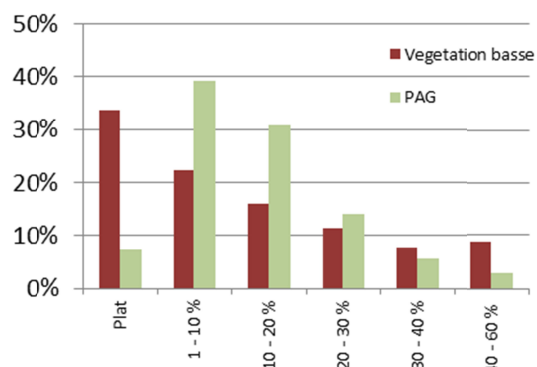


Figure 8 : Répartition des végétations basses en fonction de la déclinaison par rapport à ce que l'on peut retrouver dans le territoire du Parc amazonien de Guyane

La proportion de cambrouses (donc des végétations basses qui ne sont pas sur du plat) est supérieure dans les zones exposées au nord / nord-ouest. Cette préférence n'est pas assez importante pour être validée statistiquement par le test de Khi 2 ($p\text{ value}=0,96$), (Figure 9).

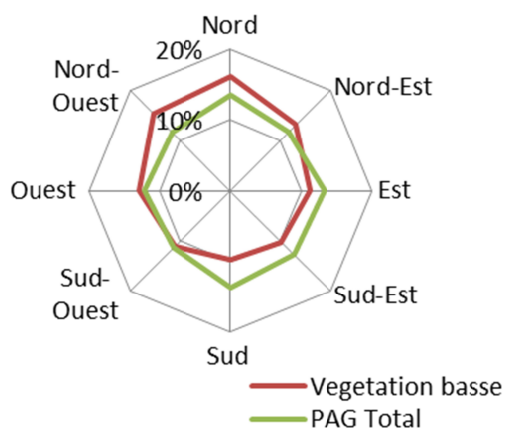


Figure 9 : répartition des végétations basses en fonction de l'exposition.

Avec un p-value du test Khi2 égal à 0,47, on considère qu'il y a peu de particularités quant à la localisation des végétations basses par rapport à la position des bassins versants.

La classe des végétations basses correspond à plusieurs sous-types (cambrouses de bord de fleuves, cambrouses d'altitudes, pripris, héliconias...). L'analyse PCA multivariée (Figure 10) cherche à mettre en lumière ces différents sous-types en fonction de plusieurs variables. Ces caractéristiques sont fortement liées aux classes d'habitats forestiers. On observe un groupe d'entités qui est plutôt situé dans les zones hautes et pentues, qui peut correspondre aux cambrouses et aux forêts de montagnes (41610 et 41611). Alors que les formations qui se situent dans les forts rangs de Stralher doivent plutôt correspondre aux pripris et végétations inondées des forêts de bas-fond (41110 et 41111).

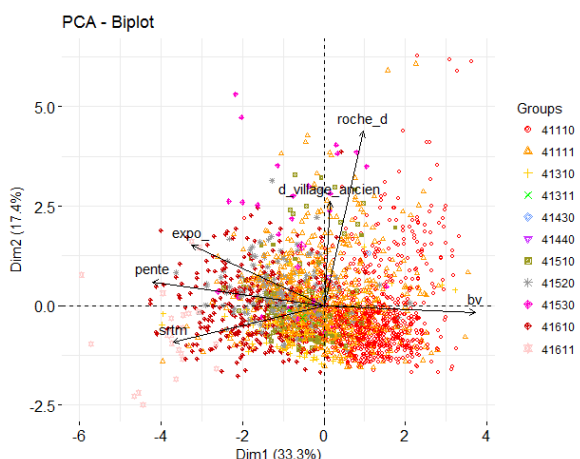


Figure 10 : Analyse multivariée PCA pour le type végétation basse, à partir de 10% des entités, roche_d=distance à la roche, bv=numéro de Stralher du bassin versant, expo =exposition, pente=pourcentage de pente, d_village_ancien=distance des villages anciens ou des découvertes archéologiques, srtm=altitude d'après de SRTM 30m.

Les groupes de couleurs correspondent aux classes d'habitat forestier de l'ONF (voir correspondance annexe 1, Tableau 4)

La question de l'origine des cambrouses reste aujourd'hui en suspens. Ces forêts de bambou sont-elles d'origines anthropiques ou proviennent-elles d'événements naturels? Pour tenter de répondre à cette question, nous avons cherché à mettre en relation

les entités de végétation basses avec leurs distances aux villages anciens ou aux découvertes archéologiques. Néanmoins, ces données présentent un biais, puisque la plupart de nos connaissances se limitent dans les zones aujourd'hui habitées, c'est-à-dire sur les bords de la zone d'étude (fleuves frontaliers). Cette donnée aujourd'hui trop pauvre ne permet donc pas d'interpréter l'origine des cambrouses. Néanmoins, des projets sont en cours pour approfondir cette question (projet LongTime du CNRS)

Caractéristiques spectrales

Les végétations basses ont une plus forte moyenne de réflectance de la bande verte par rapport aux autres classes (Figure 5). Ses caractéristiques spectrales semblent stables le long de l'année (Figure 11). Seule la bande verte a tendance à diminuer en réflectance en septembre (début de saison sèche), ce qui n'est le cas d'aucune autre formation végétale étudiée ici.

L'analyse de la séparabilité des formations avec les images SPOT6 et Sentinel-2 a montré l'importance du vert et du proche Infrarouge pour la détection de ces formations basses.

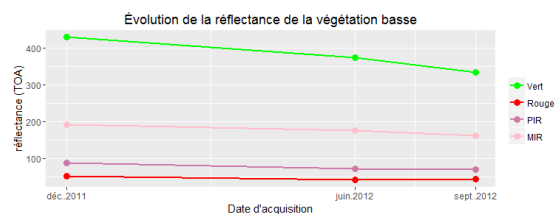


Figure 11 : Evolution de la réflectance des végétations basses pour 3 images du KJ 690/343

Perspectives

La classe de végétation basse réunit plusieurs sous-classes : les pripris (végétation basses hétérogènes de bord de fleuve), les zones homogènes à balisiers (*Heliconia* spp., *Phenakospermum guyannense*) et les cambrouses (zone homogène de bambous, *Lasiacis* sp.). Pour améliorer la connaissance concernant ces formations végétales très homogènes, une amélioration des connaissances sur leurs signatures spectrales doit être menée à partir d'images satellites de meilleure résolution spatiale (SPOT6 et SPOT7) ou spectrale (Sentinel-2). Des pistes de recherche autour de la texture et des analyses orientées-objets doivent aussi être étudiées. Prochainement, un projet de recherche centré sur l'origine et la dynamique des cambrouses pourrait améliorer nos connaissances sur ces formations.

Forêts à parinaris

Résultat

La pénélaine de la Waki connaît des caractéristiques spectrales très particulières. Les différentes missions terrain ont révélé que cet espace pouvait être caractérisé spectralement par la dominance de parinaris. En effet, la couleur brune de ses feuilles est facilement repérable, ce qui s'ajoute à une canopée

plus ouverte. De plus, la prédominance de cette espèce modifie particulièrement la texture de cette région. Ces caractéristiques ont permis d'avoir de très bons résultats statistiques : l'AUC est très proche de 1 (0.94) si on accorde une tolérance spatiale de 40m. On observe néanmoins quelques confusions entre les palmiers-bâches et la forêt classique (Tableau VI).

La principale difficulté de cette classe a été de correctement seuiller l'intensité des parinaris. En effet, les données de terrain concernant les parinaris proviennent des missions habitat de l'ONF, représentent la moyenne des parinaris sur une parcelle de 100m². Le fait que les parinaris sont parfois minoritairement présents sur ces zones a rendu difficile l'estimation de leur présence par pixel. La création des parcelles d'entraînement, primordiale pour ce travail, a été facilitée en forçant les contrastes de l'image depuis Qgis afin de bien différencier les zones potentielles de parinaris avec la forêt.

Il a donc fallu plusieurs essais en vérifiant visuellement et statistiquement les résultats pour valider une méthodologie.

Variables environnementales

Les forêts à parinaris sont situées essentiellement sur les faibles pentes, de moins de 10% (p-value=0.0000165). Elles représentent l'essentiel (61%) de la forêt sur djougoun-pété définie par la cartographie des habitats (Guitet *et al.*, 2015). Ceci confirme que ce type de végétation est en forte relation avec le paysage particulier de la pénélaine de la Waki.

L'exposition n'est pas un critère dépendant (p-value=0,999), ce qui semble logique puisque cette végétation est principalement installée sur des faibles pentes (Figure 12).

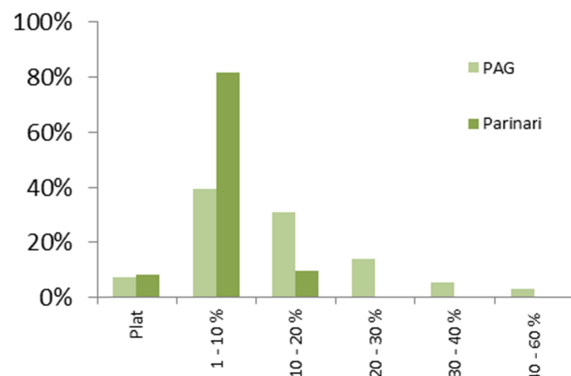


Figure 12 : Répartition des parinaris en fonction de la pente par rapport à ce que l'on peut retrouver dans le territoire du Parc amazonien de Guyane

L'analyse multivariée des paramètres environnementaux en relation avec la classe de la forêt de parinaris ne montre pas de dépendance particulière entre les variables.

Caractéristiques spectrales

Les analyses de la séparabilités des classes sur l'ensemble du territoire ont montré de les parinaris avaient une forte tendance à se mélanger spectralement avec les palmiers-bâches et la forêt. Sa

réflectance dans le vert est néanmoins plus basses que ces classes et suit la même évolution au cours de l'année. Contrairement aux palmiers et à la forêt, la forêt le parinaris a un moyen infrarouge en baisse en juin et septembre, ce qui permet de mieux le différencier (Figure 13).

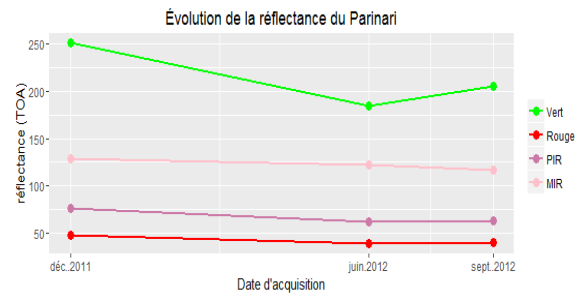


Figure 13 : Evolution de la réflectance des parinaris pour 3 images du KJ 690/343

L'analyse de la séparabilité avec Sentinel-2, a montré de bons résultats par l'utilisation de l'infrarouge lointain.

Perspectives

Les résultats obtenus pour cette classe semblent très corrects en ne semblant pas nécessiter d'amélioration. Dans le cas où une nouvelle classification se mettrait en place avec des capteurs ayant une plus grande signature spectrale, les confusions avec les palmiers-bâches pourraient être améliorées.

Palmiers-bâches

Résultat

Les grandes surfaces recouvertes de palmiers-bâches sont plutôt rares sur le territoire du PAG. Néanmoins ce palmier est très commun dans la zone de la pénélaine de la Waki. Malgré le peu de données terrain concernant cette classe, nous avons tenté de l'intégrer à la classification. Cette faiblesse au niveau des données d'apprentissage n'a pas permis de bien identifier cette classe. Le tableau de confusion (Tableau IV) montre une forte erreur avec la forêt à parinaris et les pinotières. Même si le test ROC curve montre des résultats très corrects, la matrice de confusion et l'observation de terrain nous obligent à considérer cette classe comme très approximative et insuffisante.

Variables environnementales

Malgré les doutes émis sur cette classe, l'étude de ses caractéristiques géomorphologiques donne des résultats assez logiques pour ce type de formation végétale, puisqu'on la retrouve en général sur un terrain plutôt plat (Figure 14) et dans le paysage des forêts sur djougoun-pété (annexe 2, tableau IV). Ces palmiers-bâches auraient une faible préférence pour



l'exposition nord / nord-ouest, mais la dépendance à cette variable n'est pas validée par le test de Khi 2.

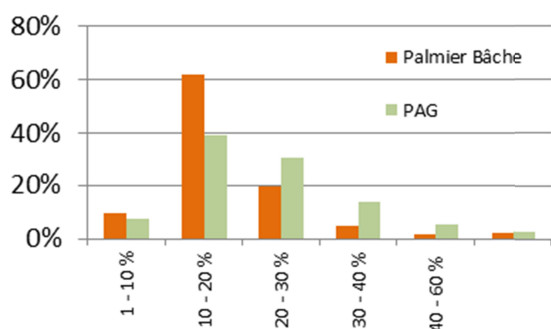


Figure 14 : Répartition des palmiers-bâches en fonction de la pente par rapport à ce que l'on peut retrouver dans le territoire du Parc amazonien de Guyane

Caractéristiques spectrales

Les caractéristiques spectrales des palmiers-bâches sont très proches de la forêt hétérogène. Néanmoins, par rapport à la forêt, le palmier-bâche a une réflectance plus marquée dans le vert en décembre, ce qui est un atout pour la différenciation.

Les caractéristiques spectrales des images SPOT6 semblent accentuer la confusion entre palmiers-bâches et parinaris. Néanmoins, la résolution spectrale des images Sentinel-2 est très prometteuse pour séparer ces deux essences, en particulier dans le rouge et l'infrarouge lointain.

Perspectives

Les tests de séparabilité réalisés à partir de Sentinel-2 prouvent que de meilleurs résultats de classification seront possibles en utilisant les nouveaux capteurs disponibles. Pour cela, une amélioration de la qualité des données de référence sera indispensable.

Pinotières

Résultats

Les résultats sur l'identification des zones de pinots sont très faibles avec 76% de confusion avec la forêt. Les zones détectées paraissent correctes, mais elles sont très loin d'être exhaustives.

Malgré un résultat ROC curve correct ($AUC=0,7$), la distance optimale de plus de 1km montre un fort taux d'erreur, puisque cette distance est bien au-delà de ce que l'on peut attendre en cartographie.

Variables environnementales

Comme pour les palmiers-bâches, même si la classification a raté un grand nombre de pinotières, celles qui ont été classifiées sont situées en particulier dans les zones de bas fond et les forêts de transition (60%), c'est-à-dire dans les terrains plats (Figure 15). Ces paysages sont caractéristiques des formations de pinotières en Guyane. La cartographie des pinotières, bien qu'incomplète, donne tout de même des résultats intéressants.

Comme les autres classes, la position sur le bassin versant ne semble pas être une variable dépendante ($p\text{-value}=0,066$).

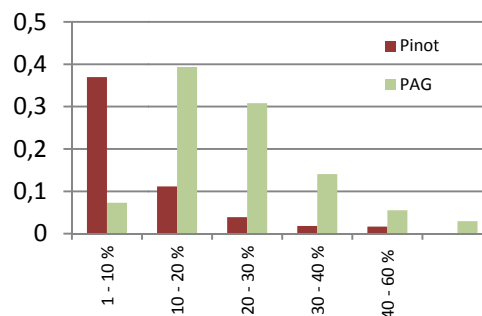


Figure 15 : Répartition des pinotières en fonction de la pente par rapport à ce que l'on peut retrouver dans le territoire du Parc amazonien de Guyane

Caractéristiques spectrales

Les réflectances SPOT5 correspondantes aux pinotières sont extrêmement proches de la forêt. Celles-ci rendent leur classification délicate et seraient responsables des mauvais résultats obtenus pour cette classe.

Les images SPOT6 ne semblent pas régler ce problème de confusion. Par contre, les tests effectués sur les images Sentinel-2 montrent une réelle amélioration de la discrimination avec l'utilisation des bandes infrarouge proche (855-875nm), moyen (1565-1655nm) et lointain (2100-2280nm) (

Figure 16).

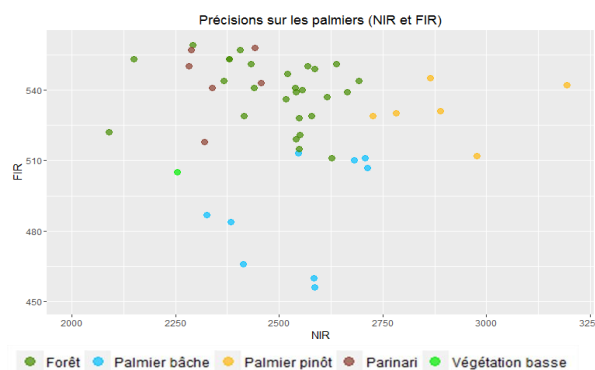


Figure 16 : Dispersion des valeurs spectrales des types de végétation en fonction du lointain infrarouge et du proche infrarouge de Sentinel-2

Perspectives

Même si les résultats sont encore très moyens, nous avons une première cartographie des pinotières sur le territoire du PAG. La reproduction de cette méthode à partir d'images Sentinel-2 permettrait probablement d'améliorer ce premier essai. Les missions de terrain ont montré que la majorité des pinotières sont assez petites (moins de 0,2 hectare). Ces petites entités seront donc aussi difficilement repérables avec Sentinel-2. La bonne résolution de SPOT6 pourrait permettre de cibler ces petites formations, mais la séparabilité spectrale entre pinotière et forêt est trop faible. Au vu des capteurs aujourd'hui disponibles, la cartographie des pinotières devra donc être limitée aux grandes zones de pinots.

Discussion

Cette étude a permis de réaliser une première cartographie des formations végétales particulières sur le sud de la Guyane. Malgré quelques difficultés de réalisation, son existence est une avancée importante pour la connaissance du territoire du Parc amazonien de Guyane.

La principale difficulté de cette cartographie à l'échelle du Parc amazonien de Guyane a été de mettre en place une méthodologie qui prenne en compte la grande hétérogénéité des images SPOT5. En effet, ces images satellites présentent de fortes disparités spectrales, spatiales et temporelles. Ces complications sont accentuées par la nécessité de multiplier le nombre d'image à traiter pour détourner les masques liés au fort ennuagement de cette région équatoriale.

Le second défi a été de réunir des données de terrain dans une région très difficilement accessible. *In fine*, nous avons choisi d'utiliser comme données de validation des images satellites de résolution supérieure telles que SPOT6/7.

Les classes "affleurement rocheux", "végétations basses" et "forêt de parinaris" ont montré de très bons résultats de classification. Néanmoins, les classes "affleurements rocheux" et "végétations basses" devraient être détaillées puisqu'elles réunissent plusieurs sous-types. Les résultats statistiques provenant de la classification des palmiers-bâches et des pinotières n'ont pas été convaincants. Ces confusions semblent liées au fait que les zones de palmiers sont en général très petites et les zones de références correctement géolocalisées sont peu nombreuses.

La suite de ce travail devra prendre en compte les récents capteurs satellites qui apportent une nette amélioration de précision, mais qui nécessitent de développer des méthodologies adaptées (nouvelles bandes spectrales), efficaces (poids des images important) et cohérentes. Cette première cartographie reste donc dynamique et pourra être améliorée avec l'accès à de nouvelles images.

Cette étude fournit pour la première fois une évaluation chiffrée de la fréquence de ces formations à l'échelle du territoire. Elle relève la rareté de ces formations qui occupent moins de 1,4% du massif forestier. La cartographie montre une distribution très hétérogène avec notamment des zones de forte concentration de forêt basses qui peuvent traduire des dynamiques forestières très variables. C'est une contribution importante pour une meilleure connaissance de l'espace forestier mais aussi pour la compréhension de la dynamique de ces écosystèmes. Ces données publiques et les méthodes de traitement ont été largement partagées, en particulier avec l'ONF pour potentiellement améliorer la connaissance des habitats forestiers de Guyane, avec les équipes du

projet BIOMAP porté par l'AMAP (Intégration de données spatialisées multi-échelles pour la cartographie des types de forêt et de la biomasse en Amapà et Guyane), et avec l'IRD dans le cadre du projet DYNFORDYV (forçage environnementaux et anthropiques du turnover forestier, conséquences sur la diversité des communautés d'arbres en forêt tropicale).

Bibliographie

GOND V., BARTHOLOME E., OUATTARA F., NONGUIERMA A., BADO L., 2004. Surveillance et cartographie des plans d'eau et des zones humides et inondables en régions arides avec l'instrument VEGETATION embarqué sur SPOT-4, *International journal of remote sensing*. N°25(5) : p. 987-1004

GUITET S., BRUNAU O., DE GRANVILLE J.J., GONZALEZ S., RICHARD-HANSEN C., 2015. *Catalogue des habitats forestiers de Guyane*. DEAL Guyane. 120p.

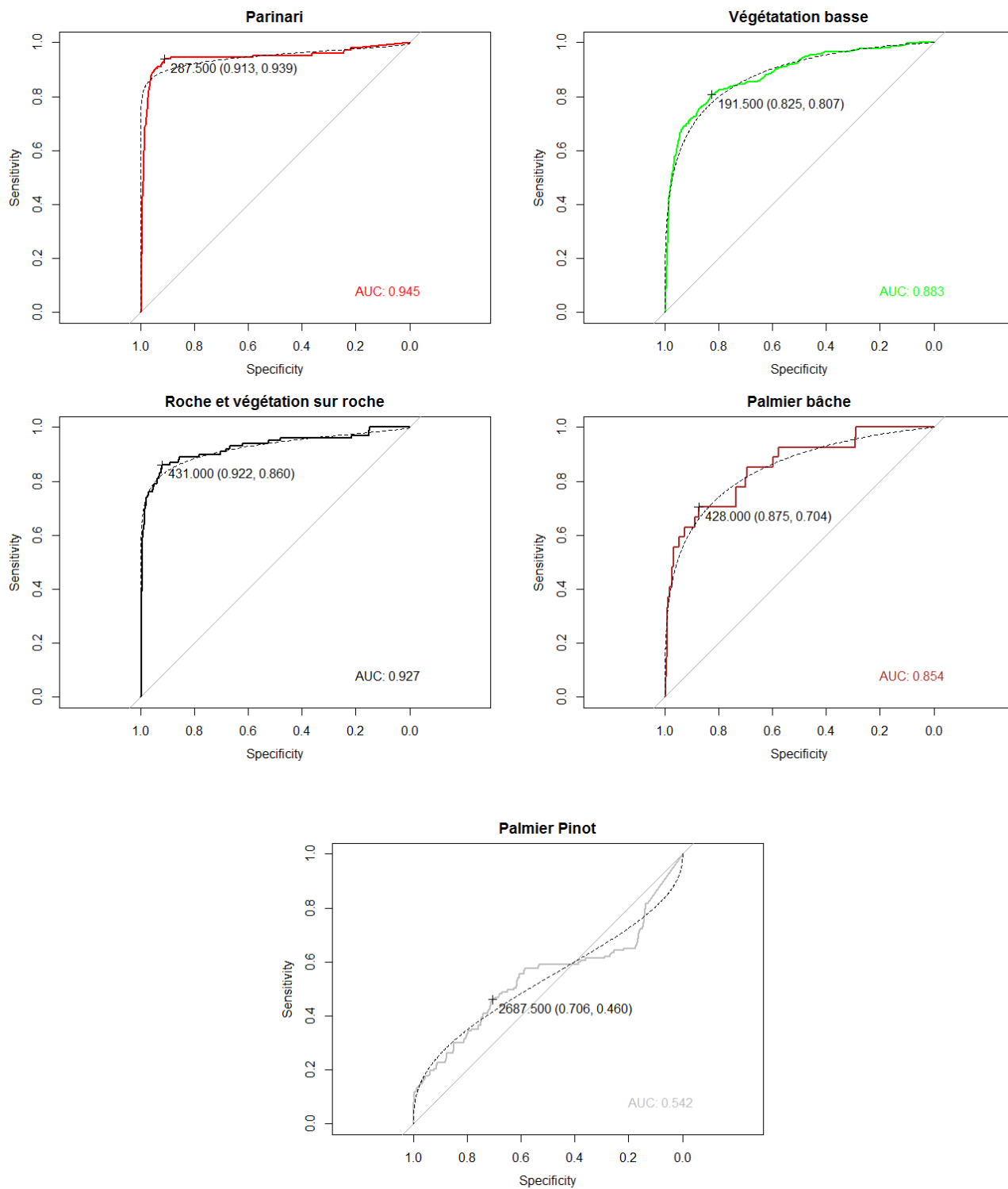
KARASIAK N., 2016. *Cartographie des végétations particulières du Parc amazonien de Guyane*, Rapport de stage, Master SIGMA, Toulouse

R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009. *R : A language and environment for statistical computing*, Computing RfFS, editor. Vienna, Austria.

ROBIN X, TURCK N, HAINARD A, TIBERTI N, LISACEK F., 2011. pROC: an open-source package for R and S+ to analyze and compare ROC curves, *BMC Bioinformatics*. N°12 : p. 77



Annexe 1. Résultats ROC Curve obtenus à partir des données terrains et de survols par type de formations végétales



Annexe 2. Tableaux de résultats des paramètres géomorphologiques

Exposition	Parinari		Végétation basse		Palmier-Bâche		Roche		Pinot		Forêt		PAG Total	
	area	%	area	%	area	%	area	%	area	%	area	%	area	%
Plat standard	12593	4%	39946	31%	2053	6%	2137	5%	4439	40%	2E+06	6%	2E+06	6%
Nord	41305	12%	14118	8%	4701	12%	5173	10%	751	5%	5E+06	11%	5E+06	13%
Nord-Est	36344	12%	11461	9%	3208	10%	4027	10%	939	8%	4E+06	11%	4E+06	11%
Est	35096	12%	9797	8%	3460	11%	4458	11%	856	8%	5E+06	13%	5E+06	13%
Sud-Est	28567	10%	8912	7%	3346	10%	5306	13%	1189	11%	4E+06	12%	5E+06	12%
Sud	33216	11%	8463	7%	3418	11%	5859	15%	943	9%	5E+06	13%	5E+06	13%
Sud-Ouest	32294	11%	9647	8%	3024	9%	4675	12%	771	7%	4E+06	11%	4E+06	11%
Ouest	36697	13%	11211	9%	4125	13%	4273	11%	500	5%	4E+06	11%	4E+06	11%
Nord-Ouest	35013	12%	13362	11%	4756	15%	4433	11%	691	6%	4E+06	11%	4E+06	11%

Tableau 1: Répartition des formations végétales en fonction de l'exposition

Pente	Parinari		Vegetation basse		Palmier-Bâche		Roche		Pinot		Forêt		PAG	
	area	%	area	%	area	%	area	%	area	%	area	%	area	%
Plat	23968	8%	42839	34%	3012	9%	2580	7%	5070	46%	3E+06	7%	3E+06	7%
1 - 10 %	237297	82%	28412	22%	19759	62%	9154	23%	3863	35%	1E+07	39%	1E+07	39%
10 - 20 %	28542	10%	20401	16%	6377	20%	9844	25%	1276	12%	1E+07	31%	1E+07	31%
20 - 30 %	1096	0%	14390	11%	1646	5%	6718	17%	457	4%	5E+06	14%	5E+06	14%
30 - 40 %	155	0%	9785	8%	574	2%	4054	10%	202	2%	2E+06	6%	2E+06	6%
>40 %	63	0%	10970	9%	698	2%	7255	18%	209	2%	1E+06	3%	1E+06	3%

Tableau 2: Répartition des formations végétales en fonction du pourcentage de pente

Numéro de Strahler du bassin versant	Parinari		Vegetation basse		Palmier-Bâche		Roche		Pinot		Forêt		PAG total	
	area	%	area	%	area	%	area	%	area	%	area	%	area	%
1	204688	70%	65508	52%	21664	68%	31388	78%	3482	31%	2E+07	62%	2E+07	62%
2	50418	17%	19218	15%	6271	20%	5206	13%	2399	22%	7E+06	19%	7E+06	19%
3	21906	8%	14274	11%	2398	8%	2203	5%	2338	21%	4E+06	10%	4E+06	10%
4	9624	3%	13955	11%	972	3%	731	2%	2083	19%	2E+06	5%	2E+06	5%
5	1429	0%	9117	7%	346	1%	312	1%	574	5%	804494	2%	8E+05	2%
6	967	0%	3362	3%	87	0%	182	0%	195	2%	331081	1%	3E+05	1%
7	1694	1%	752	1%	143	0%	74	0%	0	0%	171617	0%	2E+05	0%
8	285	0%	848	1%	81	0%	153	0%	0	0%	168071	0%	2E+05	0%
9	0	0%	118	0%	0	0%	61	0%	0	0%	63247	0%	63426	0%
10	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%

Tableau 3: Répartition des formations végétales en fonction de la position du bassin versant



Habitat de Guyane [2]	Painiari		Vegetation basse		Palmier Bâche		Roche		Pinot		Forêt		PAG Total	
	area	%	area	%	area	%	area	%	area	%	area	%	area	%
41.11 - forêt ripicoles, de bas-fonds, de talwegs humides forêt de transition (écotones - faciès humide)	26037	9%	43545	36%	3221	11%	2347	6%	5187	50%	4078003	7%	4158340	8%
41.31 - forêt de la péninsule intérieure	48252	18%	29603	25%	4847	16%	4763	13%	3625	35%	9389326	17%	9480416	17%
41.31d - forêt sur djoungoung-pétés	17032	6%	5296	4%	3810	13%	7080	19%	87	1%	5553758	10%	5587063	16%
41.43 - forêt des collines régulières	167756	61%	8	0%	10339	34%	443	1%	11	0%	811604	1%	990161	3%
41.44 - forêt des collines peu élevées	0	0%	228	0%	0	0%	550	1%	0	0%	2712741	5%	2713519	3%
41.51 - forêt des plateaux réguliers	367	0%	274	0%	103	0%	63	0%	0	0%	1834957	3%	1835764	2%
41.51 - forêt des plateaux réguliers	12466	5%	4887	4%	3183	11%	8835	23%	71	1%	10439441	19%	10468883	19%
41.51 - forêt sur inselberg	0	0%	0	0%	0	0%	47	0%	0	0%	1243	0%	1290	0%
41.52 - forêt sur plateaux irréguliers	692	0%	10317	9%	721	2%	4189	11%	620	6%	4933462	9%	4950001	12%
41.53 - forêt sur plateaux élevés	0	0%	91600%	1%	0	0%	227	1%	0	0%	5623755	10%	5624898	2%
41.61 - forêt des moyennes montagnes	2130	1%	24581	20%	3642	12%	8136	22%	871	8%	9239849	17%	9279209	18%
41.61a - forêt sub-montagnarde	69	0%	569	0%	105	0%	1074	3%	6	0%	236217	0%	238040	1%

Tableau 4: Répartition des formations végétales en fonction des types d'habitat forestier

Annexe 3 Analyse des végétations particulières du Parc amazonien de Guyane à partir d'images SPOT5

Nicolas Karasiak

Carte d'identité des végétations particulières

Les données spectrales utilisées pour les statistiques ont été obtenues à partir de **53 images SPOT5** traitées en TOA (Top Of the Atmosphere) obtenues à **32 dates différentes**. Les analyses reposent sur un total de **1106 parcelles d'entraînement**, dont **391 de végétation basse**, **169 de savane-roche**, **348 de forêt**, **116 de parinari**, **48 de palmier bêche** et **34 de palmier pinot**.

Analyse des images SPOT5

Après avoir identifié et recensé les végétations particulières sur l'ensemble du parc, il a été effectué des analyses zonales afin d'en extraire la réflectance moyenne de chaque parcelle d'entraînement pour chaque type de végétation. Afin d'optimiser le traitement et de pouvoir aisément le reproduire, un script R a été développé et génère un fichier CSV qui contient toutes les données spectrales des polygones pour chaque image. Le script parcourt toutes les images d'un dossier indiqué, les rattache au fichier vectoriel du même nom et sauvegarde le tout dans un fichier CSV. Par la suite une fusion permet d'obtenir un fichier unique qui contient toutes les caractéristiques spectrales de l'ensemble des parcelles d'entraînement.

Ce premier graphique (Fig. An3-1) représente l'amplitude spectrale moyenne de chaque type de végétation pour chaque bande sur l'ensemble du territoire et sur l'ensemble des dates d'acquisition (de 2007 à 2014). La végétation basse est celle qui a le plus de réflectance dans les verts, suivi par les palmiers pinot et la forêt. La savane roche a une intensité plus faible dans les verts, mais plus forte dans le moyen infrarouge.



Figure An3-1 : Amplitude de réflectance de la végétation particulière

Afin de comparer les classes entre elles, il a été représenté la dispersion des végétations pour chaque bande spectrale. Cela permet de visualiser l'indépendance des végétations identifiées et ainsi de voir si elles sont spectralement différenciables.

On observe ainsi que la végétation basse et la savane-roche sont spectralement différentes avec des valeurs de vert au minimum dans les 300 d'intensité pour la première et au maximum de 300 pour la seconde (Fig. An3-2).

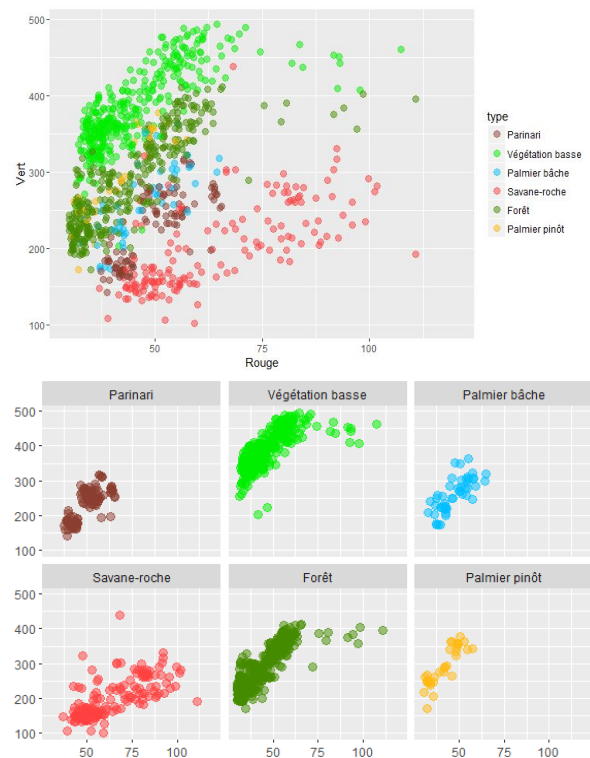


Figure An3-2: Dispersion des végétations sur les bandes spectrales vert et rouge

Il y a certaines confusions avec les 48 échantillons de palmier-bêche qui se confondent ici légèrement avec les parinaris et la forêt même si on peut observer une certaine différence spectrale.

A la différence du vert et du rouge, les canaux proche et moyen infrarouge montre une plus grande homogénéité spectrale ne permettant pas de mieux différencier les végétations particulières du parc (Fig. An3-3).

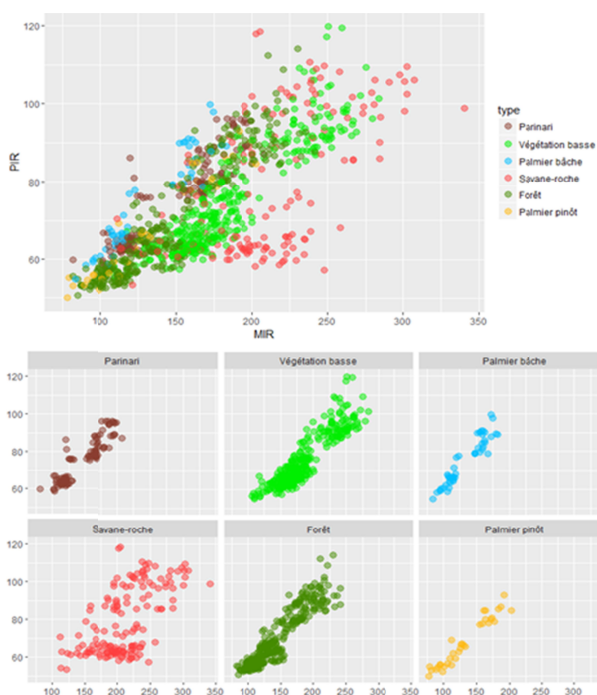


Figure An3-3: Dispersion des végétations sur les bandes spectrales proche et moyen infrarouge

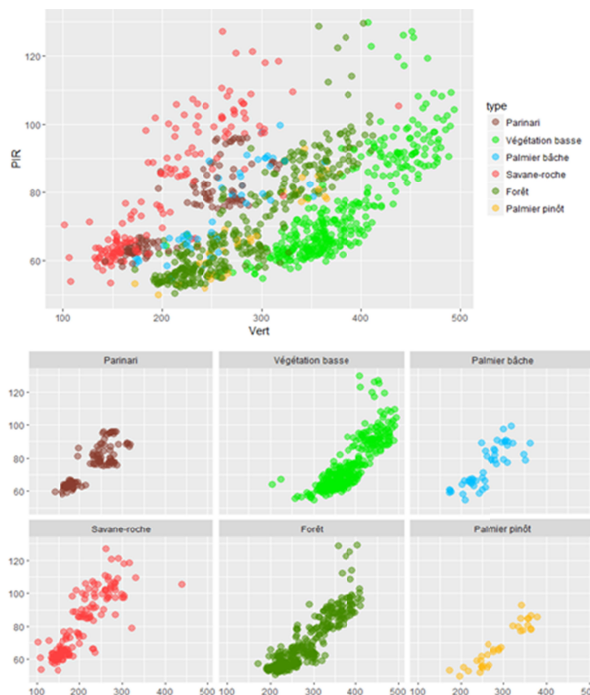


Figure An3-4: Dispersion des végétations sur les bandes spectrales vert et proche infrarouge

L'analyse du vert et du proche infrarouge montre que la savane-roche et la végétation basse se différencient relativement aisément des autres classes, contrairement aux parinaris, palmier-bâche et palmier pinot (Fig. An3-4).

La moyenne spectrale des végétations sur l'ensemble des dates et des localisations ne permet donc pas de séparer spectralement de manière optimale les parinaris, les palmiers bâches ou pinots.

La différence par zone géographique ou par date devrait permettre de mieux séparer les végétations.

Évolution dans le temps des signatures spectrales

Les spécificités de certaines végétations les rendent plus intenses en saison sèche, ce qui est le cas par exemple du parinari. Il semblerait qu'il y ait plusieurs facteurs expliquant ce phénomène comme les sols hydromorphes (de type djougoun-pété) qui, en fin de saison sèche, favoriseraient la photosynthèse et la

croissance de nouvelles pousses pour les parinaris.

La zone étudiée pour comparer l'évolution des végétations particulières est la scène SPOT5 690-343 située au centre du Parc amazonien de Guyane. Trois dates sont disponibles : décembre 2011, juin et septembre 2012 (Fig. An3-5).

Il s'avère que plus on entre dans la saison sèche (septembre 2012), plus l'intensité du signal sera fort dans le vert pour l'ensemble des végétations à l'exception de la végétation basse. A la différence de l'ensemble des végétations, le palmier pinot est la seule essence où le moyen infrarouge augmente à cette période. Le phénomène de verdissement de la canopée a été étudié par Emil Cherrington (*Cherrington et al. BRDF-corrected vegetation indices confirm seasonal pattern in greening of French Guiana's forests, 2016*).

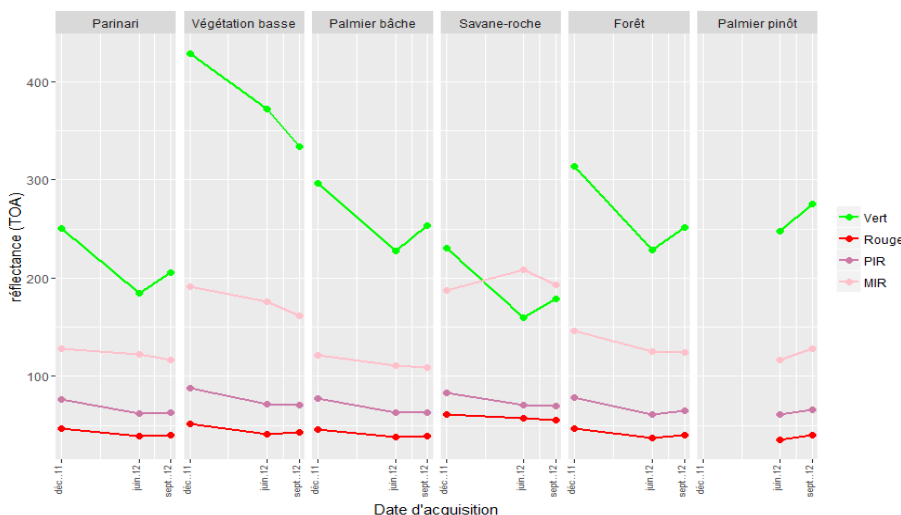


Figure An3-5: Evolution de la réflectance selon le type de végétation (scène 690-343)

Le parinari

Les parinaris sont des arbres présents sur un sol de type djougoun-pété, c'est-à-dire de "micro-dépressions d'un mètre de diamètre sur 30 à 50 cm de profondeur, parfois remplis d'eau en saison des pluies" selon l'ONF.

La canopée (parinari et tachigalie) y est très ouverte et elle se repère donc en photo-interprétation. Cependant, on peut se demander quelle est l'influence de la saison dans la signature spectrale de ce type de végétation. On observe que leur signature spectrale dans la bande verte est très élevée en fin d'année (251 en moyenne), pour un minimum de 185 en fin de saison des pluies (juin). Dans le moyen infrarouge, le maximum est de 116 pour juin contre 129 vers la fin de l'année (Fig. An3-6).

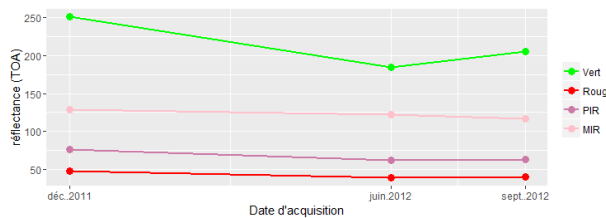


Figure An3-6: Evolution de la réflectance du Parinari

Par rapport à la forêt, le parinari a une réflectance dans les verts plus faibles de 62 en décembre (en fin de saison sèche) et, en fin de saison des pluies, plus faible de 44.

La végétation basse

La végétation basse a une réflectance assez constante de juin à décembre dans le rouge et le proche infrarouge, mais une réflectance en baisse dans le vert et le moyen-infrarouge vers septembre, vers le début de la saison sèche (Fig. An3-7).

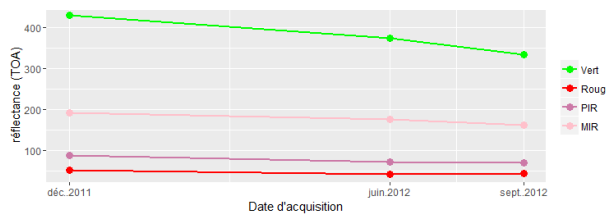


Figure An3-7: Evolution de la réflectance de la végétation basse

Le palmier-bâche

Le palmier-bâche est assez constant dans le rouge et les infrarouges à la différence du vert qui fluctue selon la saison avec un minimum de 228 en moyenne en juin, pour un maximum de 297 en moyenne en décembre. Dans le moyen infrarouge, le maximum est de 109 pour juin contre 121 vers la fin de l'année (Fig. An3-8).

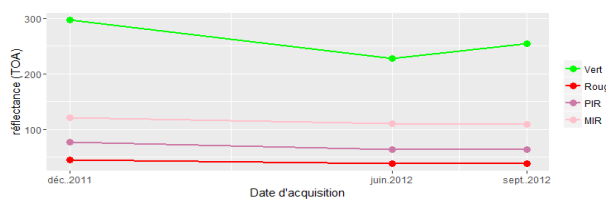


Figure An3-8: Evolution de la réflectance du palmier bâche

Par rapport à la forêt, le palmier-bâche a une réflectance dans les verts plus faibles de 16 en décembre et plus faible de 1 en fin de saison des pluies donc très proche. La différence est donc beaucoup plus marquée en début de saison des pluies.

La savane-roche

La savane-roche est cartographiée en ne sélectionnant que les dalles rocheuses, leur séparabilité spectrale est donc aisée. C'est la seule classe à cartographier qui a une plus forte réflectance du moyen infrarouge que dans le vert (49 de différence en juin 2012) (Fig. An3-9).

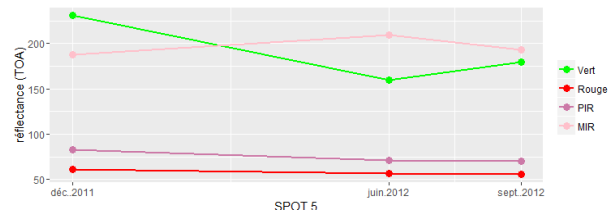


Figure An3-9: Evolution de la réflectance de la savane-roche

Le palmier pinot

Le palmier pinot est peu présent sur cette zone, il n'y a donc que deux dates pour suivre son évolution. On note toutefois un verdissement en saison sèche (+69 d'intensité) ainsi qu'une augmentation des infrarouges par rapport à juin (+12 d'intensité en MIR et +14 en PIR) en moyenne en juin, pour un maximum de 297 en moyenne en décembre. Dans le moyen infrarouge le maximum est de 109 pour juin contre 121 vers la fin de l'année (Fig. An3-10).

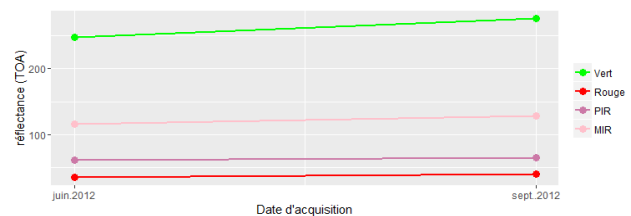


Figure An3-10: Evolution de la réflectance du palmier Pinot

L'analyse spectrale des images montre que les canaux vert et moyen infrarouge sont primordiaux pour effectuer une bonne classification des types de végétations (Fig. An3-11). Pour le palmier pinot, on observe une augmentation du moyen infrarouge en juin et septembre, pour la savane roche une différence très forte entre le moyen infrarouge et le vert en juin. Selon les végétations, il convient donc de privilégier certaines dates, ou de créer des images multitemporelles afin de les cartographier au mieux.

En ne gardant que la moyenne de la réflectance des végétations sur une seule date, les végétations deviennent spectralement plus distinctes. Il convient donc de ne pas mélanger les dates entre elles car elles diminuent la séparabilité des essences.

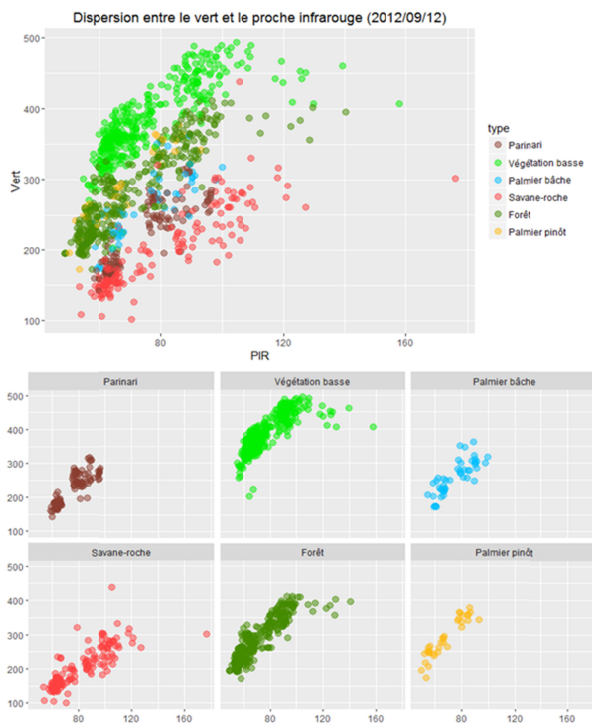


Figure An3-11: des végétations sur les bandes spectrales vert et proche infrarouge

Cependant, ces végétations se trouvent sur plusieurs zones géographiques distinctes. Il convient de regarder l'influence de leur localisation sur leur réflectance.

L'effet biogéographique des végétations

Une des spécificités de la zone d'étude est son étendue et son nombre important de scènes SPOT5 afin de couvrir le territoire. Il existe en effet des disparités qu'on appelle l'effet biogéographique, c'est-à-dire que le même type de végétation n'aura pas la même réflectance spectrale selon sa localisation.

Afin de comparer les végétations, la date du 12/09/2012 a été sélectionnée car elle avait le plus grand nombre de scènes disponibles (3) (Fig. An3-12).

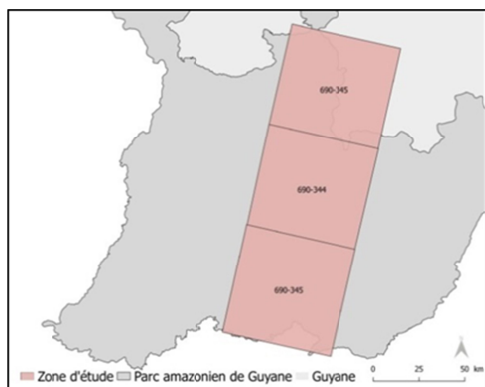


Figure An3-12: Localisation des scènes SPOT5 du 12/09/2012

Le parinari

Pour les parinaris, la moyenne dans le vert est de 206 pour la scène 690-343 contre 179 pour la scène 690-344 (Fig An3-13). Cependant, le faible nombre de données aux mêmes dates peut fausser ces résultats.

Seulement 12 parcelles sont disponibles pour la zone 690-343 et 40 pour la zone 690-344.

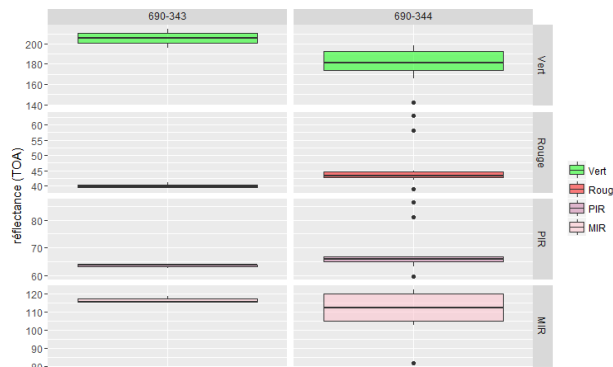


Figure An3-13: Réflectance du parinari selon la localisation

La végétation basse

Pour la végétation basse, la moyenne dans le vert est de 334 pour la scène 690-343 contre 372 pour la scène 690-345 (Fig. An3-14). Il semble donc y avoir un verdissement dans les scènes les plus au sud, ce qui pourrait s'expliquer par exemple par une avance dans la saison sèche.

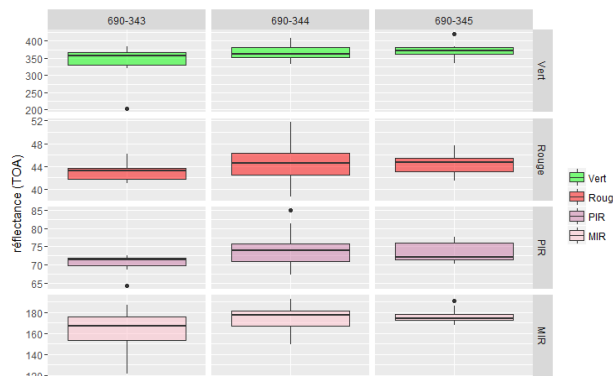


Figure An3-14: Réflectance de la végétation basse selon la localisation

Le palmier pinot

Le palmier pinot voit la réflectance spectrale de l'ensemble des bandes qui augmente vers le sud (Fig. An3-14). La zone plus au nord (690-343) n'a que 8 parcelles d'entraînement et 12 pour la scène 690-345.



Figure An3-14: Réflectance du palmier Pinot selon la localisation

Conclusion de l'analyse

L'analyse repose sur l'analyse des végétations particulières de l'ensemble du Parc amazonien de Guyane avec SPOT5. Ce travail a permis de mettre en avant l'importance des bandes du proche et du moyen infrarouge. L'utilisation de ces bandes est indispensable à la bonne séparabilité des essences étudiées. Cependant, le palmier-bâche, le palmier pinot et les parinaris étant relativement proches, il peut être intéressant d'utiliser des images multitemporelles (une image contenant plusieurs bandes pour chaque date), ce qui devrait permettre d'améliorer la séparabilité spectrale des végétations étudiées. Pour ce qui est de l'effet biogéographique, le nombre limité d'images permet de conclure à un certain verdissement de la canopée vers le sud pour les parinaris, et au contraire à un verdissement vers le nord pour les végétations basses et les palmiers pinot. Ces premiers résultats restent à nuancer compte tenu du nombre limité de données.

Annexe 4. Comparatif des images à Très Haute Résolution Spatiale (THRS) pour la détection des végétations particulières du Parc amazonien de Guyane

Nicolas Karasiak

Zone d'étude

La zone d'étude d'environ 50 000km² se situe au nord-ouest du Parc amazonien de Guyane (Fig. An4-1). Cette zone abrite plusieurs types de végétations particulières comme les palmiers-bâches, les palmiers pinots, les parinaris ou des végétations basses comme les bambous épineux ou héliconias.

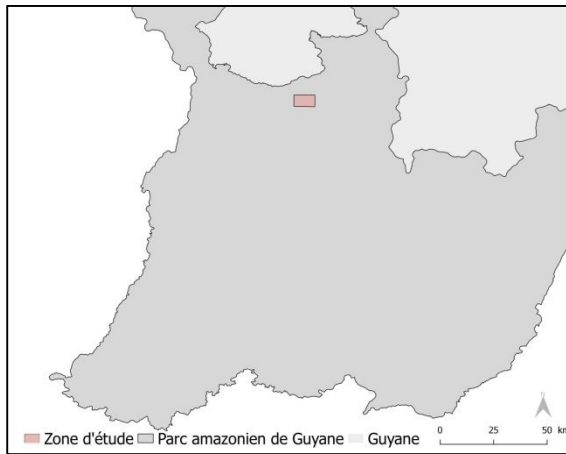


Figure An4-1: Localisation de la zone d'étude

Analyse des images Pléiades

Les statistiques pour Pléiades ont été calculées en utilisant une image du 30 novembre 2014 avec 245 parcelles d'entraînement. Compte tenu de la nébulosité importante, seules deux types de végétations y sont comparés : la forêt (134) et la végétation basse (107) (Fig. An4-2).

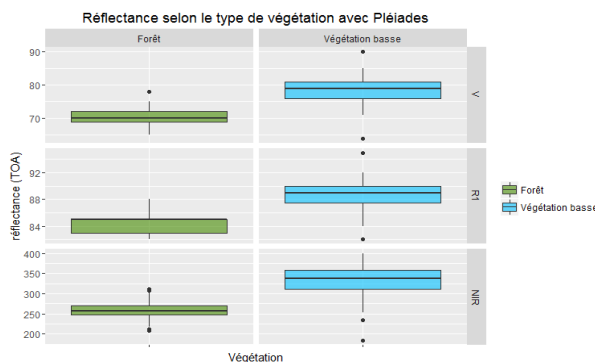


Figure An4-2: Réflectance selon le type de végétation avec Pléiades

La non-présence des végétations particulières (hormis la végétation basse) ne permet pas de tirer des conclusions quant à l'utilité de Pléiades mais sa très haute résolution spatiale (THRS) et son manque de données dans les infrarouges ne semble pas convenir à la télédétection des essences particulières de la forêt amazonienne, en tout cas en utilisant une méthode

classique. L'utilisation d'images multitemporelles ou alors d'indices de texture comme SFS (Structural Feature Set) ou Haralick permettrait d'exploiter la THRS mais des travaux sont nécessaires pour approfondir cette méthodologie.

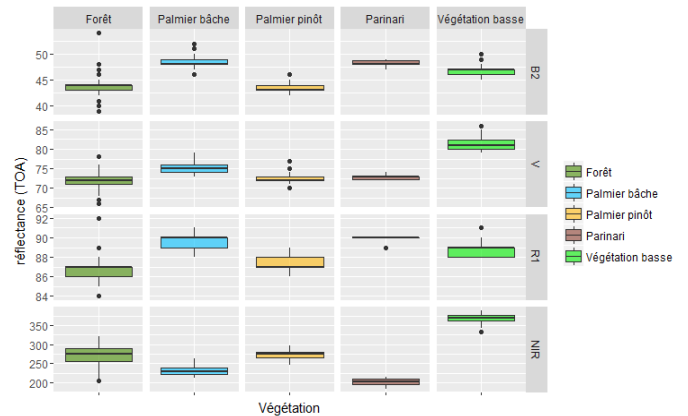


Figure An4-3: Réflectance selon le type de végétation avec SPOT6

Analyse des images SPOT6

Les précédents travaux de cartographie des végétations particulières du Parc amazonien de Guyane ont été réalisés avec SPOT5 qui n'était pas doté d'une bande bleue mais capturerait le moyen infrarouge (absent dans la nouvelle génération).

Les statistiques pour SPOT6 ont été calculées en utilisant une image du 12 septembre 2015 sur la base de 251 parcelles d'entraînement, dont 98 de forêt, 45 de palmier-bâche, 50 de palmier pinot, 10 de parinari et 48 de végétation basse.

L'amplitude spectrale est la plus importante dans le proche infrarouge (NIR) et permet de mieux séparer les végétations (notamment le palmier-bâche et le parinari) alors que, dans le visible, la réflectance des végétations est très proche. On observe tout de même que la bande verte est très efficace pour la végétation basse et le rouge pour le palmier-bâche.

La comparaison des parcelles d'entraînement entre deux bandes spectrales nous montre la limite du satellite SPOT6 : l'amplitude très limitée dans les bandes visibles. Ainsi, les échantillons sont très proches spectralement et le taux de confusion risque d'être important. Par exemple dans le rouge, les valeurs des végétations sélectionnées s'échelonnent seulement de 84 à 92 et des confusions ont lieu avec les palmiers ou les parinaris. En revanche dans l'infrarouge, l'amplitude est plus importante et permet de mieux séparer les essences.

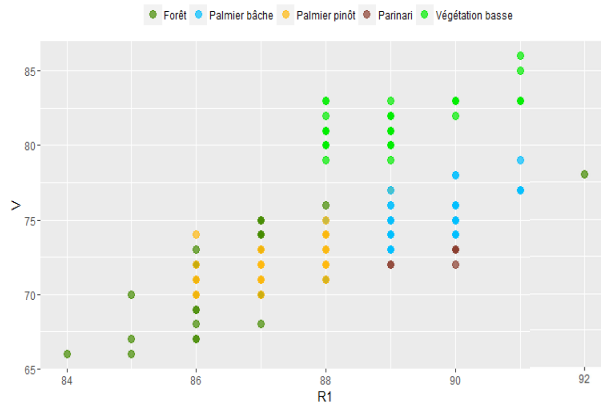


Figure An4-4: Dispersion des réponses spectrales entre le vert et le rouge selon les types de végétation



Figure An4-5: Dispersion des réponses spectrales entre le rouge et le proche infrarouge selon les types de végétation

Analyse des images Sentinel-2

Sentinel-2 offre une grande étendue de bandes spectrales. Du bleu (433 - 453 nm) utilisé pour la détection des aérosols à l'infrarouge lointain (2100 - 2280nm), les 13 bandes doivent permettre de mieux séparer spectralement les différentes essences forestières (Fig. An4-6).

Les statistiques pour Sentinel-2 ont été calculées en utilisant une image du 8 juin 2016 sur la base de 315 parcelles d'entraînement, dont 159 de forêt, 10 de palmier-bêche, 8 de palmier pinot, 31 de parinari et 107 de végétation basse.

Le faible nombre de parcelles d'entraînement ne permet pas d'observer de manière optimale les différences pour tous les types de végétation dans ce graphique. Pour cela, un graphique regroupant les palmiers et le parinari bande par bande a été réalisé (Fig. An4-6).

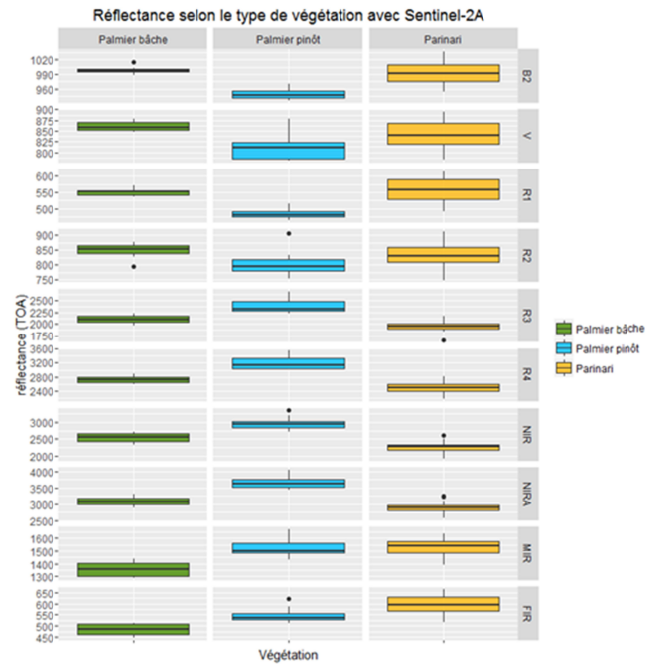


Figure An4-6: Réflectance selon le type de végétation avec Sentinel-2A

Amplitude selon les bandes

Afin de comparer les classes entre elles, il a été représenté la dispersion des végétations pour une combinaison de bandes spectrales. Cela permet de visualiser l'indépendance des végétations identifiées et ainsi de voir si elles sont spectralement différenciables.



Figure An4-7: Dispersion des réponses spectrales entre le rouge et l'infrarouge lointain selon les types de végétation

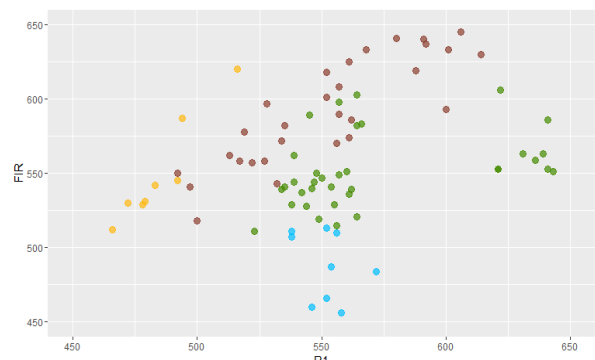


Figure An4-8: Dispersion des réponses spectrales entre le rouge et l'infrarouge lointain selon les types de végétation (précision sur les

palmiers)

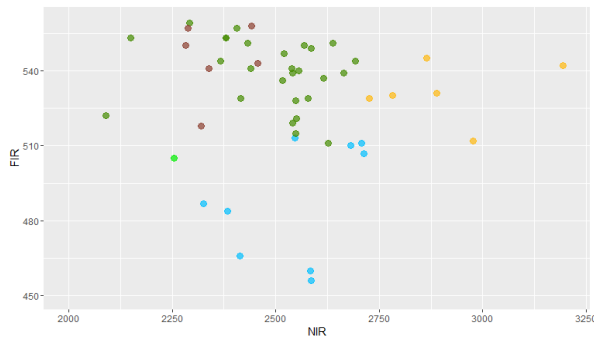


Figure An4-9: Dispersion des réponses spectrales entre le proche infrarouge et l'infrarouge lointain selon les types de végétation (précision sur les palmiers)

En comparant les essences dans le rouge et dans l'infrarouge lointain, on observe une très bonne séparabilité spectrale des essences (Fig. An4-7 à An4-11). Il n'y a aucune confusion entre les palmiers pinots, palmiers-bâches, ou encore les parinaris. Ce type de végétation a tendance à être semblable dans le visible et à avoir des taux de confusions assez importants du fait de leur ressemblance spectrale dans les bandes bleu, vert et rouge.

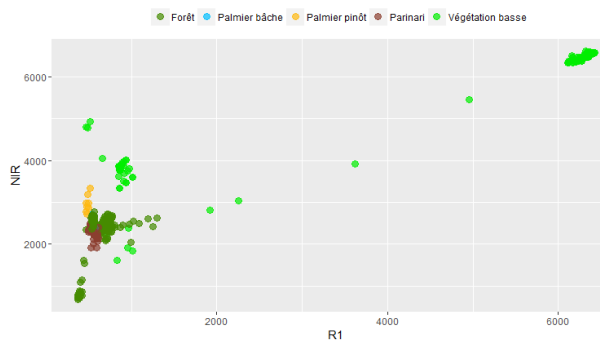


Figure An4-10: Dispersion des réponses spectrales entre le rouge et le proche infrarouge selon les types de végétation

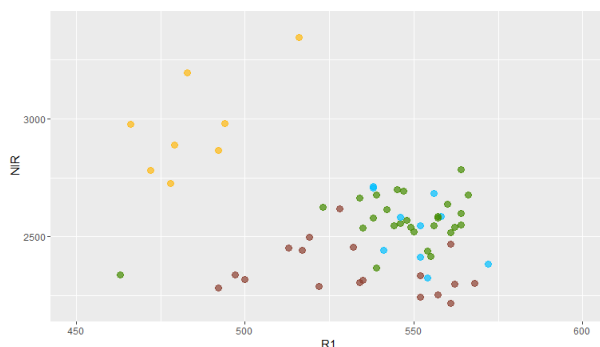


Figure An4-11: Dispersion des réponses spectrales entre le rouge et le proche infrarouge selon les types de végétation (précision sur les palmiers)

Afin de garder le maximum de la résolution de Sentinel-2, les bandes bleue et proche infrarouge qui ont une résolution de 10m ont été comparées. On note que le palmier-bâche se distingue légèrement moins bien, avec un risque de confusion avec la forêt ou le parinari. Cependant, la résolution sera supérieure et il peut être intéressant de ne garder que les bandes à 10m de résolution spatiale pour les travaux nécessitant ce type de précision.

Les végétations qui sont très proches dans le visible comme le palmier pinot ou le palmier bêche se

différencient particulièrement bien dans l'infrarouge, d'autant plus lorsque l'on s'éloigne du spectre du visible (proche (855-875nm), moyen (1565-1655nm) et lointain infrarouge (2100-2280nm)).

Conclusion

Ce rapport met en évidence l'importance des bandes infrarouges pour la télédétection des formations végétales particulières de Guyane. La très haute résolution spatiale ne corrige pas le manque de bandes spectrales, en particulier le manque de bandes infrarouges.

Pour des analyses plus approfondies, il aurait été nécessaire d'avoir une plus grande couverture du capteur Pléiades, qui est très similaire à SPOT6/7, mais avec une résolution spatiale de 2,8m contre 6m pour ce dernier.

L'apport des données Sentinel-2 a permis de mettre en évidence que l'infrarouge, en particulier le moyen infrarouge et l'infrarouge lointain, étaient primordiaux pour bien différencier spectralement les végétations particulières comme le palmier pinot ou le palmier-bâche, deux essences qui se confondent spectralement dans le visible avec la forêt.



Sciences humaines et sociales

Ethnomusicologie

Kāwèy’u : les grands chants Wayãpi

Jean-Michel Beaudet¹

¹ Laboratoire de recherche MINEA, Université de Guyane, jeanmichelbeaudet@yahoo.fr

Résumé

Ce projet vise à documenter et à favoriser la transmission du patrimoine culturel Wayãpi lié aux chants. Par le biais d’ateliers d’ethnomusicologie tenus à Trois-Sauts (commune de Camopi) associant transcription et traductions des chants, enregistrements et organisations de sessions collectives de chant, les experts locaux, détenteurs des savoirs relatifs aux chants Wayãpi, transmettent le répertoire aux jeunes générations.

Mots clés

Ethnomusicologie, Wayãpi, Amérindiens, Parc amazonien de Guyane, Recherche-action, Camopi, Trois-Sauts.

Présentation

Naissance d’un projet

Entre les années 2006 et 2010, des hommes importants de Trois-Sauts ont à plusieurs reprises manifesté le souhait que soient organisés des ateliers favorisant la transmission active des répertoires chantés et instrumentaux. En 2011, nous avons défini ce programme et mis en place le budget. Ainsi, le programme a pu démarrer effectivement en 2012. Entre juin 2012 et août 2017, cinq groupes d’ateliers ont été réalisés, pour une durée de quatre mois effectifs au total.

Le programme s’est d’emblée défini comme une recherche-action organisée autour d’ateliers. Ces études concernent aussi les processus de connaissance, de transmission, de reconnaissance, de dissémination (entre les villages du sud de la Guyane) et de diffusion (hors du sud), qui sont pris en main collectivement par tous les acteurs.

Les ateliers contribuent à entretenir une dynamique dans les villages, un intérêt, un foyer d’échanges autour des répertoires chantés. Ils participent aussi à la formation des jeunes gens qui trouvent ainsi un lieu de mise en œuvre de leurs acquis scolaires, leur propre culture étant le sujet de cette réalisation. L’ensemble peut enfin se définir comme un travail de restitution et de réappropriation.

On peut qualifier cette démarche « d’ethnomusicologique », car ces ateliers sont autant d’actes de traduction (interculturalité) : wayãpi – français – portugais ; oral – écrit ; automusicologie intergénérationnelle ; enregistrement sonore.

Ce programme s’inscrit également dans un mouvement général actuel et fort, qui va de « l’oral » vers davantage d’écrit et vers une appropriation des moyens informatiques au sein de groupes culturels

qui, jusqu’aux générations actuelles, privilégient la transmission orale de leurs connaissances.

Partenaires

Des partenariats, tant en termes scientifiques que financiers et logistiques ont permis la réalisation du programme.

Les partenaires sont les suivants :

- L’Université de Guyane, et plus précisément son équipe d’accueil MINEA (initialement CADEG-CRILLASH) avec Serge Mam Lam Fouck, Apollinaire Anakesa, Isabelle Hidair.
- La Direction des affaires culturelles de Guyane, avec Reine Prat, Michel Collardelle et Thomas Mouzard.
- Le Parc amazonien de Guyane, avec Marion Trannoy, Bertrand Goguillon, Claire Couly et Céline Frémaux.
- Le CREM (Centre de Recherche en Ethnomusicologie – LESC CNRS, Université Paris Nanterre), directrice Aurélie Helmlinger.



Figure 1: Un atelier à Trois-Sauts, août 2014. © Claire Couly, PAG.



La méthode

Les acteurs

Les participants aux ateliers sont des habitants des villages du haut Oyapock : Htuwasu (village Roger), Ilipala, Zidock, Lipolipo, Alamilã, Kalanã, Miso, Pina, Yawapa, Kumalawa.

Ils composent les trois groupes suivants :

- les savants, soit une quinzaine de personnes : Alasuka, Alewi, Ilipe, Io, Jacky Pawe, Kuyuli, Papa Mili, Pilolo, Robert Yawalu, Tatu, Tu'a, Wilapile, Walaku, Breteau Jean-Baptiste, Raoul Mata. Cette participation était à géométrie variable, selon les compétences et les disponibilités de ces savant.e.s. Trois d'entre eux sont décédés ces dernières années.
- La génération des 30-45 ans, soit une quinzaine de personnes également : Max Toweya, Pascal Pilâtã, Luc Lassouka, Akikõtawa, Yaneya, Yu'itawa, Tukã, Kunolo, Akala, Frédéric Lassouka, Salala, Akikì, Jérémie Mata, Yves Kuyuli, Jean-Michel Miso.
- La génération des 18-30 ans : la mobilisation de cette « génération » a constitué une relative faiblesse dans la réalisation du programme. En effet, très peu de jeunes gens ont participé de manière régulière et substantielle aux différents ateliers. Citons parmi ceux qui ont eu une participation irrégulière : Erwan Miso, Marius Zidock, Pierre Lassouka, Fabrice Miso, Silvio Miso, Loïc Zidock, Jean-Marc Zidock.



Figure 2: Cérémonie de la danse Pakou : grand chant dansé à Trois-Sauts, mené par Jacky Pawe. Cette cérémonie a été donnée à l'occasion du départ des danseurs pour Paris, dans le cadre du festival de l'imaginaire 2011. © Guillaume Feuillet, PAG

Les ateliers

Trois volets ont été développés au sein des ateliers :

- transcription et traduction des chants : trente chants ont été traduits. Nous avons évalué l'ensemble du répertoire à quarante chants pour le haut Oyapock. Certains chants n'ont pas pu être interprétés et enregistrés parce que ceux qui en étaient les dépositaires sont décédés. D'autres chants n'ont pas été interprétés parce que leur mise en œuvre pouvait présenter des risques d'ordre religieux pour l'ensemble de la communauté (chants du voutour *uluwu*, de l'aigrette *wilãsi*, par exemple).
- Enregistrements en vue de compléter le corpus déjà archivé et conservé au laboratoire d'ethnomusicologie du CNRS (CREM/LESC - Nanterre), à l'UG (Equipe d'accueil MINEA, anciennement CADEG), et enfin à la BnF (Paris). Les nouveaux enregistrements sont archivés au fil de l'eau au Crem - CNRS, et pourront être à leur tour conservés dans les archives audio-visuelles de l'équipe d'accueil Minea ainsi qu'au Parc amazonien de Guyane.
- Sessions collectives de chant : transmission orale, directe, actuelle, prenant une forme ancienne de transmission. Chanter hors cérémonies, pour apprendre, est en effet une forme de transmission ancienne, datant au moins des années 1950-1960. Il est dit que les grands chanteurs Yakanali et Pawe ont beaucoup pratiqué cette forme de transmission.

La manière de chanter en atelier a les caractéristiques suivantes :

- la voix a une texture quotidienne, elle n'est pas timbrée de manière particulière comme pour les cérémonies dansées ;
- Le chœur chante selon un unisson tuilé, c'est-à-dire que les chanteurs ne démarrent pas nécessairement exactement en même temps, mais qu'ils se rejoignent rapidement pour former un unisson souple.

En revanche, pendant les cérémonies, l'interprétation suit une forme responsoriale soliste – chœur, où le chœur est à l'unisson. Cette succession soliste – chœur est suivie d'un cri à l'unisson, qui n'est pas présent lors des répétitions.

Lorsqu'on désigne ces répétitions, on dit : *oyëngate*, « ils ont seulement chanté » (sans instruments de musique, sans danser), *oyënga apikale*, « ils ont chanté assis ».

Certains grands chants comme le palmier *wasey*, le rapace *tawato*, le poisson *walapa*, ont été rechantés plusieurs fois d'un cachiri à l'autre. D'autres chants, « inouïs », ont été interprétés pour la première fois depuis cinquante ans lors de ces répétitions. Ainsi, les poissons *pilata'ita*, les hottes *panãkũ*, le poisson *tukunale*. Alors, Jacky Pawe le premier veillait à ce que l'enregistrement soit de qualité. Toutes ces répétitions ont elles-mêmes été l'occasion de nombreux commentaires sur les chants et les danses.

L'ensemble du travail avait commencé, en 2012, par une écoute et une traduction du chant du poisson *walapa*, interprété par Tāmū Kolokolo au village Roger, et enregistré en 1977 par J.-M. Beudet. Il y avait clairement dans cette première séance de travail, une part importante de restitution. Restitution active, ou plutôt qui a été le support d'échanges intenses sur l'origine de ces chants, et sur leur langue.

En général, alors que nous commençons à traduire le matin, en étant juste le noyau de départ (par exemple, Jacky Pawe, Luc Taitetu, Jérémie Mata et Jean-Michel Beudet), assez rapidement s'agrégeaient aux discussions, des femmes, des jeunes filles, d'autres hommes, qui tous prenaient une part très active à cette écoute commentée. Tout au long de ces années, lors des écoutes publiques, et lors des tentatives de traduction par plusieurs personnes, ces chants ont œuvré comme des témoins culturels. Ils ont produit de la reconnaissance, et, simultanément, de la connaissance historique, linguistique, sociale, poétique. Les femmes se sont révélées particulièrement intéressées, elles venaient parfois hors atelier demander à réécouter certains chants qu'elles choisissaient, semble-t-il, dans une interprétation par un de leurs parents proches.

Ce travail a donc croisé « répétition » et « traductions ». Les ateliers sont distincts mais ces deux opérations se réalisent dans l'un et l'autre : Jacky Pawe donne des éléments de traduction ou de compréhension aux autres chanteurs lors des répétitions. Tandis que lors des traductions, les maîtres de musique chantent aussi, on écoute, et ceux qui sont présents -une douzaine chaque fois- apprennent ou réapprennent le chant.



Figure 3: Cérémonie de la danse Pakou : grand chant dansé à Trois-Sauts, mené par Jacky Pawe. Cette cérémonie a été donnée à l'occasion du départ des danseurs pour Paris, dans le cadre du festival de l'imaginaire 2011. © Guillaume Feuillet, PAG

De manière stimulante pour tous, ces ateliers posent dans leur ensemble plus de questions qu'ils ne ferment les répertoires [« c'est comme ça, ça veut dire ça »]. Des questions sur le sens des mots, mais en même temps sur les différentes « langues » (ancienne, récente, régionales, poétiques, mélangées) ; des questions sur les différentes versions, sur la structure des chants et des répertoires, ou, je préférerais dire, sur les rapprochements et les distances entre les différents chants (*instrumentarium*, présence ou absence d'un prélude nocturne, opposition nuit/jour,

phrases introductives, tempi, éléments récurrents, absences récurrentes, etc.). Ces questions étaient soulevées et parfois traitées aussi bien en cours de traduction que lors des répétitions.

Les ateliers peuvent être l'occasion de gloses, de commentaires sur l'histoire de tel ou tel chant, sur les hommes qui l'ont porté et recréé, sur ses variantes (d'un groupe de résidence à l'autre) : l'occasion en somme d'une auto-musicologie renouvelée.

Les résultats

Les enregistrements

Les enregistrements sonores anciens (1977-1981) furent réalisés grâce à des magnétophones à bobines (de marque Uher, puis Nagra). Entre les années 1990 et 2005, l'auteur a réalisé avant tout des captations vidéo, et depuis 2012, dans le cadre de ce programme, tous les enregistrements étaient exclusivement sonores et réalisés avec des enregistreurs numériques (Nagra, Zoom).

Tous ces enregistrements sont archivés au Laboratoire d'ethnomusicologie (LESC – CNRS) à Nanterre, et disponibles sur la plate-forme *Telemeta*, accessible via Internet. De plus, la grande majorité de ces enregistrements est archivée aussi à la BnF et à l'Université de Guyane (équipe d'accueil MINEA).

Chaque année, étaient distribués entre six et neuf clefs USB comprenant chacune des « playlists » différentes, composées chacune majoritairement de chants anciens ou plus récemment enregistrés, chants déjà travaillés ou en cours de traduction, mais comprenant aussi quelques musiques non wayāpi, « pour les jeunes ». En effet, il nous semble crucial de ne pas conforter une opposition artificielle mais bien présente, entre une musique dite « traditionnelle », qui serait la musique des vieux, et les musiques importées, empruntées, qui seraient celles des jeunes. Ces clefs USB ont toujours été très appréciées et commentées, et constituent un support très pratique, léger, qui circule aisément. Elles sont apparues comme les outils principaux d'acquisition et de circulation des musiques et des images (on ne doit pas cependant omettre d'autres supports d'écoute : certaines années le petit haut-parleur portable, comportant ou non une mémoire de stockage des musiques était à la mode parmi les jeunes gens). Les choses, surtout en matière de reproduction du son, peuvent changer assez vite, parfois d'une année sur l'autre. L'objectif de l'utilisation de ces supports numériques est que les jeunes gens, entre 15 et 25 ans, pourraient ainsi prendre une part active à la transmission. C'est vraisemblablement un des motifs de leur demande : ne pas être, a priori, considérés seulement comme des récepteurs d'un savoir -musical, poétique et chorégraphique- qui viendrait en sens unique du passé.

Dans cette perspective nous avons procédé, en 2017, à un premier sondage sur l'utilisation des outils électroniques par les jeunes gens (ordinateurs,



smartphones, haut-parleurs bluetooth, amplificateurs, etc.). Quel matériel est utilisé ? Quels répertoires musicaux sont échangés, et comment ? Ces supports facilitent-ils la création musicale ?

Le cahier de chant

En 2012, lors des soirées de répétitions de chants, certains jeunes gens de la génération des vingt ans, avaient demandé à disposer des paroles des chants par écrit. Entre novembre 2012 et juin 2013, j'avais donc « mis au propre » toutes les traductions disponibles, et les avais imprimées ensemble sur un « cahier de chants, *yenga kaleta* ». En juillet 2013, sept exemplaires de ce cahier ont été montés à Trois-Sauts, et distribués en quelques jours. Ils ont eu beaucoup de succès, la demande était forte, et, avec Luc Lassouka, nous avons prévu d'en imprimer d'autres exemplaires sur place. Cette forme de restitution est intéressante car elle a montré que « le papier » a encore beaucoup de prestige, même auprès des très jeunes, et cela malgré leur usage de l'ordinateur.

Chaque année, j'ai ainsi procédé à la mise au propre des traductions réalisées pendant l'été précédent, puis j'ai composé un nouveau cahier de chant, mis à jour. Celui-ci a été chaque fois imprimé en plusieurs exemplaires qui ont été distribués à Trois-Sauts. Précisons que cette « mise au propre » prend beaucoup de temps : si, par exemple, la transcription et la traduction d'un chant occupe à Trois-Sauts une demi-journée de travail en atelier, la vérification des textes, leur mise en strophes, peut prendre plus d'une semaine. D'année en année, le *Cahier de chant* a pris de plus en plus d'importance, non seulement en volume avec l'avancement de la traduction des chants (il fait aujourd'hui plus de 120 pages), mais surtout en termes de demande, d'intérêt de la part des anciens comme des jeunes gens, des femmes et des hommes mûrs. Il y eut par exemple une demande de réaliser une répétition en s'appuyant sur le cahier de chants, et le résultat fut jugé très positif.

Perspectives

Au cours des réunions de boisson, nous avons plusieurs fois, plusieurs années, parlé de la suite possible pour ce programme : sous quelles formes, et pour qui, devra être publié, mis en circulation, le travail réalisé lors de ces ateliers ?

Les différents participants à ce programme ont affirmé la nécessité de publier ces chants sous deux formes, distinctes et associées : publier un livre - CD d'une part, mais aussi les présenter sur un site internet associant textes écrits, enregistrements sonores et vidéo, iconographie variée. Néanmoins, cette dernière possibilité apparaît comme très coûteuse et difficile à mettre en place. Il faudra donc nous ranger à un système de présentation numérique plus simple.

Enfin, a été prévue la possibilité d'organiser dans les années qui viennent des ateliers de musique instrumentale qui devraient s'ajouter aux répétitions

de chants. Il s'agit des orchestres de grandes clarinettes en bambou, *tule*. Les gens de l'Oyapock en sont de grands spécialistes, leur répertoire comprend huit suites orchestrales, sans compter les variantes. Néanmoins, on peut dire que la pratique de cette musique orchestrale est menacée. La mise en place d'ateliers de transmission de ces répertoires est donc urgente, car, outre une diminution effective de la pratique, plusieurs maîtres de musique sont décédés ou très affaiblis. Après conversation avec les responsables culturels de ces villages, il est apparu que deux types d'ateliers seraient nécessaires, ou plutôt des ateliers dirigés vers deux publics différents : les scolaires pour lesquels il conviendrait de mettre en place leur réalisation à l'école, pour les CM1 - CM2, et, d'autre part pour les générations des 16-29 ans et 30-45 ans.



Figure 4: Une séance de tule (dessin d'enfant, Trois-Sauts 2004)

Publications et communications





Publications et communications

L'objectif de cette rubrique est de lister les références des publications et communications liées à l'acquisition de connaissances, pour l'essentiel dans un format scientifique, effectuées en lien (partiel ou total) avec le territoire du Parc amazonien de Guyane. Elle comporte ainsi non seulement, des références aussi bien dans les sciences de l'environnement qu'en gestion des ressources et en sciences humaines et sociales avec le champ très large qu'elles recouvrent, mais également, des ouvrages de référence sur les patrimoines naturels et culturels du sud de la Guyane. Nous avons souhaité de plus, faire mention de toutes les communications réalisées lors d'intervention en divers colloques.

La présentation de l'ensemble des références bibliographiques est structurée par une catégorisation des multiples thématiques des sciences largement inspirée du document de référence de l'OCDE de 2007 « *Classification révisée des domaines scientifiques et technologiques dans le manuel de Frascati* ». Il est certes toujours un peu arbitraire de classer systématiquement dans une catégorie une publication pouvant être transversale. Nous retenons néanmoins ici le domaine dominant. Ceci doit faciliter la recherche du lecteur en fonction de ses centres d'intérêts.

Cette catégorisation vient également organiser par grand chapitre thématique le Cahier scientifique en lui-même.

Cette présente liste regroupe les travaux les plus récents. Une veille sur les nouvelles parutions est assurée permettant de tenir à jour ce référencement ; celles-ci sont mentionnées au gré des Cahiers scientifiques.

Nous remercions par avance tous ceux qui voudront bien nous transmettre des références complémentaires qui viendront enrichir cet inventaire bibliographique concernant le territoire du Parc amazonien de Guyane.

Sciences de l'environnement

Patrimoines et sciences naturels

Géosciences

GOIX S., MAURICE L., LAFFONT L., RINALDO R., LAGANE C., CHMELEFF J., MENGES J., HEIMBÜRGER L.-E., MAURY-BRACHET R., SONKE J.E., 2019. Quantifying the impacts of artisanal gold mining on a tropical river system using mercury isotopes. *Chemosphere*, 219, 684-694. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.12.036>

Ethologie/biologie du comportement (dont écologie comportementale)

CILLEROS K., ALLARD L., GRENOUILLET G., BROSSE S., 2016. Taxonomic and functional diversity patterns reveal different processes shaping European and Amazonian stream fish assemblages. *Journal of Biogeography*. N° 43 : p. 1832-1843

DENIS, T. et Al. (2017). Biological traits, rather than environment, shape detection curves of large vertebrates in neotropical rainforests. *Ecol Appl*, 27(5), 1564–1577.

ORIVEL J., ROUX O., 2017. et al, 2017. Structural adaptations and mechanism of reflex bleeding in the larvae of the myrmecophilous ladybird *Diomus thoracicus*. *Arthropod Structure & Development*. Volume 46, Issue 4, July 2017, Pages 529-536

RICHARD-HANSEN C., ACKERMANN L., BERZINS R., DEVILLECHABROLLE J., FOCH T., GOGUILLON B., KORYSKO F. & RINALDO R., 2018. The return of White-lipped peccaries in two main protected areas of French Guiana: Update and insights into an uncommon population dynamics. *Ecology and Conservation Suiform Soundings* 17(1) p. 37-40.

Biologie de l'évolution / Biodiversité

- Systématique (phylogénie) et taxinomie

Catzefflis, F. (2018). Hyladelphys kalinowskii in French Guiana: new observations and first notes on its nesting biology. *Mammalia*, 82(5), 431-437. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2017-0107>

YTHIER E, 2018. A synopsis of the scorpion fauna of French Guiana, with description of four new species. *ZooKeys* 764: 27–90. <https://doi.org/10.3897/zookeys.764.25108>

ROJAS R.R., FOUQUET A., RON S.R., HERNÁNDEZ-RUZ E.J., MELO-SAMPAIO P.R., CHAPARRO J.C. & FARIAS, I. P. (2018). A Pan-Amazonian species delimitation: high species diversity within the genus *Amazophrynella* (Anura: Bufonidae). *PeerJ*, 6, e4941. <https://doi.org/10.7717/peerj.4941>

- Etudes, inventaires et suivis de la biodiversité

ZACCA T., CASAGRANDE M.M., MIELKE O.H.H., HERTAS B. NEILD F.E.A et BENMESBAH M., 2017. Description of a new species of Euptychiina (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) from South America. *Zootaxa*, 2017, vol. 4231, no 3, p. 442-450. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4231.3.10>

BARR C. B., 2018, Amazonopsis, an unusual new genus of riffle beetle from South America with two new species (Coleoptera, Elmidae, Elminae). *ZooKeys*, (803), 71. <https://dx.doi.org/10.3897/zookeys.803.28124>

CATZEFLIS François M., LIM Burton K. & DA SILVA Claudia Regina, 2019. Litter size and seasonality in reproduction for Guianan rodents and opossums, *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 54:1, 31-39, <https://doi.org/10.1080/01650521.2018.1528655>

DELORD C, LASSALE G, OGER A, et al, 2018. A cost-and-time effective procedure to develop SNP markers for multiple species: A support for community genetics. *Methods Ecol Evol.* 2018;00:1–16. Disponible sur: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13034>

FOUQUET A. et al., 2018. On the brink of extinction: two new species of *Anomaloglossus* from French Guiana and amended definitions of *Anomaloglossus degranvillei* and *A. surinamensis* (Anura: Aromobatidae). *Zootaxa* 4379 (1): 001-023.

GUITET S., SABATIER D. BRUNAUX O., et al, 2018. Disturbance regimes drive the diversity of regional floristic pools across Guianan rainforest landscapes. *Scientific reports* (2018) 8:3872. Disponible sur: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22209-9>

LEMOPOULAS A. et COBAIN R., 2018. Biogeography of the freshwater fishes of the Guianas using a partitioned parsimony analysis of endemism with reappraisal of ecoregional boundaries. *Cladistics* (2018) 1–19.

MANTILLERI A., 2018. Brentidae Acratini du massif du Mitaraka, en Guyane: une synthèse des données (Insecta, Coleoptera, Curculionoidea). *Zoosystema*, 40(s1), 375-388. <https://doi.org/10.5252/zoosystema2018v40a15>

TOUROULT J., DALENS P.H., GIUGLARISJ.-L., LAPEZE J., BOILLY O., 2017. Structure des communautés de *Phanaeini* (Coleoptera : Scarabaeidae) de Guyane : étude par échantillonnage massif au piège d'interception, *International Journal of Entomology*. N°53(3) : p. 1-19

CILLEROS K., VALENTINI A., ALLARD L., DEJEAN T., ETIENNE R., GRENOUILLET G., IRIBAR A., TABERLET P., VIGOUROUX R., & BROSSE, S., 2019. Unlocking biodiversity and conservation studies in high-diversity environments using environmental DNA (eDNA): A test with Guianese freshwater fishes. *Molecular ecology resources*, 19(1), 27-46. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12900>

Ecologie/Ecosystèmes/Habitats

DENIS T., HERAULT B., JAOUEN G., BRUNAUX O., GUITET S. & RICHARD-HANSEN C., 2016. Black Curassow habitat relationships in terra firme forests of the Guiana Shield: A multiscale approach. *The Condor: Ornithological Applications*, 118(2), 253-273.

TER STEEGE H., VAESSEN R.W., CÁRDENAS-LÓPEZ D., et al., 2016. The discovery of the Amazonian tree flora with an updated checklist of all known tree taxa. *Scientific Reports*, vol. 6, p. 29549. <https://www.nature.com/articles/srep29549>

DENIS T., 2017. *Organisation des communautés de moyens et grands vertébrés en relation avec l'hétérogénéité des forêts de terre ferme de Guyane*. Thèse de doctorat. Université de Guyane.

BAR-ON Y.M., PHILIPS R., and MILO R., 2018. The biomass distribution on Earth. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences* 115 (25): 6506-6511. www.pnas.org/content/early/2018/05/15/1711842115

Gestion des ressources – Sciences agricoles

De THOISY B. et VIE J-C, 1998. Faune et activités humaines : exploitation forestière et chasse en Guyane française. *JATBA, Revue d'Ethnobiologie*, vol. 40 (1-2) p 10-120

MANUSSET S., 2004. *La question des abattis dans le bas Oyapock (Guyane française) : pérennité et diversité de la pratique agricole de l'abattis en forêt tropicale dans et en contexte multiculturel*. Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille III, 358 p.

PARIS J.R., SHERMAN K.D., BELL E., BOULENGER C., DELORD C., EL-MAHDI M.B. FAIRFIELD E.A., GRIFFITHS A.M., GUTMANN ROBERTS C., HEDGER R.D., HOLMAN L.E., HOOPER L.H., HUMPHRIES H.E., KATSIADAKI I., KING R.A., LEMOPOULOS A., PAYNE C.J., PEIRSON G., RICHTER K.K., TAYLOR M.I., TRUEMAN C.N., HAYDEN B., STEVENS J.R. & HOLMAN, L.E., (2018).



Understanding and managing fish populations: keeping the toolbox fit for purpose. *Journal of fish biology*, 92(3), 727-751. <https://doi.org/10.1111/jfb.13549>

Sciences médicales et sanitaires

DESROUSSEAU-AMIRBEKIAN, G.-H., 2014. *Le Saturnisme en Guyane*. Thèse de médecine, Université de Guyane, 77 p.

BARTHES N, BOUDSOCQ JP, 2017. Le soutien sanitaire du Raid des 7 bornes, sur les traces du médecin de marine Jules Crevaux en Guyane. *Med Sante Trop*. 2017 Jun 1;27 (2):135-143.

PIGNOUX R., GOURVES P.-Y., SOW M., MAURY-BRACHET R., 2019. Imprégnation mercurielle des femmes enceintes de Guyane (Haut Maroni) : étude et prévention. *Toxicologie Analytique et Clinique*, Volume 31, Issue 1, 2019, Pages 37-48, ISSN 2352-0078, <https://doi.org/10.1016/j.toxac.2018.12.002>.

Sciences humaines et sociales

Sociologie

- Démographie ; Migrations

JACOB T., 2018. De la conservation en Amazonie: norme environnementale et démocratie territoriale à l'heure du «Faire mieux avec moins». La Guyane française et l'État brésilien de l'Amapa entre tensions et normalisations. Thèse soutenue le 28 juin 2018. *L'Atelier du Centre de recherches historiques. Revue électronique du CRH*.

- Anthropologie ; Ethnologie

DELPECH B., 1993. *Les Aluku de Guyane à un tournant : de l'économie de subsistance à la société de consommation*. ORSTOM, 19 p.

HURAUULT J., 1965. *La Vie matérielle des noirs réfugiés Boni et des indiens Wayana du Haut-Maroni (Guyane française)*. ORSTOM, 192 p.

Sciences de l'environnement (aspects socio-culturels)

MANUSSET S., 2004. Etude ethnobotanique : état des lieux des usages des plantes et de leurs représentations culturelles dans la future zone du Parc. Rapport final (4/4), Société Environnement, Malemort, France. Rapport non-publié, 90 p. Disponible sur : <https://doi.org/10.4267/2042/5779>

FLEURY M., MORETTI C. et BERAUD D., 2003. Usage des ressources forestières en Guyane : de la tradition à la valorisation. *Revue Forestière Française*, numéro spécial Connaissance de la forêt guyanaise, p. 291-305

Géographie culturelle, sociale et économique

- Toponymie

GRENAND P., GRENAND F., JOUBERT P., DAVY D., 2017. Pour une histoire de la cartographie des territoires teko et wayãpi (Commune de Camopi, Guyane française), *Revue d'ethnoécologie*. N°11 : p. 1-20. Disponible sur : <http://ethnoecologie.revues.org/3007>

- Dynamiques territoriales ; études d'urbanisme (aménagement et développement urbains)

DEZECACHE C., FAURE E., GOND V., SALLES J.-M., VIEILLEDENT G., HEREAULT B., 2017. Gold-rush in a forested El Dorado: deforestation leakages and the need for regional cooperation, *Environ. Res. Lett.* N°12 : p. 1-11. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6082>

Langues et littérature

DUPUY F., 2007. Dynamiques interethniques dans le haut Maroni, In : *Pratiques et représentations linguistiques en Guyane: Regards croisés*, IRD-Éditions, Bondy, p. 107-117

Arts & patrimoines culturels

- Etudes, inventaires et suivis des patrimoines culturels matériels et immatériels

BEAUDET J-M, 2017. *Jouer, danser, boire : carnets d'ethnographies musicales*, Éditions de l'EHESS, Paris, 2017, 196 p.

BEAUDET J-M (avec la participation de Jacky Pawey), 2010. *Ils danseront jusqu'à l'aube, Essai d'ethnologie mouvementée en Amazonie*. Éditions du CTHS, coll. « Le regard de l'ethnologue » 23, Paris, 2010, 207 p.

FLEURY M., 1999. Dénomination et représentations des végétaux en forêt tropicale : étude comparative chez les Amérindiens wayana et les Noirs marrons aluku de Guyane française. Société d'Ecologie Humaine, *L'Homme et la forêt tropicale*, p. 31-44.

RIEHL OLIVIER C. (dir.), 2016. *Guerriers de la paix, les Teko de Guyane - Eric Navet, 40 ans d'ethnologie*, Borealia Editions, 2016, 128 p.

Ouvrages & articles généraux

FOURNIER F. (ed.), SASSON A. (ed.), 1983. *Ecosystèmes forestiers tropicaux d'Afrique : 2e partie : les hommes et les types d'exploitation des écosystèmes forestiers tropicaux*. Paris : ORSTOM ; UNESCO, 1983, (19), p. 297-473. (Recherches sur les Ressources Naturelles ; 19). ISBN 92-3-202041-6. Disponible sur : <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:16590>

GRELAND et al, 2000. *Les peuples des forêts tropicales aujourd'hui. Volume IV : Région Caraïbes, Guyane, Belize*. AFP – ULB, Centre d'Anthropologie Culturelle, Bruxelles. 480 p.

DEWYNTER M., MARTY C., et BLANC M., 2016. L'identification des caïmans de Guyane (Caiman, Melanosuchus & Paleosuchus). *Les cahiers de la fondation Biotope*, 2016, vol. 2, p. 1-10.

Colloques, séminaires et conférences

BONHEME I., APPORA V., ATRAMENTIWICZ M. et GILLON Y., 2006. *Ecosystèmes tropicaux actes du 2ème colloque de restitution du programme de recherche Paris, 7-8 novembre 2006*. Ministère de l'écologie et du développement durable et ECOFOR, 85 p.

ROUSSEL J.-M., VIGOUROUX R., COVAIN R., LE BAIL P.-Y., 2018. Trophic ecology of eighty freshwater fish from French Guiana, South America, and their response to stream habitat alteration by gold mining, *SFE écologie 2018, Rennes, 22 au 26 octobre 2018*



Citations des rapports

Ce Cahier scientifique du Parc amazonien de Guyane doit être cité de la manière suivante :

PARC AMAZONIEN DE GUYANE, 2018. *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°5(1).150p.

Les rapports contenus doivent être cités de la manière suivante :

BARALOTO C., 2018. Structure and composition of the tree communities in the Amazonian Park of French Guiana. *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°5(1) : p. 51-62

BEAUDET J-M, 2018. Kāwèy'u : les grands chants Wayãpi. *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°5(1) : p. 131-134

BROSSE S., ALLARD L. et CILLEROS K, 2018. Les communautés de poissons des affluents de la crique Limonade. *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°5(1) : p. 43-50

CALLY S., VEDEL V. CERDAN A. et al, 2018. Les opilions (Arthropoda, Arachnida) de la crique Limonade – Saül. *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°5(1) : p. 69-74

CATZEFLIS F., 2018. Mission d'étude des mammifères rongeurs et marsupiaux de Taluhen et environs (commune de Maripa-Soula) . *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°5(1) : p.97-104

FICHAUX M., JULIAN D., ARTHUR W. et al, 2018. Les communautés de fourmis de la litière à Saül. *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°5(1) : p. 63-68

FOUQUET A., COURTOIS E. et VACHER J-P, 2018. Herpétofaune de la crique Limonade. *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°5(1) : p. 75-78

de GRANVILLE J-J, CROZIER F., VANDERPLANCK J., 2018. Contribution à l'étude floristique des monts Cottica. *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°5(1) : p. 9-32

ORIVEL J et BARALOTO C, 2018. Rapport de la mission crique Limonade du projet DIADEMA. *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°5(1) : p. 37-38

PERBET P., KARASIAK N. et JOUBERT P., 2018. Cartographie des formations végétales particulières observables via télédétection. *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°5(1) : p. 105-128

RICHARD-HANSEN C. et DENIS T., 2018. Communautés de grande faune forestière sur le site de Saül - Limonade. *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°5(1) : p. 39-42

ROY M., TROISPOUX V., LOUISANNA E. et al., 2018. Diversité, distribution et écologie des champignons de la crique Limonade. *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°5(1) : p. 79-86

SANT S. et LEOTARD G., 2018. Observations remarquables réalisées sur la flore de Saül et de ses environs (2016-2017) . *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°5(1) : p. 87-96

TOSTAIN O., DENATTE C., 2018. Seconde contribution à l'étude floristique des monts Cottica- Septembre 2007. *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°5(1) : p. 33-36

Manuel d'instructions aux auteurs

Ce manuel a pour but de cadrer le gabarit des rendus scientifiques (rapports d'études) au Parc amazonien de Guyane de manière à ce qu'ils puissent être publiés dans la collection des Cahiers scientifiques du Parc amazonien. Il cadre de la même manière les articles originaux soumis à publication dans ces Cahiers.

A qui adresser les manuscrits ? Correspondance

Les manuscrits *ne varietur* destinés à être publiés, ainsi que les épreuves et la correspondance les concernant, seront adressés à la personne technicienne responsable de la gestion des données patrimoniales, Audrey Thonnell, Parc amazonien de Guyane, 1 rue Lederson, 97354 Rémire-Montjoly (audrey.thonnell@guyane-parcnational.fr).

Lorsqu'un manuscrit sera cosigné par plusieurs auteurs, il ne sera échangé de correspondance qu'avec un seul auteur (en principe, le premier).

Les épreuves éventuellement corrigées seront retournées au Parc amazonien par les auteurs dans les deux semaines. La version finale sera transmise à l'auteur principal, qui pourra choisir de le diffuser aux co-auteurs.

Politique éditoriale

Les articles publiés dans les Cahiers scientifiques du Parc amazonien étant signés, les auteurs conservent l'entière responsabilité du contenu qu'ils auront émis.

Les articles sont soumis au Comité éditorial composé d'agents du Parc amazonien de Guyane, plus précisément des services communication et patrimoines naturels et culturels intégrant la responsable scientifique du Parc national.

Les articles originaux (hors rapports d'étude réalisés dans le cadre de programmes pilotés ou impliquant le Parc amazonien de Guyane) sont soumis pour avis à des référés (prioritairement membres du Conseil scientifique du Parc national, ou agents du Parc national) choisis par le Comité éditorial des Cahiers scientifiques pour leur expertise dans le domaine considéré. L'acceptation finale des manuscrits demeure sous la responsabilité du Comité éditorial du Parc amazonien de Guyane.

Les auteurs tiendront compte soigneusement, dans la préparation des manuscrits, des instructions ci-dessous.

Les manuscrits non conformes à ces normes seront retournés aux auteurs.

Préparation des manuscrits

Les textes seront écrits de préférence en français ou en anglais (espagnol ou portugais également acceptés). Les manuscrits seront adressés en format Word (.doc) ou équivalent (.odt) (y compris les résumés, notes infrapaginales, tableaux et légendes des figures) et le format de texte et la police seront conformes au gabarit transmis sur demande via la personne désignée ci-dessus pour toutes correspondances (audrey.thonnell@guyane-parcnational.fr).

Toutes les pages (y compris la page de titre) seront numérotées en une série unique.

Titre

La page de titre comportera le titre de l'article, le prénom usuel et le nom de chacun des auteurs, et en italique leur adresse mél (optionnelle) et organisme d'appartenance.

Le titre d'un article doit être précis et de préférence concis, sans abréviation.

Résumé(s)

Les résumés (200 mots au maximum) seront descriptifs (principaux résultats - en dégageant surtout les résultats nouveaux - et conclusions).

Les auteurs fourniront obligatoirement un résumé en français ; des résumés additionnels en langues étrangères seront les bienvenus, tout particulièrement dans une langue usuelle utilisable par les rédacteurs de périodiques bibliographiques. La traduction en français du résumé peut être assurée par le responsable de publication (Comité éditorial) lorsque les auteurs ne sont pas de langue maternelle française. Pour les articles en anglais et le résumé anglais, les auteurs devront indiquer dans les remerciements le nom de la personne qui a assuré la traduction ou vérifié l'anglais.



Mots clés

Les auteurs fourniront une liste de mots clés résumant les principaux points abordés dans l'article, dont obligatoirement la mention « Parc amazonien de Guyane ». Si la zone d'étude concerne la zone de cœur du Parc, l'auteur devra intégrer à la place « Cœur du Parc amazonien de Guyane » dans la liste des mots clés.

Corps de texte

Le texte des articles originaux sera en principe organisé comme suit :

Introduction (posant la problématique), Matériel et méthodes, Résultats, Discussion, Conclusions, Remerciements, Références.

Des modifications par rapport à ce schéma général sont possibles, en fonction de la nature de l'article.

Les notes brèves pourront ne pas être divisées en chapitres.

Règles typographiques

Les **symboles**, **unités** et la **nomenclature** seront conformes à l'usage international.

Les **abréviations** seront toutes définies dans une note infrapaginale, préférentiellement en début de chaque article.

Les unités de mesure seront représentées par des abréviations standardisées, l'heure du jour exprimée dans le système des 24 heures (9h.05–14h.30) ; les dates en toutes lettres (10 novembre 2013).

Quand un élément normalement en **italique** (titre d'œuvre, citation en langue étrangère, etc.) est inséré dans un texte en italique, cet élément est disposé en romain pour conserver sa lisibilité. En aucun cas cet élément ne sera mis en évidence différemment. Exemples :

Ce texte en italique contient une demi-phrase mise en italique à l'origine et une suite.

*Île basse peuplée de forêt marécageuse riche en liba-awara, *Astrocaryum jauari* (Arecaceae)*

Termes latins

Tous les **termes latins** utilisés y compris les abréviations latines seront exclusivement en italique : *in fine*, *in situ*, ...

Nomenclature / Taxonomie

La **nomenclature** sera conforme aux règles internationales (ou aux usages admis), tout particulièrement pour la nomenclature des espèces.

Obligatoirement, les noms latins des espèces accompagneront les noms français à la première citation. Les **noms vernaculaires** et locaux seront exclusivement en minuscules : ex, maho cigare.

Les noms de **famille** et de **classe** en latin débiteront par une majuscule : Lecythidaceae (latin) et lécythidacées (français), Aves (latin) et oiseaux (français).

Les noms de **genre** et d'**espèce** en latins seront en italique et accompagnés (à leur première apparition dans le texte) de leurs autorités ; les autorités seront dactylographiées en caractères romains et mises entre parenthèses (par exemple : *Ateles paniscus* (Linnaeus)). Le nom de genre commencera toujours par une majuscule et celui d'espèce par une minuscule.

Les abréviations sp., spp., cf., var., nov., ... ne seront jamais en italique, quelle que soit leur position dans le nom d'espèce (exemple *Callisia* sp. ; *Rhinella* aff. *castaneotica*)

Localisations

Les **noms communs géographiques** seront en minuscules exclusivement tandis que les noms de localités citées commenceront par une majuscule : la rivière Camopi, le mont Galbao., le Pic Coudreau...

Les **points cardinaux** ayant valeur d'adjectif ou désignant une direction, une orientation, une position par rapport à un autre point s'écrivent avec une minuscule (ex : l'hémisphère nord / au sud de Cayenne). Ceux désignant une région du monde ou d'un pays, s'écrivent eux avec une majuscule (le Sud de la Guyane / l'Ouest guyanais)

Tableaux et illustrations

Tableaux : ils seront numérotés consécutivement, en chiffres romains, seront accompagnés d'un titre (placé toujours au-dessous) et seront cités dans le texte. Les titres des colonnes et des lignes seront brefs.

Graphes/Schémas/Clichés/Cartographies : Chaque figure, qu'il s'agisse de graphiques, de dessins, de photographies ou de cartographies, devra être parfaitement lisible, sera numérotée en chiffres arabes dans une série unique sous la forme : Figure 1, Figure 2, ..., et sera mentionnée dans le texte de la manière suivante : (Fig. 1) ; si plusieurs figures : (Fig. 1, 2), (Fig. 1-3). Chaque figure sera accompagnée d'un titre placé en dessous. La largeur et la hauteur, qui seront publiées après réduction, tiendra compte des dimensions utiles d'une page (21 cm x 29,7 cm). L'échelle sera indiquée sur les figures au moyen d'un trait gradué. Toute cartographie sera accompagnée d'une légende et d'une indication de l'orientation de la carte. Tous les termes, abréviations et symboles devront correspondre à ceux utilisés dans le texte. Les groupes de figures ne seront pas mentionnés sous le nom des planches.

Si les planches et/ou des tableaux ne sont pas inclus dans les pages numérotées, leur nombre sera indiqué, suivi de « h.t. » (hors texte).

Références

Les **références citées dans le texte** apparaîtront sous la forme suivante :

Nom de l'auteur (en minuscule) & date (toujours entre parenthèse).

Brûlé et Dalens (2014) ou (Brûlé et Dalens, 2014), Catzeflis (2016a) ou (Catzeflis, 2016a).

Pour les travaux ayant plus de deux auteurs, le nom du premier sera suivi de « *et al.* », sauf s'il y a possibilité de confusions, auquel cas les deux premiers auteurs seront cités (Brûlé *et al.*, 2014).

Toutes les références citées dans le texte, et uniquement elles, devront également être groupées en fin d'article. Inversement, toute référence figurant dans la bibliographie doit se retrouver dans le texte de l'article sous forme de citation.

Les **conventions de style** à respecter pour les différents types de références sont les suivantes :

La liste bibliographique ou de références sera rangée par ordre alphabétique du nom des auteurs.

De manière générale, une référence bibliographique comportera en première place et en majuscule le nom et les initiales des prénoms usuels de tous les auteurs, la date, puis en minuscule le titre original complet de l'article et/ou de l'ouvrage cité. Pour les articles ayant plusieurs auteurs, tous les co-auteurs seront ainsi cités nominativement.

- **Publication dans un périodique** : on indiquera le nom du périodique dans sa langue d'origine et en italique, correctement abrégé s'il y a lieu, le Volume (et/ou Tome), le fascicule et les pages du début et de fin d'article.

NOM P., année de publication. Titre de l'article, *Titre du journal*. N°Volume (Tome) : p. i-ii

Exemple : MINOT M., 2015. Etude des odonates de Saül, *Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane*. N°3(1) : p. 21-38

- **Publication dans un livre/ouvrage collectif** : on indiquera la tomaisson, le nom de l'éditeur, le lieu d'édition, la pagination ou la référence précise de la ou des pages citées.

NOM P., année de publication. Titre du chapitre, In : *titre de l'ouvrage*, Tome, éditeur, ville d'édition, p. i-ii

Exemple : BALLERIO A., 2014. Introduction aux Ceratocanthinae de Guyane, In : *Contribution à l'étude des coléoptères de Guyane*, Tome VIII, ACOREP-France, Paris, p. 81-85

- **Livre entier** :

NOM P., année de publication *Titre de l'ouvrage*, éditeur, ville d'édition, nb p.

Exemple : DE GRANVILLE J.J., GAYOT M., 2014. *Guide des palmiers de Guyane*, Office National des Forêts, Cayenne, 272 p.

- **Rapport non publié** :

NOM P., année de publication. *Nom du rapport*, Nom du maître d'oeuvre. Rapport non publié, nb p.

Exemple : KWATA, 2013. *Rapport de mission sur la rivière Inipi – Novembre 2013 : inventaires des loutres géantes*. Association KWATA-PAG. Rapport non publié, 14 p.

- **Thèse** :

NOM, P., année de publication. *Nom de la thèse*. Thèse de matière, Université de ville, nb p.

Exemple : GUITET S., 2015. *Diversité des écosystèmes forestiers de Guyane française : distribution, déterminants et conséquences en termes de services écosystémiques*. Thèse de Biodiversité et Géographie, Université de Montpellier, 365 p.

- **Colloques/congrès** :



NOM, P., date du congrès. *Titre de la communication*. Communication présentée au Xème congrès, Nom du congrès, organisateur du congrès, Lieu du congrès, Pays

Exemple : COULY C., 2013. *Actions du Parc amazonien de Guyane et de ses partenaires*. Communication présentée pour les Rencontres des parcs nationaux de France, Parc national des Pyrénées, 24-25 septembre 2013, Tarbes, France

Diffusion de la revue

Les Cahiers scientifiques du Parc amazonien de Guyane sont disponibles gratuitement en version numérique par téléchargement sur le site web du Parc national (www.parc-amazonien-guyane.fr), et sont mis à la consultation du public au siège du Parc national, 1 rue Lederson, 97354 Rémire-Montjoly.



Liste des membres du Conseil scientifique du Parc amazonien de Guyane

Arrêté du Préfet de la Région Guyane n°2015154_0003 du 3 juin 2015 portant nomination des membres du Conseil scientifique du Parc amazonien de Guyane

- *Sciences de la nature*

- M.** **Maël DEWYNTER**, Chargé de projets de recherche, conservation et édition à la Fondation BIOTOPE, Cayenne.
- M.** **Serge MULLER**, Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- M.** **Joseph ATENI**, Technicien forestier de l'ONF Guyane, Cayenne.
- M.** **Daniel SABATIER**, Chargé de recherche IRD (UMR Architecture et Modélisation des Plantes), Montpellier.
- Mme.** **Cécile RICHARD-HANSEN**, Chargée d'études ONCFS, Chercheur associée à l'UMR ECOFOG, Kourou.
- M.** **Pierre-Yves LE BAIL**, Chercheur en productions animales et biodiversité INRA, Rennes.
- M.** **Régis VIGOUROUX**, Co-Directeur du bureau d'études HYDRECO, Sinnamary.
- Mme.** **Nadine AMUSANT**, Chargée de recherche CIRAD (UMR EcoFoG), Cayenne.
- M.** **Stéphane GUITET**, Chargé de recherche et développement CIRAD – Montpellier

- *Sciences humaines et sociales*

- Mme** **Marie FLEURY**, Docteur en pharmacie et en sciences (biologie végétale), Directrice de l'antenne du MNHN en Guyane et rattachée à l'UMR patrimoines locaux et gouvernance (MNHN-IRD), Cayenne.
- M.** **Pierre GREHAND**, Docteur en Anthropologie/ Directeur de recherche émérite IRD, Cayenne.
- M.** **Jean MOOMOU**, Docteur en histoire et civilisation, Maître de conférence à l'Université des Antilles, Cayenne.
- Mme.** **Pascale De ROBERT**, Anthropologue/Écologue, UMR 208 Patrimoines locaux et gouvernance (IRD-MNHN), Paris.
- Mme.** **Sophie ALBY**, Docteur en sciences du langage, Maître de conférences ESPE (Université de la Guyane), Cayenne.
- Mme.** **Laure EMPERAIRE**, Docteur en botanique, rattachée à l'UMR 208 Patrimoines locaux et gouvernance (IRDMNHN) et à l'Observatoire des Changements Environnementaux (IRD-Université de Brasilia)
- M.** **Charles MISO**, Infirmier au dispensaire de Trois-Sauts – Camopi, tradipraticien.

- *Sciences de la gestion et de l'action*

- M.** **Xavier ARNAUD DE SARTRE**, Directeur de recherche CNRS, Géographie.
- M.** **Samuel ASSEMAT**, Responsable du Pôle agro-alimentaire de l'Ouest Guyanais, Saint-Laurent du Maroni.
- M.** **Bernard THIBAUT**, Directeur de recherche émérite CNRS, Montpellier.
- M.** **Christophe LE PAGE**, Chercheur CIRAD (UMR Green), Montpellier.
- Mme.** **Suzanne PONS**, Directrice de l'ADEME Guyane, Cayenne.
- M.** **Rémi PIGNOUX**, Médecin de Santé Publique – Epidémiologiste pour la DSP du Conseil Général, Maripasoula.
- M.** **Frédéric BONDIL**, Maître de conférences en droit privé à l'Université de Guyane, responsable de formations juridiques à l'IESG, Cayenne.

Bureau du Conseil scientifique

- Mme. Marie FLEURY**, Présidente
- Mme. Sophie ALBY**, 1^{er} Vice-Présidente
- M. Pierre-Yves LE BAIL**, 2^{ème} Vice-Président
- M. Bernard THIBAUT**, 3^{ème} Vice-Président

Remerciements

A l'ensemble des personnes et organismes ayant contribué à la rédaction de ce Cahier scientifique N°5 du Parc amazonien de Guyane :

Luc Allard¹⁻⁵, Chris Baraloto², Jean-Michel Beaudet³, Benoît Béchade⁴, Sébastien Brosse⁵, Sébastien Cally⁵, François Catzeflis⁶, Axel Cerdan⁴⁻⁵, Kevin Cilleros⁵, Elodie Courtois⁷, Françoise Crozier⁸, Julian Donald⁹, César Delnate¹⁰, Thomas Denis¹¹, Mélanie Fichaux⁴, Antoine Fouquet¹², Jean-Jacques de Granville¹⁰, Gérald Gruhn¹³, Pierre Joubert¹⁴, Nicolas Karasiak¹⁴, Guillaume Léotard¹⁵, Eliane Louisanna⁴, Jérôme Murienne³, Jérôme Orive¹⁴, Pauline Perbet¹⁴, Frédéric Petitclerc⁴, Cécile Richard-Hansen¹¹, Mélanie Roy⁵, Sébastien Sant¹⁴, Heidy Schimann⁴, Olivier Tostain¹⁶, Valérie Troispoux⁴, Jean-Pierre Vacher⁵, John Vanderplanck¹⁷, Vincent Vedel⁴, Arthur Weyna⁴

1 Hydreco Guyane – Kourou, Guyane

2 International Center for Tropical Botany - Miami, Florida

3 Laboratoire de recherche MINEA, Université de Guyane – Cayenne, Guyane

4 ECOFOG – CNRS, Ecologie des Forêts de Guyane, Université des Antilles - Kourou, Guyane

5 LEDB - CNRS, Laboratoire Évolution et Diversité Biologique, Université Paul Sabatier – Toulouse, France

6 ISEM – CNRS, Institut des Sciences de l'Évolution, Université Montpellier2 – Montpellier, France

7 MNHN, Muséum National d'Histoire Naturelle – Paris, France

8 Silvolab - Kourou, Guyane

9 Centre for Applied Sciences, University of the West of England - Coldharbour Lane, United Kingdom

10 IRD Guyane, Institut de Recherche pour le Développement – Cayenne, Guyane

11 ONCFS – ECOFOG -Kourou, Guyane.

12 CNRS Guyane, Centre National de Recherches Scientifiques – Cayenne, Guyane

13 ONCFS, Office National des Forêts – Mende, France

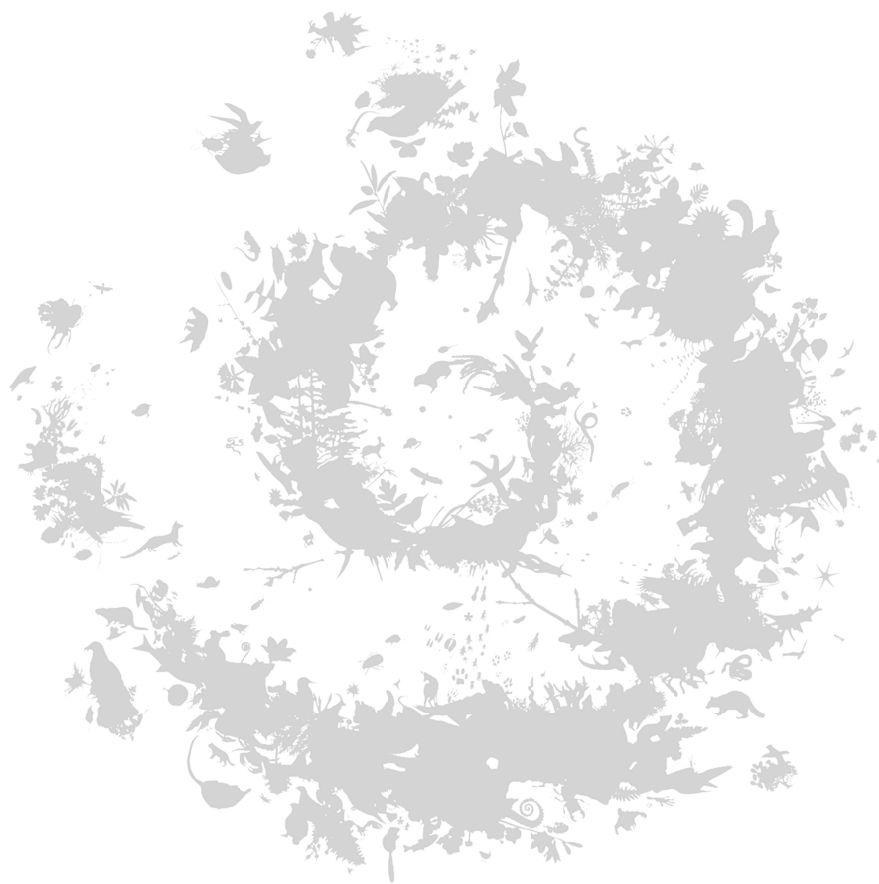
14 PAG, Parc amazonien de Guyane – Rémire-Montjoly, Guyane

15 Membre du CSRPN – Cayenne, Guyane

16 ECOBIOS - Matoury, Guyane

17 Herbar de Guyane - Cayenne, Guyane





ISSN : 2495-7860