

**Compte-rendu de mission en Guyane**  
**25 octobre au 9 novembre 2006**  
**Vincent Freycon**

### I. Objectifs

Cette mission de 2 semaines avait comme objectif principal d'appuyer l'activité « cartographie des sols de Paracou » de J.-B. Roelens, Vcat.

Nous avons aussi profité de cette mission pour avoir des réunions de travail avec différents collègues du Cirad et de l'Onf.

Cette mission a été financée par l'Ird (12<sup>ème</sup> Cper, Fonds FNS, Projet CAREFOR « Caractériser l'écosystème forestier guyanais », resp. D. Sabatier) et par le Cirad (Budget Bcrd)<sup>1</sup>.

Mon séjour s'est déroulé dans d'excellentes conditions, grâce notamment à l'accueil de L. Blanc, au travail réalisé au laboratoire avec J.-B. Roelens, au travail réalisé sur le terrain avec A. Etienne, F. Kago, O. Ngwété et J.-B. Roelens, et aux échanges fructueux avec les uns et les autres : Merci !!

### II. Calendrier de la mission

Cf. Annexe 1

### III. Cartographie des sols de Paracou

#### 1. Vcat J. B. Roelens

Rappelons que J.-B. Roelens a démarré son Vcat le 1<sup>er</sup> mars 2006. Financé sur le 12<sup>ème</sup> Cper (fonds FNS, projet « Régénération », responsable : L. Blanc), ce poste de Vcat est d'une durée d'une année.

Les objectifs de ce Vcat étaient (i) de réaliser sur le terrain la cartographie des sols de 6 à 7 parcelles traitées de 6,25 ha chacune de Paracou (ii) de répondre à une question écologique issue du croisement sol-végétation de Paracou (cf. Annexe 2).

Deux missions (12 mars au 1<sup>er</sup> avril 2006, 25 juin au 7 juillet 2006) avaient permis de lancer l'activité de J.-B. Roelens et de valider la cartographie des sols des parcelles P9, P10 et P12. Depuis la 2<sup>ème</sup> mission, J.-B. Roelens a réalisé la cartographie des sols des parcelles P4, P7 et P5 (en cours).

L'objectif de cette 3<sup>ème</sup> mission était de **valider la cartographie des sols des parcelles P4 et P7 et de valider partiellement la cartographie des sols de la parcelle P5**. Cette validation a consisté par un travail d'interprétation des sols au laboratoire et par des vérifications sur le terrain (réalisation de 14 sondages complémentaires, parcours des parcelles P4, P5 et P7).

Notons que le travail sur le terrain de J.B. Roelens à partir du mois d'août a été « épique » puisque, en cette saison sèche (pourtant pas spécialement marquée) les sols étaient très compacts et très durs à creuser. Saluons donc la persévérance de J.B. Roelens et de l'équipe des ouvriers en espérant que les organismes n'ont pas été trop mis à l'épreuve pour des futurs travaux sur le terrain.

Lors de cette validation, nous avons constaté que J.B. Roelens a acquis une bonne expérience pour classer les sols dans les différentes classes de drainage. Notamment, les sols à drainage latéral superficiel sont maintenant bien identifiés. Toutefois, il reste quelques améliorations à apporter après avoir constaté les dérives suivantes :

- J.-B. Roelens a quelques fois considéré des sols comme Alt alors qu'ils sont plutôt comme des sols de transition Alt/SLD (aspect limoneux commence à apparaître avant 1m20). Cette mauvaise interprétation est certainement liée à la saison sèche qui ne permet pas de déceler l'aspect « sec au toucher ».

<sup>1</sup> Ird (billet d'avion, frais de mission) ; Cirad (matériel de terrain).

- J.-B. Roelens se laisse encore parfois influencer par la carte topographique lors de l'interprétation des sols, ce afin de trouver une cohérence entre les limites des sols et les courbes de niveau → en rester aux faits même si les limites entre les unités de sols « coupent » les courbes de niveau. Ces limites discordantes avec les courbes de niveau s'expliquent souvent par la présence d'un filon de pegmatite au sein d'un substrat schisteux.

Notons quelques sols particuliers sur la parcelle P4 (ex. sondages 31 et 47) avec des horizons jaunes. Des sondages au-delà de 1m20 devraient permettre d'interpréter correctement ces sols.

Nécessité analyses granulo sur unités de sol Sld, Alt et DVL pour chaque parcelle → validation finale carto.

A la fin de la mission, la cartographie des sols des parcelles P4 et P7 a été pratiquement entièrement validée (3 sondages complémentaires restent à réaliser sur chacune de ces parcelles). La cartographie des sols de la parcelle P5 n'a pas pu être validée complètement (10 à 15 sondages complémentaires restent à réaliser).

L. Blanc a précisé le **sujet d'écologie** qui sera traité par J.B. Roelens lors de la fin de son Vcat. Ce sujet sera centré sur le bilan de biomasse de Paracou : observe-t-on une structure spatiale de ce bilan ? Si oui, cette structure spatiale est-elle liée aux sols ?

La durée de ce sujet sera d'environ 1 mois (cf. planning de travail ci-dessous).

### **Planning de travail de J.-B. Roelens de novembre 2006 à février 2007**

*Novembre 2006 :*

Finalisation sur le terrain de la cartographie des sols des parcelles P4, P5 et P7

Cartographie des sols sur ArcGis des parcelles P4, P5, P7, P9, P10 et P12.

Document de synthèse « Cartographie des sols des parcelles P4, P5, P7, P9, P10 et P12 »

*Décembre 2006 :*

Sujet écologie « Spatialisation du bilan de biomasse de Paracou »

*Janvier et février 2007 :*

Congés

### **... et suite**

J.-B. Roelens aura terminé sa première année de Vcat le 28 février 2007.

A ce jour, son avenir n'est pas défini :

- J.B. Roelens a posé sa candidature au poste d'assistant de recherche de l'Anr Bridge

- J.B. Roelens serait prêt à poursuivre son Vcat pour terminer la cartographie des sols de Paracou mais pour le moment, aucun financement n'est en vue pour assurer ce Vcat.

## 2. Investissement « Carto des sols Paracou » J. Weigel

Une réunion avec D. Bonal (Inra), E. Marcon (Engref, directeur adjoint de l'Umr Ecofog) et J. Weigel (Engref) n'a pas permis de dégager un consensus pour que J. Weigel puisse finaliser le projet « Cartographie des sols de Paracou » qui consiste à réaliser la cartographie des sols de 3 parcelles (P2, P3 et P8)<sup>2</sup>. Le compte-rendu de cette réunion est joint en Annexe 3.

En résumé : les activités de J. Weigel au sein de l'équipe 1 de l'Umr Ecofog ne lui permettent actuellement de se libérer seulement 2 jours toutes les 2 semaines pour travailler sur une autre activité. Ce temps libéré est incompatible avec un travail de cartographie des sols sur le terrain.

Bilan : pas de solution n'est actuellement en vue pour finaliser le projet de « Cartographie des sols de Paracou » après le Vcat de J.B. Roelens (28 février 2007).

Avec L. Blanc (Cirad), nous avons présenté cette situation à B. Thibault (Directeur de l'Umr Ecofog).

J. Weigel a repris son **document de travail**<sup>3</sup> (version juin 2005) lors de ma mission. Il reste à ce jour à le tirer en quelques exemplaires et à le distribuer (V. Freycon, J.B. Roelens, ...).

## 3. Stage 2007 de Mastère 2 (E. Robert)

Avec L. Blanc et E. Nicolini, nous avons discuté du stage d'E. Robert (Mastère 2, Fage Nancy) « Distribution spatiale et performance des espèces d'arbres de forêt tropicale humide en relations avec les facteurs pédologiques ».

Rappelons que le sujet sera centré sur l'étude de l'influence du sol sur la croissance des arbres pour les arbres dominants et du présent. L'objectif est d'étudier l'influence du sol sur un échantillon de la population des arbres, afin de se placer dans des conditions comparables pour les autres facteurs qui influencent la croissance d'un arbre (lumière, compétition, stade de développement de l'arbre).

V. Freycon sera l'encadrant principal de ce stage. Les co-encadrants seront L. Blanc, B. Ferry, S. Gourlet et E. Nicolini.

Ce sujet de stage est joint en Annexe 4.

De la discussion avec L. Blanc et E. Nicolini, les points suivants sont ressortis :

- L'indice de Dawkins semble plus pertinent qu'un indice de compétition puisqu'il prend en compte aussi la compétition verticale entre les arbres. Quoiqu'il en soit, ces indices pourront être comparés dans les modèles. Il faudra aussi tenir compte de la compétition locale du passé pour étudier la croissance.

- Les espèces susceptibles d'être étudiées correspondent à une trentaine d'espèces (les plus abondantes). Il faudra définir une dizaine d'espèces appartenant à différents groupes fonctionnels afin d'étudier l'influence du sol sur la croissance des arbres en fonction de leur groupe fonctionnel.

- Cette étude sera réalisée sur les six parcelles témoin de Paracou. Les mesures de stade de développement ont déjà été réalisées sur les parcelles P1 et P15. Avant le début du stage, il reste à mesurer les stades de développement sur la parcelle P13. Les analyses chimiques ont déjà été réalisées sur les parcelles P1, P6 et P15. Les analyses chimiques de la parcelle P13 vont être lancées prochainement grâce à un financement du projet « Régénération Guyane » (12<sup>ème</sup> Cper, fonds FNS, resp. L. Blanc).

- E. Robert séjournera finalement au cours de son stage 1 mois, a priori en mars 2007. Les objectifs de son séjour seront (i) de repérer sur le terrain des arbres « outliers » identifiés lors des premières analyses de données (ii) de mesurer sur le terrain les stades de développement de 2 à 3 espèces (iii)

---

<sup>2</sup> La parcelle P16 (25 ha) de Paracou n'est pas comptabilisée dans ce projet « Cartographie des sols de Paracou ». La demande par les écologues pour réaliser une cartographie des sols de cette parcelle P16 n'est pas clairement exprimée. Notons qu'une ébauche de cartographie des sols a été réalisée au cours d'un stage Bac+5 (Lhérieau 1994).

<sup>3</sup> Weigel J. 2005. Cartographie pédologique des parcelles-témoin. Dispositif de Paracou, Guyane française. Document de travail Engref, Umr Ecofog, juin 2005. 14 p. + cartes + annexes.

de bénéficier d'appuis sur ArcGis (A. Jolivot) et/ou sur les routines mises en place sous R (M. Echard).

Suite :

- envoi à E. Robert de la bibliographie sur « Facteurs influençant la croissance des arbres » (V. Freycon, réalisé le 13 novembre 2006).
- Mesure du stade de développement des arbres de la parcelle P13 (E. Nicolini et L. Blanc)
- Choix de la dizaine d'espèces suivant les groupes fonctionnels (L. Blanc)
- Envoi à Freycon d'un jeu de données pour vision des données (L. Blanc)
- Définition de la chaîne de traitement (L. Blanc)

#### **IV. Appui, partenariats, ...**

##### **1. Thèse J. Le-Fol (Univ. Toulouse)**

J. le-Fol remine sa 4<sup>ème</sup> année de thèse. Je l'encadre en tant que tuteur, son directeur de thèse étant J.C. Filleron (Univ. Toulouse II). Sa soutenance était programmée a priori pour le mois de décembre 2006.

J. Le-Fol a pris du retard dans la phase d'analyse de données. Bilan : la phase d'analyse des données aux différents échelles est maintenant terminée mais la rédaction de sa thèse a peu avancé (uniquement chapitre 1). De plus, J. Le-Fol n'a toujours pas présenté ses principaux résultats que ce soit au sein de l'Umr Ecofog ou bien au Cirad-Baillarguet (par visioconférence).

Comme J. Le-Fol est maintenant limité par une échéance pour présenter sa soutenance de thèse (démarrage d'un travail à la région Guyane au 1<sup>er</sup> trimestre 2007), l'urgence est aujourd'hui (i) de rédiger sa thèse (ii) de présenter ses travaux pour reprendre confiance en lui.

J. Le-Fol envisage un séjour en métropole au sein d'une équipe (Géode, Univ. Toulouse ; Upr37, Cirad montpellier ; J.F. Richard) pour avancer plus rapidement dans la rédaction de sa thèse.

##### **2. Caractérisation des sols des plantations « Espèces locales » (L. Bréchet et S. Ponton, Inra)**

L. Bréchet (1<sup>ère</sup> année de thèse sous la direction de D. Epron, Univ. Nancy) et S. Ponton m'avaient sollicité en juin 2006 pour caractériser les sols des plantations « Espèces locales » du Cirad-Forêt à Paracou, notamment avoir une idée de la variabilité qui existe entre les parcelles (20m x 20m).

Objectif : dissocier l'effet « Sol » de l'effet « Espèce plantée » sur les mesures (respiration du sol, ...).

En pratique, J.B. Roelens a caractérisé en juillet 2006 chacune des parcelles par un sondage tarière à 1m20. Des analyses granulométriques à trois profondeurs (15 cm, 50 cm et 100 cm) ont permis de valider l'expertise terrain.

Lors de notre mission, nous avons validé au laboratoire l'interprétation des sols et analysé les profils granulométriques. Il en ressort que les sols des différentes parcelles sont globalement homogènes, de texture sablo-argileuse avec un drainage vertical ralenti, classé comme Alt (Sabatier et al. 1997). Toutefois, les parcelles se différencient suivant les deux critères suivants (i) abondance/absence d'éléments grossiers (ii) présence/absence de taches en profondeur illustrant la présence d'une hydromorphie temporaire.

Suite :

Transmettre à S. Ponton la synthèse de l'interprétation et des profils granulométriques

##### **3. Projet « Ecosystèmes tropicaux 2005 « Habitat » (S. Guitet, Onf)**

Le projet « Habitat » n'a pas officiellement démarré, le financement du MEDD tardant à être versé. L'Onf a tout de même réalisé des relevés sur trois terrains d'étude (La Manaré, Armantabo, Petit Croissant) afin de mettre au point les méthodes de mesure et de tester la chaîne de traitement de données.

Nous avons validé l'interprétation des sols d'Armantabo et de Petit Croissant à partir des échantillons qui avaient été prélevés sur le terrain.

Il nous semble inutile que pour un tel projet, il soit nécessaire de relier les sols de chaque sondage à la classification internationale des sols. Par contre, nous avons conseillé que :

- que les sols rencontrés soient reliés avec les différents types de drainage, d'après des critères diagnostics (Sabatier et al. 1997).
- de faire réaliser des analyses granulométriques pour 2 à 4 sondages représentatifs de chaque site.

L'échantillonnage pratiqué dans ce projet pour caractériser les sols (4 sondages par transect de 3 km) ne permet pas d'en déduire à l'ensemble de chaque site une cartographie des sols.

Le projet est toujours à la recherche d'un géomorphologue<sup>4</sup>. G. Bourgeon (Cirad) pourrait être cette personne ressource.

#### **4. Projet d'article Gond et al. « Carte végétation de la Guyane » (F. Ingrassia, P. J. Trombe, Onf)**

Une réunion de travail avec F. Ingrassia et P.J. Trombe (Vcat Onf) a permis de faire le point sur les analyses statistiques les plus adaptées aux données de ce projet.

Objectif : dissocier la contribution des facteurs environnementaux (géologie, pluviométrie, altitude, ...) et du facteur spatial pour expliquer les classes de forêt.

En résumé :

Après avoir commenté différents articles dont les objectifs sont similaires, il nous semble intéressant d'adapter la méthode employée par Bjorholm et al. (2005) au jeu de données « Carte végétation de la Guyane ». Cela reviendra à effectuer une analyses discriminante sur un mélange de variables quantitatives (dont spatial : X, longitude et Y, latitude) et de variables qualitatives (transformées en variables quantitatives par la méthode Disqual – Saporta 1977 – qui correspond à une ACM). Cette analyse pourra être complétée par la construction d'arbres binaires de segmentation

La méthode PCNM (Borcard & Legendre 2002, Borcard et al. 2004, Dray et al. 2006) pourra éventuellement être testée sur un échantillon du jeu de données par l'équipe de Legendre.

#### **5. Projet d'article Paget et al. « Crique Plomb, sol-structure » (E. Nicolini)**

Une réunion avec E. Nicolini nous a permis d'avoir des pistes bibliographiques (Berges et al. 2005, Clark 1990, Turner 2001) pour interpréter la hauteur dominante sur les différents sols de Crique Plomb

Afin de classer de manière objective les différentes placettes de Crique Plomb, J.-B. Roelens a recueilli cet été des échantillons de sol sur 14 placettes complémentaires. Finalement 89 échantillons de sols ont été envoyés pour faire réaliser des analyses granulométriques à plusieurs profondeurs (5 cm, 15 cm, 30 cm, 50 cm, 70 cm, 100 cm).

Ces analyses granulométriques seront financées grâce (i) au reliquat d'un financement de l'Inra (projet innovant EfpA) que nous avons obtenu pour le stage de M. Krencker en 2004 (ii) au projet « Régénération Guyane » (12<sup>ème</sup> Cper, fonds FNS, resp. L. Blanc).

Par rapport aux données des « placettes D. Paget » de Crique Plomb (Paget 1999) :

- L. Blanc a exprimé sa crainte que ces données se perdent
- G. Vincent (Ird) a exprimé son souhait de récupérer ces données pour une étude sur la dynamique de ces parcelles.

Suite :

- Transfert de ces données par V. Freycon

#### **6. Projet biocarburant et sols du littoral (F. Pinta)**

En vue d'un projet de biocarburant et de bioénergie qui sera installé sur le littoral de la Guyane, plus spécialement autour de St Laurent du Maroni, de Sinnamary et de Régina, F. Pinta (Cirad) voulait avoir des précisions sur la possibilité de faire un zonage des sols sur le littoral et d'avoir un aperçu de leur fertilité et aptitude à la culture (manioc, canne à sucre).

Pour avoir une vision générale des sols du littoral, nous avons orienté F. Pinta sur les travaux de :

---

<sup>4</sup> Ce géomorphologue devra (i) valider la stratification du paysage développée par l'Onf, (ii) normaliser la nomenclature utilisée par l'Onf, (iii) identifier les critères pertinents mesurables qui permettront de réaliser une segmentation semi-automatique du milieu

- S. Guillobez (1979) qui a réalisé une esquisse physiographique de la Guyane (échelle 1/500000) dans laquelle sont cartographiées les différentes unités de milieu du littoral et les sols qui leurs sont associés.
- Godon & Guillobez (1980) qui donnent un aperçu des différentes contraintes agronomiques (toxicité en Al, phosphore, ...) en fonction des différentes unités de milieu définies par Guillobez (1979).
- Favrot et al. (1987), une synthèse des sols de la savane guyanaise.
- Leprun et al. 2001, une synthèse des sols du littoral qui englobe aussi le socle précambrien.
- Boulet et al. (1980) et Boulet et al. (1985) qui précisent le lien entre les sols guyanais et leur mise en valeur agronomique.
- Boulet et al. (1979) qui précisent les caractéristiques des sols sur quelques substrats géologiques.

Pour avoir une vision plus précise des sols de chacune des zones d'étude, nous avons orienté F. Pinta sur les travaux de :

- Barthes (1990a) pour la zone de St Laurent du Maroni
- Turenne (1967a), Turenne (1967b), Favrot et al. (1987), Barthes (1989), Barthes (1990) pour la zone de Sinnamary
- Freycon (2000) pour la zone de Régina.

Les références bibliographiques citées se trouvent en Annexe 5

## Annexe 1 – Calendrier de la mission

Mercredi 25 octobre 2006.

Voyage Montpellier → Paris → Cayenne.

Jeudi 26 octobre 2006.

Réunion de travail avec J.-B. Roelens

Réunion avec J. Weigel (investissement J. Weigel « carto des sols »)

Laboratoire avec J.B. Roelens : interprétation des sols de la parcelle P7

Vendredi 27 octobre 2006

Réunion de travail avec E. Nicolini sur le projet d'article « Crique Plomb : sol-structure »

Réunion de travail avec L. Blanc et E. Nicolini sur le sujet 2007 de Mastère 2 (E. Robert)

Réunion avec D. Bonal, E. Marcon et J. Weigel (investissement J. Weigel « carto des sols »)

Laboratoire avec J.-B. Roelens : interprétation des sols de la parcelle P4

Lundi 30 octobre 2006

Terrain à Paracou avec J.-B. Roelens, F. Kago et O. Ngwété : validation de la cartographie des sols de la parcelle P7

Réunion avec L. Blanc et B. Thibault (investissement J. Weigel « carto des sols »)

Mardi 31 octobre 2006

Terrain à Paracou avec J.-B. Roelens, F. Kago et A. Etienne : validation de la cartographie des sols de la parcelle P4. Aperçu des plantations « Espèces locales »

Laboratoire avec J.B. Roelens : interprétation des sols de la parcelle P5

Jeudi 2 novembre 2006

Terrain à Paracou avec J.-B. Roelens, F. Kago et A. Etienne : validation de la cartographie des sols de la parcelle P5

Réunion avec J.B. Roelens : amélioration lettre de motivation pour le poste d'assistant de recherche (Anr Bridge)

Vendredi 3 novembre 2006

Laboratoire avec J.B. Roelens : validation de la cartographie des sols des parcelles P4, P7 et des sols des plantations « Espèces locales »

Recherche documents « abattis Guyane » → mission C. Brognoli, déc. 2007

Lundi 6 novembre 2006

Réunion de travail avec F. Ingrassia (Onf) et P.J. Trombe (Vcat Onf) sur le projet d'article Gond et al. « Carte végétation de la Guyane ».

Réunion de travail avec S. Guitet (Onf) sur le projet « Diversité habitats » (Ecosystèmes tropicaux 2005)

Mardi 7 novembre 2006

Réunion de travail avec L. Blanc, M. Echard et J.B. Roelens sur « Sujet écologie de J.B. Roelens »

Réunion de travail avec F. Pinta sur « sols du littoral de la Guyane en lien avec projet bio-carburant »

Mercredi 8 novembre ... et jeudi 9 novembre 2006

Réunion de travail avec J. Le-Fol : état d'avancement de sa thèse et de sa recherche d'emploi

Laboratoire avec A. Etienne et J.B. Roelens : emballage des échantillons de sols de la parcelle P13

Voyage : Kourou → Cayenne → ... → Paris → Montpellier



**Annexe 2 - Demande de financement sur fonds FNS (12<sup>ème</sup> Cper) d'un poste de VCAT en Guyane  
(Année 2006)**

**Intitulé du projet : Cartographie des sols et relation avec la végétation forestière  
(Paracou, Guyane française).**

**Demandeurs :**

Vincent FREYCON  
CIRAD-Forêt  
UPR37  
Campus International de Baillarguet  
TA10/D  
34398 Montpellier Cedex 5  
Tél. : 04 67 59 39 40  
Fax : 04 67 59 37 33  
[vincent.freycon@cirad.fr](mailto:vincent.freycon@cirad.fr)

Lilian BLANC  
CIRAD-Forêt  
Campus agronomique  
BP 701  
97387 Kourou Cedex  
Tél. : 05 94 32 73 50  
Fax : 05 94 32 73 51  
[lilian.blanc@cirad.fr](mailto:lilian.blanc@cirad.fr)

**Description du projet**

**Rappel du contexte et de la problématique :**

Paracou est un dispositif de recherche forestière installé depuis 1984 en Guyane française par le département Forêts du CIRAD. L'objectif initial était d'étudier les conséquences de différentes intensités d'exploitation sur la dynamique forestière. Le dispositif comprend quinze parcelles de 6,25 hectares sur lesquelles tous les arbres d'un diamètre supérieur à 10 cm sont cartographiés, déterminés et mesurés (circonférence) régulièrement. Les résultats acquis depuis deux décennies ont permis de fournir au gestionnaire forestier des recommandations pratiques sur la gestion forestière (durée des cycles d'exploitation, sensibilité des espèces à l'exploitation, intensité du prélèvement d'arbres, etc.). Parallèlement à ces études ont été développés des travaux visant à mieux comprendre le fonctionnement de l'écosystème forestier dans toutes ses composantes (sol, faune, communauté d'arbres) faisant appel à de nombreuses disciplines (microbiologie, écophysiologie, pédologie, génétique, etc.).

Un ouvrage récemment publié présente une synthèse de ces différentes études<sup>5</sup>.

De part le nombre d'arbres suivis, la durée de l'expérimentation, la qualité des mesures et la diversité des études passées ou en cours, c'est un dispositif de recherche forestière remarquable et de première importance en zones tropicales.

Depuis quelques années, l'accent est mis sur une meilleure description du peuplement d'arbres (détermination botanique, mesures précises des arbres au tronc déformés) et de l'environnement. Ce dernier point concerne plus particulièrement les sols.

A ce jour, seuls les bas-fonds ont été cartographiés sur l'ensemble des parcelles. Cette information est partielle et doit être complétée par une description des sols plus complète à l'échelle de la parcelle afin de pouvoir développer plusieurs axes de recherche, notamment les suivants :

---

<sup>5</sup> S. Gourlet-Fleury, J.-M. Guehl and O. Laroussinie (Eds). 2004. Ecology and Management of a Neotropical Rainforest. Lessons drawn from Paracou, a long-term experimental research site in French Guiana. Elsevier, Paris. 311 p.

Axe 1 : Comment les caractéristiques édaphiques, la perturbation due à l'exploitation forestière et la biodiversité expliquent les composantes de la dynamique forestière du peuplement. Comment varie dans l'espace et en fonction de ces critères la croissance du peuplement d'arbres et son turn-over ?

Axe 2 : Relations entre la répartition spatiale d'une espèce et les facteurs édaphiques. Quels facteurs édaphiques sont discriminants pour expliquer la répartition spatiale des espèces ? Pour quelles espèces ?

Pour pouvoir développer ces différents axes de recherche, il est nécessaire de connaître la cartographie des sols des quinze parcelles de 6,25 ha. Or, à ce jour, la cartographie complète des sols est connue seulement sur les 6 parcelles témoin (Barthes 1991 ; Soucémarianadin 2004, Weigel 2005). Il est donc nécessaire de réaliser la cartographie des sols des neuf autres parcelles (Parcelles 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 et 12) suivant différents critères édaphiques (type de drainage, chimie, ...).

### **Objectifs**

Dans le contexte cité, les objectifs du VCAT sont (i) de réaliser sur le terrain la cartographie des sols de 7 parcelles traitées de 6,25 ha chacune de Paracou (ii) de croiser la cartographie des sols avec la végétation forestière.

Les 2 dernières parcelles traitées seront *a priori* réalisées par J. Weigel (Umr Ecofog) avec l'aide d'un financement du Ministère de l'Outre-Mer.

### **Déroulement et tâches réalisées**

#### *Cartographie des sols de sept parcelles (7 mois)*

Test de mesure de la compacité des sols ; Etude des sols par des sondages tarière ; environ 75 sondages par parcelle de 6,25 ha ; recueil d'échantillons de surface [10-20cm] ; envoi des échantillons pour analyses chimiques (C, N, Al, P, CEC ; pH).

Cette démarche ne devrait pas poser de problèmes puisque le savoir-faire a été acquis lors de la cartographie des sols réalisée sur les 6 parcelles-témoin de Paracou (Soucémarianadin 2004, Weigel 2005). Seule nouveauté: le fait de travailler sur des parcelles ayant été perturbées par des interventions sylvicoles , ce qui nécessitera a priori de tester au préalable la mesure de la compacité des sols.

#### *Relations entre la cartographie des sols et la répartition spatiale des espèces (4 mois)*

Intégration de la cartographie des sols dans un SIG (ArcGis) et une base de données (Access) ; croisement de la cartographie des sols avec la végétation forestière ; analyses statistiques (test de permutation, analyses discriminantes).

## Moyens humains

V. Freycon (Cirad), pédologue en poste en Guyane de 1999 à 2005 et aujourd'hui à Montpellier, appuiera le Vcat lors de 3 missions de 15 jours (i) l'une au démarrage du Vcat pour une formation sur le terrain de la cartographie des sols (ii) la deuxième, 2 à 3 mois après le démarrage, pour valider les premiers mois de terrain et résoudre les problèmes rencontrés par le VCAT (iii) la troisième, 7 mois après le démarrage, afin de faire une validation finale de la cartographie des sols avant d'étudier les liens avec la végétation.

J. Weigel (Engref, Umr Ecofog), ayant acquis une bonne expérience de terrain en réalisant en 2005 la cartographie des sols de 4 parcelles témoin de Paracou, pourra apporter si nécessaire un appui ponctuel sur le terrain ou au labo, pour résoudre les problèmes rencontrés au quotidien (échantillonnage, interprétation des sols).

Un à deux collaborateurs du Cirad-Forêt travailleront sur le terrain, au quotidien, avec le VCAT.

X (technicien SIG du Cirad, recrutement prévu en septembre 2005) et Y (VCAT statisticien, remplaçant de J. Fabre, arrivée prévue en septembre 2005) pourront aider le VCAT à structurer les données dans un SGBD, à intégrer les données dans un SIG et à réaliser les analyses statistiques.

L. Blanc (Cirad, Umr Ecofog) supervisera les analyses SIG et statistiques en lien avec la végétation.

### **Annexe 3 – Compte rendu de la réunion du 27 octobre 2006 sur l'investissement de Jean Weigel sur « Cartographie des sols de Paracou »**

Kourou, le 27 octobre 2006

#### **PRESENTS : Damien Bonal, Vincent Freycon, Eric Marcon, Jean Weigel**

- La cartographie des sols de Paracou avance comme prévu, et J. B. Roelens, encadré par Vincent, a rempli sa mission. Il ne reste maintenant plus que 3 parcelles à terminer à Paracou, cad l'équivalent de 3 mois de travail à 100%, au rythme de J. B. Roelens. J. B. Roelens va démarrer maintenant une autre activité, plus proche de l'écologie, encadré par Lilian et Vincent, et ne peut donc pas terminer ces parcelles.
- Par rapport au profil de technicien en expérimentations végétales de Jean et les programmes en cours ou à venir, il est impossible que Jean ne libère plus de 2 jours tous les 15 jours, au cours des 8 prochains mois, pour se consacrer à une autre activité, la carto des sols de Paracou en l'occurrence.
- Jean reste intéressé pour effectuer cette cartographie, voire d'autres études pedo si nécessaires à l'avenir, mais à conditions que cela puisse correspondre à un investissement plus important de sa part.
- Cet investissement est incompatible avec ses autres activités, et d'un commun accord, nous avons décidé que Jean ne s'investirait pas pour l'instant dans la carto des sols de Paracou.
- Cette situation pourrait évoluer en 2007-2008, s'il s'avère (i) que l'activité en expérimentation végétale de Jean n'occupe pas plus de 50% de son emploi du temps (clairement pas envisageable avant mi-2008 si l'aide qu'il reçoit actuellement n'augmente pas), ou (ii) que l'implication d'autres personnels de l'Umr en expérimentation végétale (1-2 ouvriers du CIRAD ? le jeune PACTE INRA ?) augmente significativement et permette à Jean de libérer un peu de temps, tout en le laissant remplir sa mission initiale défini dans le profil.
- Il n'empêche que l'Umr s'est engagée (certes, auprès d'elle-même !!) à terminer la carto des sols de Paracou ! Nous ferons de nouveau le point avec Jean et Vincent mi-2007 sur la possibilité qu'aura alors Jean de s'investir dans cette cartographie.

Damien Bonal

**Annexe 4 – Sujet de stage**  
**« Distribution spatiale et performance des espèces d'arbres de forêt tropicale humide en relations avec les facteurs pédologiques »**  
(Version 8 septembre 2006)

**Responsables**

Encadrant principal : Vincent Freycon ([vincent.freycon@cirad.fr](mailto:vincent.freycon@cirad.fr))

Co-encadrants : Lilian Blanc ([lilian.blanc@cirad.fr](mailto:lilian.blanc@cirad.fr)), Bruno Ferry ([ferry@engref.fr](mailto:ferry@engref.fr)), Eric Nicolini ([eric-andre.nicolini@cirad.fr](mailto:eric-andre.nicolini@cirad.fr)), S. Gourlet-Fleury ([sylvie.gourlet-fleury@cirad.fr](mailto:sylvie.gourlet-fleury@cirad.fr))

**Localisation du stage** : CIRAD, Campus de Baillarguet, UPR37, Montpellier

**Niveau** : Mastère 2

**Durée** : 6 mois

**Mots clef** : relations sol-végétation, croissance, distribution spatiale, arbres, forêt tropicale humide, Guyane, dispositif de Paracou.

**Contexte :**

En forêt tropicale humide, l'influence du sol sur la **distribution spatiale des espèces** est claire entre les sols de bas-fonds et les sols de terre ferme : certaines espèces sont en effet inféodées à seulement un de ces types de sol. Au sein des sols de terre ferme, cette influence est beaucoup moins nette, voire même niée (Hubbel et al. 1999). Toutefois, en Guyane, des travaux montrent l'influence du sol sur la distribution spatiale des espèces (Sabatier et al. 1997, Paget 1999, Morneau, en cours). Les facteurs édaphiques pris en compte dans ces études étaient le drainage, un gradient d'hydromorphie ou la profondeur du sol mais pas la fertilité chimique, un facteur pourtant important si la variabilité des paramètres chimiques (N, P, K, CEC, ...) est suffisante (Newbery & Proctor 1984).

En forêt tropicale humide, la **croissance d'un arbre** dépend :

- des ressources du milieu - eau, lumière, nutriments du sol (Baker et al. 2003)
- de son statut social (dominant → dominé) pour accéder à ces ressources (Parresol 1995, Webb 1999).
- de son appartenance à un groupe fonctionnel (espèces de pleine lumière à croissance rapide → espèces d'ombre à croissance lente)
- du stade de développement de l'arbre (Hallé 1978) et de son histoire telle des traumatismes (Charrière 2006).

L'interaction de ces différents facteurs sur la croissance d'un arbre rend difficile la mise en évidence de l'influence d'un de ces facteurs. Cela peut expliquer des résultats non significatifs entre la fertilité chimique des sols et la croissance des arbres (Ashton & Hall 1992, Clark et al. 1998). En Guyane, la prise en compte par F. Morneau (travail en cours) du sol et d'un indice de compétition local pour expliquer la croissance des espèces conduit aussi à des résultats décevants (Au mieux 10% de la variabilité de la croissance est expliquée par le modèle).

L'approche adoptée par Charrière (2006) est plus prometteuse puisque elle met en évidence l'importance du statut de l'arbre par rapport à la lumière (mesuré par l'indice de Dawkins) et des traumatismes de l'arbre sur la croissance d'une espèce donnée. Par contre, l'influence du sol n'a pu être prise en compte qu'à travers un effet site.

Les travaux en cours de L. Blanc sur le dispositif de Paracou vont aussi dans ce sens : la croissance des arbres s'explique bien en premier lieu par le statut social de l'arbre par rapport à l'accès à la lumière : les arbres dominés (indice de Dawkins < 4) ne poussent pas au contraire des arbres dominants (indice de Dawkins ≥ 4). Ces résultats sont cohérents avec ceux de Parresol (1995), Moravie et al. (1999) et de Webb (1999). Par contre, la variabilité de la croissance des arbres dominants reste encore inexpliquée. Il reste à expliquer cette variabilité.

### **Objectifs du stage :**

Dans le contexte cité, l'**objectif principal** du stage est d'étudier l'**influence du sol sur la croissance des arbres dominants** (indice de Dawkins  $\geq 4$ ) **et du présent pour quelques espèces de Paracou.**

Les questions associées à cet objectif principal sont les suivantes :

- La croissance est-elle différente suivant les différents types de sols ?
- Parmi les différents critères édaphiques (type de drainage, fertilité chimique, sols particuliers - pegmatite, riches en éléments grossiers), quel(s) critère(s) sont les plus discriminants sur la croissance ?
- Les différences de croissance entre types de sol sont-elles comparables suivant les espèces ?

L'**objectif secondaire** du stage est d'étudier la pertinence de la **fertilité chimique** du sol par rapport au drainage pour expliquer la **distribution spatiale** de quelques espèces de Paracou.

Les questions associées à cet objectif secondaire sont les suivantes :

- Quelle est la variabilité des paramètres chimiques des sols de Paracou ?
- La prise en compte de la fertilité chimique conduit-elle aux mêmes regroupements d'espèces qu'en tenant compte des paramètres de drainage et d'hydromorphie ?

L'**originalité** de cette étude consiste à :

- étudier l'influence du sol sur la croissance des arbres de quelques espèces en maîtrisant les autres principaux facteurs de variabilité de la croissance d'un arbre : statut social par rapport à la lumière et stade de développement
- prendre en compte la richesse chimique du sol et non pas seulement les paramètres associés au drainage et à l'hydromorphie.
- prendre en compte les indices de Dawkins sur un très grand nombre d'arbres.

### **Données utilisées :**

Le stagiaire utilisera les données des six parcelles témoin du dispositif de Paracou. La superficie de chaque parcelle témoin est de 6,25 ha.

Les données disponibles seront, pour ces six parcelles témoins, au moins les suivantes :

La croissance, la survie et le recrutement des arbres ( $> 10$  cm à hauteur de poitrine) pour la période comprise entre 1984 et 2005.

Les indices de Dawkins de tous les arbres.

Le stade de développement des arbres pour trois parcelles (P1, P15, P13 – en cours).

La cartographie des sols issue du travail de Soucémariadin (2004) et de Weigel (2005). Cette cartographie concerne les types de drainage + sols particuliers (pegmatite, riches en éléments grossiers, apports).

La fertilité chimique, établie sur une dizaine de paramètres (C, N, P, CEC, bases échangeables, Al), pour au moins trois parcelles (P1, P6, P15) et peut-être pour une quatrième parcelle (P13 ou P11). Environ 70 échantillons de sols ont été analysés pour chaque parcelle de 6,5 ha. Ce taux d'échantillonnage est a priori suffisant pour établir des cartes de richesse chimique par parcelle.

### **Bibliographie**

Ashton, P.S. and Hall, P., 1992. Comparisons of structure among mixed dipterocarp forests of north-western Borneo. *Journal of Ecology*, 80: 459-481.

Baker, T.R., Swaine, M.D. and Burslem, D., 2003. Variation in tropical forest growth rates: combined effects of functional group composition and resource availability. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics*, 6(1-2): 21-36.

Charrière, M., 2006. Croissance de plusieurs espèces forestières guyanaises, en relation avec le développement de l'arbre et les facteurs environnementaux, ENGREF, Nancy, 30 pp.

- Clark, D.B., Clark, D.A. and Read, J.M., 1998. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. *Journal of Ecology*, 86: 101-112.
- Hubbell, S.P. et al., 1999. Light-gap disturbances, recruitment limitation, and tree diversity in a neotropical forest. *Science*, 283(5401): 554-557.
- Moravie, M.A., Durand, M. and Houllier, F., 1999. Ecological meaning and predictive ability of social status, vigour and competition indices in a tropical rain forest (India). *Forest Ecology and Management*, 117(1-3): 221-240.
- Newbery, D.M. and Proctor, J., 1984. Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak. *Journal of Ecology*, 72: 475-493.
- Paget, D., 1999. Etude de la diversité spatiale des écosystèmes forestiers guyanais: Réflexion méthodologique et application, ENGREF, Nancy, 154 pp.
- Parresol, B.R., 1995. Basal area growth for 15 tropical tree species in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management*, 73: 211-219.
- Sabatier, D. et al., 1997. The influence of soil cover organization on the floristic and structural heterogeneity of a Guianan rain forest. *Plant Ecology*, 131(1): 81-108.
- Webb, E.L., 1999. Growth ecology of *Carapa nicaraguensis* Aublet. (Meliaceae): Implications for natural forest management. *Biotropica*, 31(1): 102-110.

## **Les étapes du stage**

### *Bibliographie (Avant le stage)*

Bibliographie sur les facteurs influençant la croissance des arbres

### *Bibliographie (2 semaines)*

Bibliographie sur les différents paramètres de mesure de la croissance d'un arbre (croissance du diamètre, de la surface terrière, ... ; croissance absolue, relative, ...)

### *Relations sols-croissance (1 mois et demi)*

Prise en main de la Base de données « Paracou » et du logiciel R

Constitution du jeu de données (sélection espèces, arbres dominants du présent...)

Analyses statistiques : croissance x typologie des sols (drainage, hydromorphie, éléments grossiers) → détection des arbres « outliers » (faible croissance vs forte croissance)

### *Mission en Guyane (2 semaines, sous réserve)*

Terrain : repérage des arbres « outliers » ; mesures complémentaires (traumatismes,...)

Bureau : Résolution de problèmes rencontrés sur la base de données « Paracou » (T. Jembel) et/ou le logiciel R (M. Echard)

Discussion des premiers résultats avec L. Blanc et E. Nicolini

### *Relations sols-croissance (1 mois et demi)*

Prise en main du logiciel ArcGis (SIG)

Constitution des cartes de fertilité chimique sur ArcGis (Information ponctuelle → information surfacique)

Analyses statistiques : croissance x typologie des sols (drainage, hydromorphie, éléments grossiers, fertilité chimique)

### *Relations sols-distribution des espèces (1 mois)*

Constitution du jeu de données

Croisement des cartes : distribution des espèces x fertilité chimique

Analyses statistiques : espèces x fertilité chimique

Comparaison avec les regroupements d'espèces suivant drainage et hydromorphie (Morneau, en cours)

### *Rédaction du rapport (1 mois)*

### **Conditions**

Ce stage s'effectuera au Cirad à Montpellier (site de Baillarguet desservi à partir du centre-ville par tram et bus). Le stagiaire aura à sa charge ses frais de logement sur Montpellier et ses frais de nourriture.

Il est prévu une mission de 2 semaines en Guyane. Le financement de cette mission n'est pas encore acquis à ce jour (sept. 2006). Si cette mission a lieu, le Cirad prendra en charge le billet d'avion Aller-Retour (Montpellier-Guyane), les frais de logement en Guyane et les frais de déplacement (véhicule) liés au terrain. Le stagiaire logera en Guyane à Kourou (maison des stagiaires) ou à Paracou dans un carbet.

Pour la durée du stage, le Cirad versera une indemnité de stage d'environ 300 euros/mois.



## **Annexe 5 – Références bibliographiques conseillées à F. Pinta pour avoir une synthèse des sols du littoral guyanais**

- Barthes B. 1989. Possibilité d'extension du périmètre de Crique Toussaint (Sinnamary) : étude agro-pédologique. Orstom, Cayenne. 14 p.
- Barthes B. 1990a. Cartographie des sols sur le périmètre de St Jean (St Laurent du Maroni). Programme intégré d'aménagement rural (PIAR). Orstom, Cayenne. 20 p.
- Barthes B. 1990b. Cartographie des sols, propriétés agronomiques et possibilités d'extension de Rocoucoua-sud (Iracoubo). Orstom, Cayenne. 20 p.
- Boulet R., Fritsch E., Humbel F.X. 1979. Les sols des terres hautes et de la plaine côtière ancienne en Guyane française septentrionale : organisation en systèmes et dynamique actuelle de l'eau. Orstom, Cayenne.
- Boulet R., Godon P., Lucas Y., Worou S. 1985. Analyse structurale de la couverture pédologique et expérimentation agronomique en Guyane. Orstom, Cayenne.
- Boulet R., Humbel F-X., Hervieu J. 1980. Données nouvelles sur les sols guyanais : applications à la mise en valeur. D'après les travaux de R. Boulet et F.X. Humbel. Avec la collaboration de J. Hervieu. Avril 1980. Orstom, Cayenne.
- Favrot J.C., Lagacherie P., Bouzigues R., Andrieux P., Barthes B., Vincent B. 1987. Etude des sols du secteur de référence de la savane guyanaise : plaine côtière ancienne en vue de l'assainissement drainage. Inra. 432 p.
- Freycon V. 2000. Zonage Agriculture-Forêt sur le secteur de Régina-St Georges. Etude pédologique. Cirad, Kourou. 60 p.
- Godon P., Guillobez S. 1980. Le milieu agricole guyanais : acquis et propositions de la recherche agronomique. IRAT, Août 1980, 13 p. + carte
- Guillobez S. 1979. Esquisse physiographique : Région côtière de la Guyane. GERDAT-IRAT, service de cartographie. 1 carte. Echelle 1:500000
- Leprun J.C., Misset M. et al. 2001. Cartographie agro-pédologique des sols guyanais à partir des documents existants et intégration dans un sig. IRD/EPAG, 146 p.
- Turenne J.F. 1967a. Rapport explicatif de la carte pédologique au 1/50 000è du littoral guyanais entre Sinnamary et Iracoubo. 1ère partie : rapport explicatif. Orstom, Cayenne.
- Turenne J.F. 1967b. Rapport explicatif de la carte pédologique au 1/50 000è du littoral guyanais entre Sinnamary et Iracoubo. 2ème partie : dossier de caractérisation pédologique. Orstom, Cayenne.

•  
•  
•  
•  
•

B  
RPA