

**Compte-rendu de mission en Guyane
7 au 25 juin 2009**

**Encadrement de M. Desprez (Montagne Plomb, Laussat) et de J. Weigel (Cartographie des sols de Paracou). Aperçu d'anciens sites amérindiens (Montagne couronnée, Eperon barré)
Vincent Freycon, 15 juillet 2009**

I. Synthèse de la mission

Cette mission avait comme principal objectif d'encadrer l'activité « Caractérisation des sols du réseau de placettes permanentes GUYAFOR (Guyane française) » de Mathilde Desprez, VCAT du CIRAD. Sur le terrain, cet encadrement s'est focalisé sur les sites de Montagne Plomb et de Laussat. Au bureau, il a consisté en une synthèse du travail réalisé depuis le début de son Vcat et des perspectives de travail d'ici la fin de son Vcat.

Cette mission nous a aussi permis de :

- Valider sur le terrain et au labo le travail de cartographie des sols des parcelles 2 et 3 de Paracou réalisé par J. Weigel
- Prospector les sols d'un éperon barré et d'une montagne couronnée, deux sites occupés dans le passé par les amérindiens et qui sont étudiés au sein du projet Couac (resp. E. Dambrine, S. Jérémie).
- Rencontrer différents thésards : F. Wagner, E. Fonty et J. Le-Fol

Cette mission a été financée par le 13^{ème} CPER Guyane (projet Guyafor, responsable : L. Blanc, Cirad).

Notre séjour s'est déroulé dans d'excellentes conditions, grâce notamment à son organisation par Mathilde Desprez, la préparation logistique du terrain par Martinus Koese, à l'accueil de Lilian Blanc, au travail partagé sur le terrain avec Mathilde Desprez, Onoefe Ngwete, Abner Etienne, Michel Baisie, Lilian Blanc et Jean Weigel, aux « guides » Olivier Brunaux et Bruno Hérault sur les sites du projet Couac et aux discussions sur les « Terra Preta » avec Yann Reinette. Enfin, la rédaction du rapport a bénéficié d'un appui « cartes topo et SIG » donné par Pierre Joubert (Onf) et Nicolas Fauvet. Merci à tous !

II. Calendrier de la mission

Cf. Annexe 1

III. Caractérisation des sols du réseau de placettes permanentes Guyafor (Vcat M. Desprez)

1. Site de Montagne Plomb

Objectif, M&M

Sur ce site, l'objectif était de valider la caractérisation des sols de la parcelle qu'avait réalisée M. Desprez. Cet objectif a été rapidement atteint puisque nous avons déjà étudié les sols de Montagne Plomb le long de deux toposéquences de 2 km dans le cadre du projet Dime (resp. D. Sabatier) et de la thèse de J. Le-Fol. Cette étude avait notamment conduit à l'ouverture de trois fosses dans (fosse 1J) ou à proximité (fosses 1I et 1K) de la parcelle et à la proposition d'un modèle d'organisation des sols (Freycon, 2005). De son côté, avant notre mission, M. Desprez avait caractérisé les sols de la parcelle en réalisant 21 sondages tarière et en ouvrant une nouvelle fosse (fosse 4). Finalement, la réalisation de 6 sondages tarière complémentaires

et le suivi de la cuirasse affleurante au sein de la parcelle ont suffi pour valider la caractérisation des sols de cette parcelle.

Caractérisation des sols

La parcelle se situe en bas de versant de la toposéquence PG17 du projet Dime et sur une croupe qui est encadrée par deux thalwegs orientés au nord-est (Fig. 1). L'altitude de cette parcelle est comprise entre 90 et 120 m d'altitude qui correspond au dernier niveau cuirassé important observé en Guyane (Egal et al. 1994, Paget 1999, Théveniaut & Freyssinet 1999). Nous avons distingué ce niveau cuirassé en deux niveaux, le 6^{ème} niveau étant caractérisé par la présence de pisolites au contraire du 7^{ème} niveau (Fig. 2). Le 7^{ème} niveau cuirassé est très visible sur les rebords nord-est du carré 5 et nord-ouest du carré 6. Ces deux rebords surplombent des blocs de cuirasse d'une dizaine de mètres de dénivelé qui marquent la limite entre la croupe et les deux thalwegs. Le 6^{ème} niveau cuirassé est moins marqué. Il se devine dans la parcelle par l'affleurement irrégulier de la cuirasse et par un décrochement de la pente d'environ 1 m de dénivelé que nous avons suivi plus ou moins notamment le long de la limite entre les carrés 2 et 4. Finalement, cette parcelle est « armée par la cuirasse » sur ses bordures nord-est et nord-ouest et à la limite entre les carrés 2 et 4. Le modèle d'organisation des sols que nous avons suggéré (Freycon 2005) semble être confirmé au sein de cette parcelle, avec la présence d'une cuirasse affleurante (6^{ème} et 7^{ème} niveau cuirassé) et de deux grands types de sols : des sols minces qui se trouvent en amont de la cuirasse affleurante et des sols plus profonds (au moins 1 m de profondeur) mais abondants en graviers de cuirasse qui se trouvent en aval de la cuirasse affleurante.

Bibliographie conseillée sur les cuirasses, leur origine et leur démantèlement

Beauvais & Tardy 1991, Bilong et al. 1992, Tardy 1993, Birkeland 1999 (p. 121-127), Paget 1999, Temgoua et al. 2002, Bitom et al. 2003, Horbe & da Costa 2005

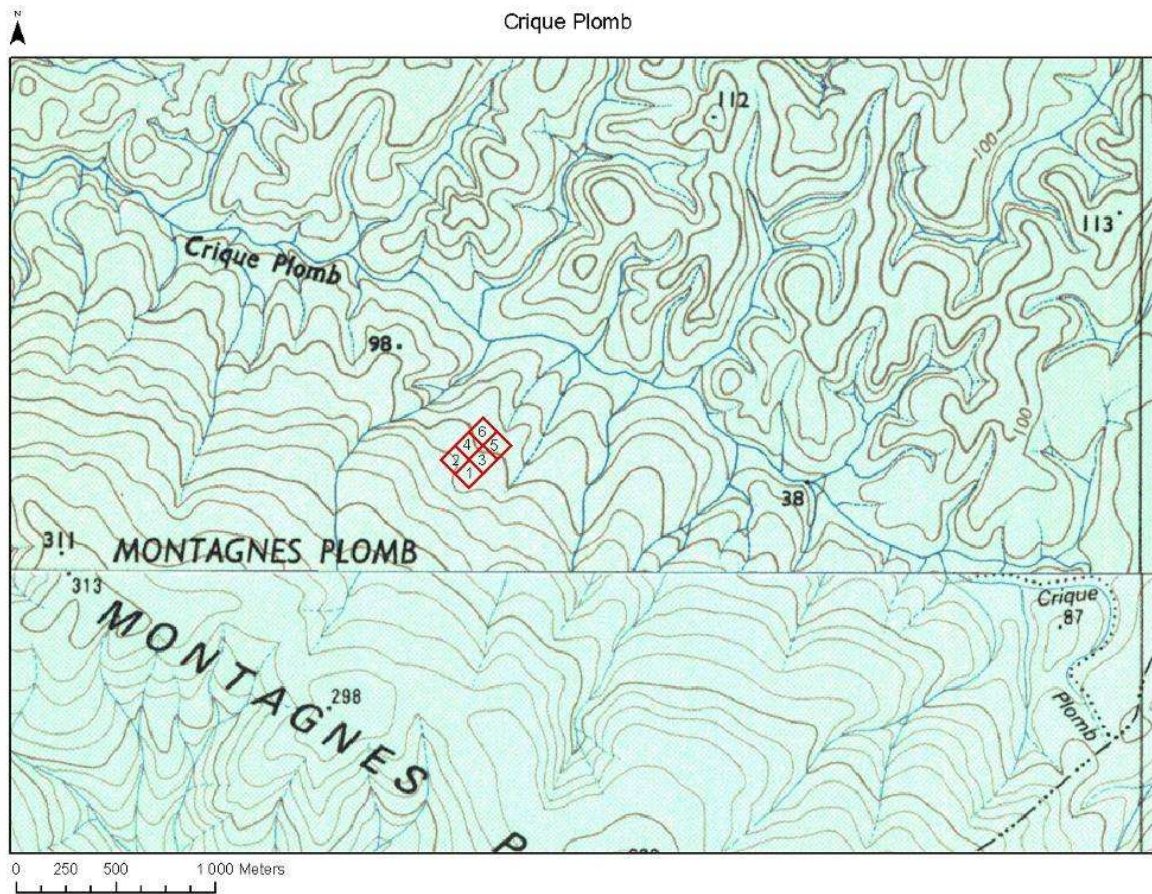


Figure 1 : Localisation de la parcelle Guyafor de Montagne Plomb
 (Fonds topographiques = cartes IGN Haut-Kourou NO et Kourou SO à 1:50000)

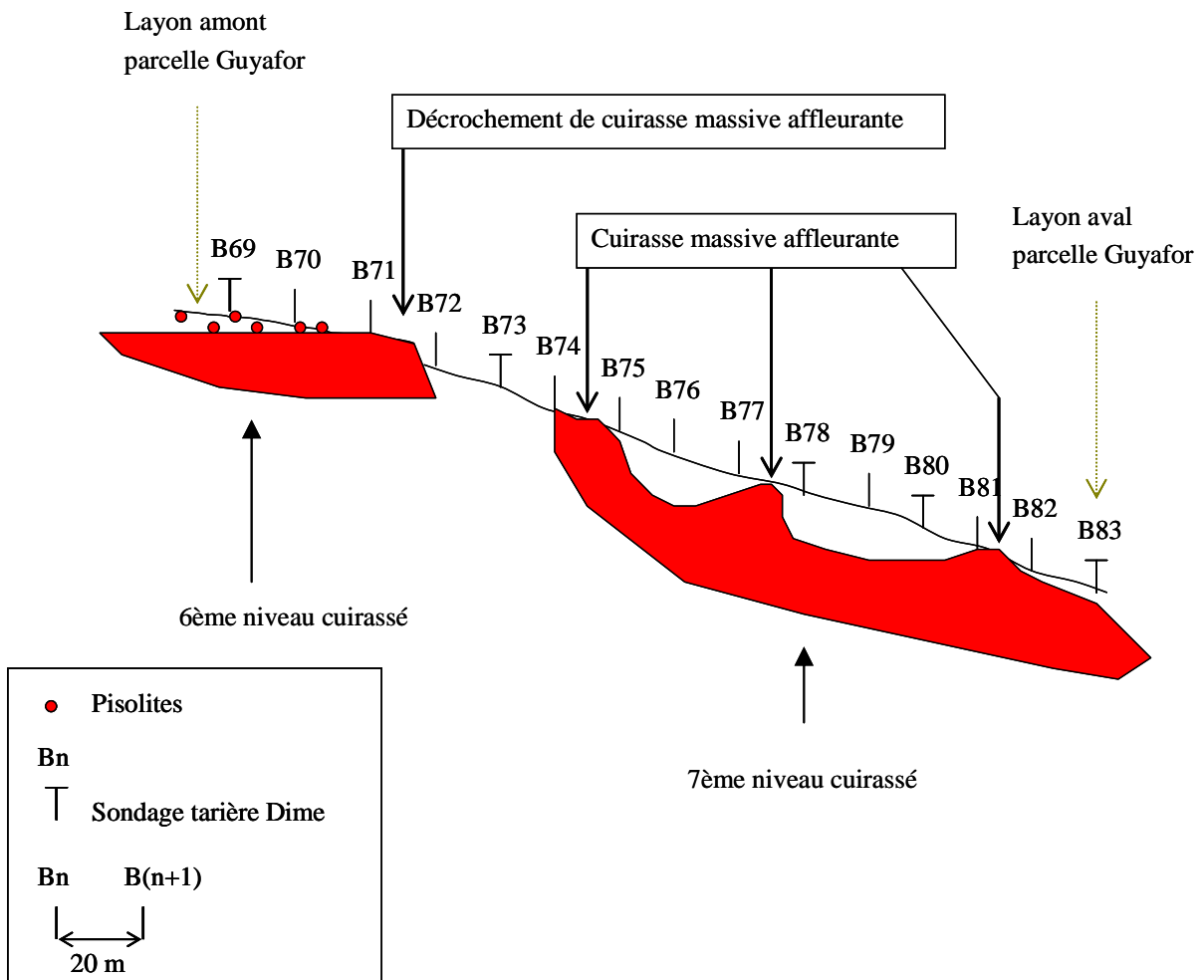


Figure 2 : Schéma d'organisation des sols au sein de la parcelle Guyafor et le long de la toposéquence PG17

2. Site de Laussat

Objectif, M&M

Sur ce site, l'objectif était de prospector les sols afin de savoir où installer la parcelle Guyafor sur sables blancs. Cet objectif a été rapidement atteint puisque nous avons bénéficié d'une première prospection réalisée en 2007 par C. Baraloto dans cette zone. Finalement, six sondages tarière à 1m20 (s1 à s6, 17 juin 2009) et une douzaine de sondages tarière à 60 cm ont été suffisants pour définir l'emplacement de la parcelle Guyafor. Nous avons alors participé à l'installation de cette parcelle, commencé à caractériser les sols de cette parcelle par cinq nouveaux sondages tarière et participé aux prélèvements des échantillons de sols et de surface.

Caractérisation des sols

La parcelle est située sur un replat avec une pente très faible et une altitude maximale de 33 m (Fig. 3). Les sols de la parcelle sont très homogènes, caractérisés par une texture sableuse et une couleur évoluant du 10YR4/1 (gris sombre) à [0-10 cm] à 10YR8/1 (blanc) à partir de 40 cm de profondeur. L'ouverture d'une fosse à la suite de notre mission a mis en plus en évidence (i) des accumulations de matière organique le long de galeries racinaires (ii) l'absence d'horizons d'accumulation de m.o. (Bh) et/ou de fer (Bs) au moins jusqu'à 2m60 de profondeur (iii) la présence d'une nappe perchée vers 2m10 de profondeur.

N'ayant pas détecté d'horizons d'accumulation Bh et Bs, nous nommerons pour l'instant ces sols des « sables blancs » bien qu'il s'agisse très certainement de podzols géants.

Notons que la végétation de cette parcelle Guyafor sur sables blancs présente à la fois des caractéristiques de sécheresse (présence de broméliacées comme à l'approche des inselbergs sur sols minces) et d'humidité (mousse, ...). De Granville (1970) notait déjà cette spécificité sur le plateau des Mines vers St Jean du Maroni « *Les arbres sont peu élevés, les troncs plus tortueux, le sous-bois un peu plus dense et surtout très riche en épiphytes. L'écologie est donc différente de la forêt sur sables jaunes. L'aspect broussailleux et xéritique évoque une sécheresse édaphique plus poussée tandis que l'abondance des épiphytes qui lui fait ressembler à une forêt tropicale de montagnes suggère une hygrométrie toujours très importante de l'air liée à un éclaircissement plus fort du sous-bois (voûte moins dense et peu élevée)* ». Le caractère d'humidité provient aussi très certainement de la présence de la nappe perchée que Blancaneaux (1973) avait aussi trouvée sur les sables blancs du Plateau des Malgaches mais à une profondeur plus faible (130 cm).

Lien entre géomorpho et sols

Cette parcelle se trouve sur un replat situé à 33 m d'altitude et possède des sols très homogènes de « sables blancs ». Sur la bordure d'une colline qui est située au nord-est et à dont le sommet est à 52 m d'altitude, nous avons confirmé la prospection réalisée par C. Baraloto en retrouvant un ferralsol de texture sableuse (s6 du 17 juin 2009, Fig. 4). Cette observation est cohérente avec les résultats de Veillon (1990) qui avait étudié la transformation des sols ferrallitiques en podzols sur deux sites de la zone dont le site d'Organabo, situé à 41 m d'altitude et à 9 km de la parcelle Guyafor (Fig. 5). On peut supposer que dans cette zone de Laussat sur migmatites caraïbes, les modelés de faible altitude (< 40 m) sont entièrement occupés par des sables blancs tandis que les modelés plus élevés (> 40 m) sont occupés par des ferralsols sableux et des sables blancs, respectivement en périphérie et au centre de ces modelés. Cette organisation des sols correspond aux stades 4 et 5 décrits par Lucas et al. (1987) (Fig. 6, Annexe 2). Rappelons que l'existence de différents stades évolutifs entre les ferrasols et les podzols remet en cause les deux substrats géologiques

(série détritique de base, migmatites caraïbes) qu'avaient distingués les géologues (Brouwer, 1962) (Fig. 6).

Bibliographie conseillée sur les sables blancs, les podzols et la podzolisation

Blancaneaux 1973, Chauvel 1987, Pédro 1987, Lucas et al. 1987, Veillon 1990, Birkeland 1999 (p. 108-112), Dubroeuq et al. 1999, Horbe et al. 2004

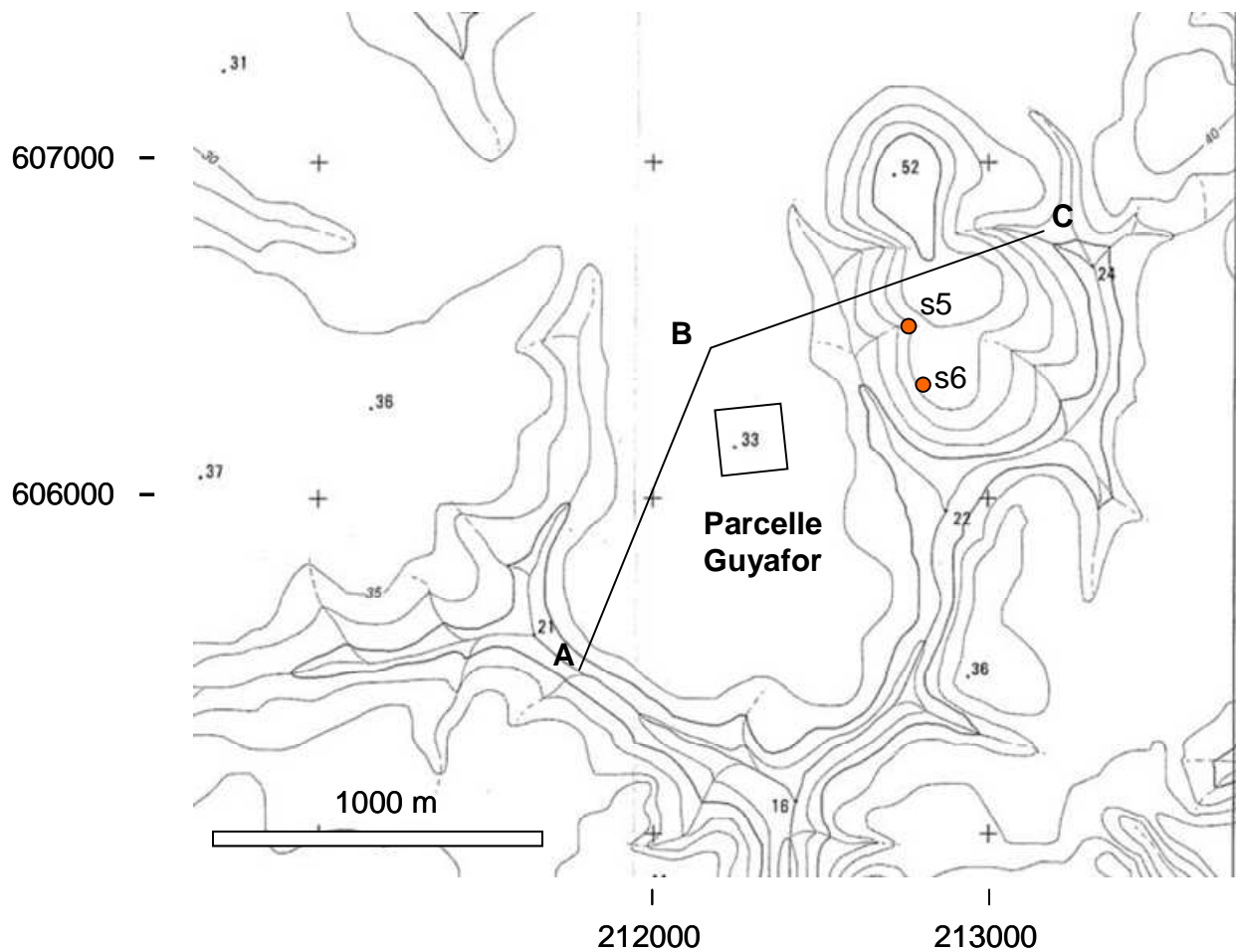


Figure 3 : Localisation de la parcelle Guyafor de Laussat.

(Fonds topographique = carte IGN Organabo 1:25000).

Le transect virtuel ABC correspond à la coupe topographique de la Fig. 6

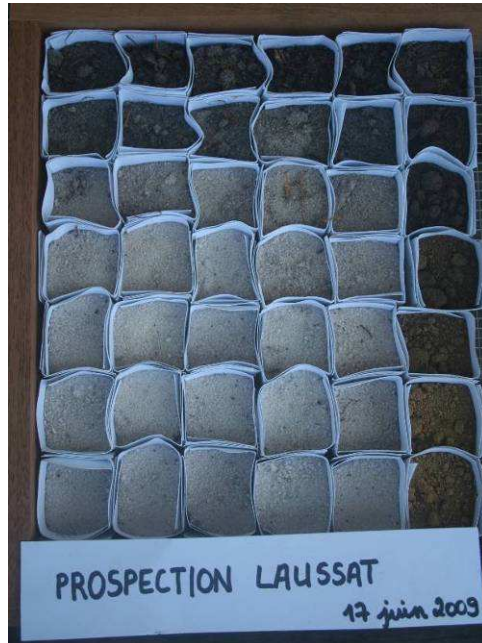


Figure 4 : Sondages tarière effectués le 17 juin 2009 pour déterminer l'emplacement de la parcelle Guyafor. Les sondages s1 à s6 sont ordonnés de gauche à droite. Les sondages s5 et s6 sont localisés sur la Fig. 3. Photo : M. Desprez.

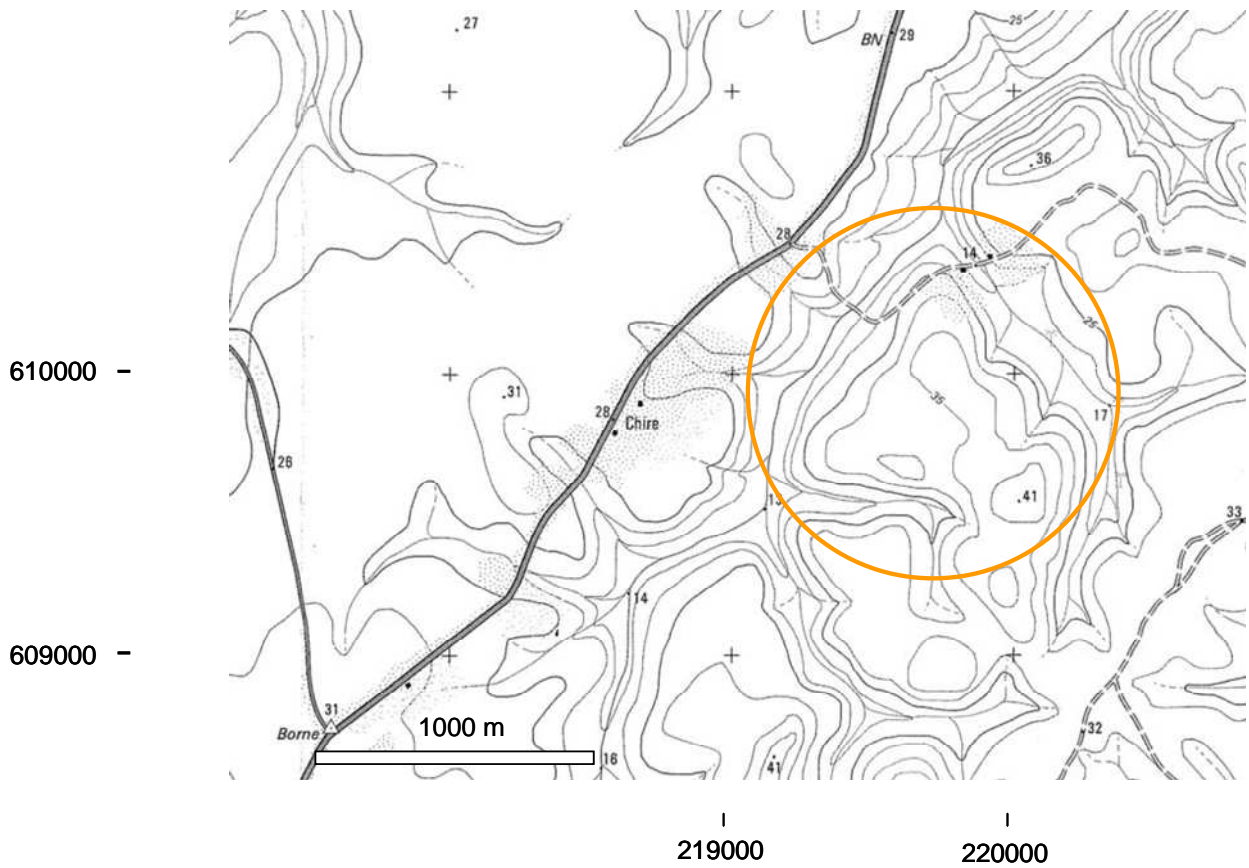


Figure 5 : Localisation du site « Organabo » étudié par Veillon (1990)
(Fonds topographique = carte IGN Organabo 1:25000).

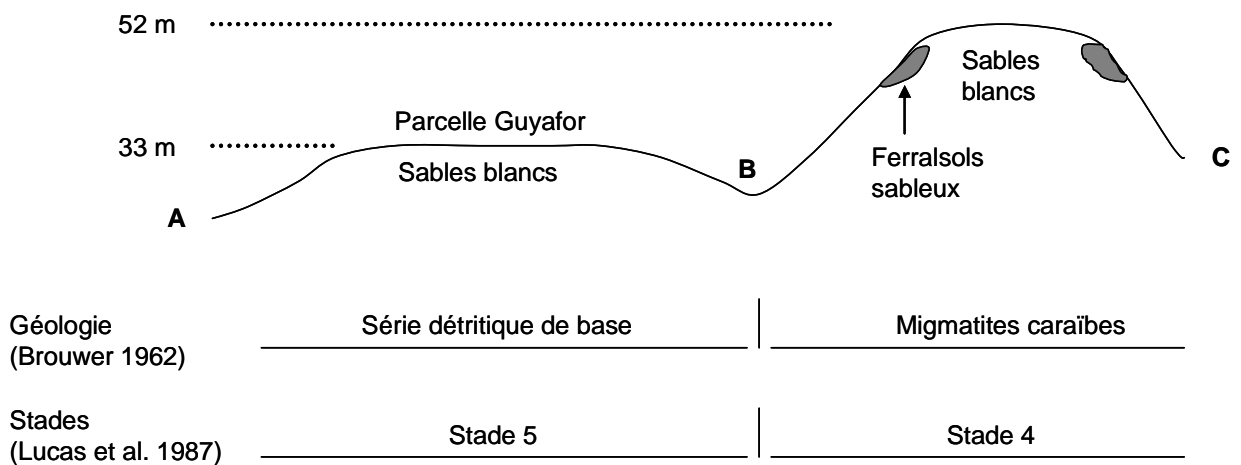


Figure 6 : Schéma d'organisation des sols à Laussat suivant le modelé et l'altitude
(tiré de Veillon 1984, Lucas et al. 1987 et Desprez et al. 2009)

3. Bilan du travail réalisé par M. Desprez

Au cours des 8 premiers mois de son Vcat (1^{er} nov. 2008 au 30 juin 2009), M. Desprez a réalisé un travail important puisqu'elle :

- a terminé sur le terrain la caractérisation des sols (+ prélèvements des échantillons de sols et de litière) des parcelles qui correspondent aux sept sites prioritaires du réseau Guyafor : Saut Lavillette, Montagne Tortue, Acarouany, Tibourou, Montagne Plomb, Bafog et Laussat.
- a rédigé pour chaque site une synthèse qui replace le site dans son milieu (géologie, topo, ...) et qui décrit les principaux sols représentatifs de la parcelle.
- a envoyé au laboratoire (Cirad, Montpellier) la majeure partie des échantillons de sols (surface, fosses) et de litière. Ces échantillons sont en cours d'analyse.

Son travail est récapitulé dans le Tab. 1.

Tableau 1 : Avancement des travaux de M. Desprez au 1^{er} juillet 2009

| Site | Terrain | Synthèse | Analyses | | |
|-----------------------|---------|----------|----------|--------------|------------|
| | | | Litière | Sols surface | Fosses WRB |
| Saut Lavillette | X | X | X | X | EC |
| Mgne Tortue | X | X | X | X | EC |
| Acarouany | X | X | X | EC | EC |
| Tibourou | X | X | X | EC | EC |
| Mgne Plomb | X | X | EC | EC | EC |
| Bafog (sommet, pente) | X | X | EC | EC | EC |
| Bafog (bas-fonds) | X | X | | | |
| Laussat | X | X | | | |

X=travail réalisé ; EC=Analyses en cours

Plus généralement, M. Desprez par sa rigueur méthodologique, son organisation, et sa gestion d'un groupe, a fourni un travail de très grande qualité.

4. Problèmes rencontrés, points à améliorer

M. Desprez a parfois eu du mal à prendre du recul lors de son travail sur le terrain ou dans la rédaction des synthèses. Quelques choix sur le terrain n'ont alors pas été optimaux (fosses à étudier, localisation des échantillons à prélever...) mais ces choix n'auront a priori pas de conséquence importante par rapport aux objectifs de son Vcat. Deux notes de synthèse (Acarouany, Tibourou) sont trop détaillées et seront à améliorer.

M. Desprez ne saisit pas encore pleinement l'objectif des analyses de sols de surface et de litière. Cet objectif s'éclaircira après qu'elle ait réalisé de la bibliographie (ex. Williams et al. 2002, Barthold et al. 2008, Paoli et al. 2008).

M. Desprez ne maîtrise pas les fonctionnalités de base de quelques outils, tels le GPS (ex. Goto, track, ...) ou ArcGis (ex. géoréférencer une image scannée, intégrer des relevés GPS, ...). Elle doit profiter de son Vcat pour maîtriser correctement les fonctionnalités de base de ces outils qui lui serviront quel que soit la suite de son parcours professionnel.

5. Orientations de son travail

M. Desprez a terminé sur le terrain la caractérisation des sols des sept sites prioritaires du réseau Guyafor.

Avec B. Ferry, il nous semble pertinent que M. Desprez réalise des prélèvements complémentaires de sols de surface et de litière :

- à Paracou, au sein des parcelles témoin et sur les 4 grands types de drainage (Alt, SLD, DhS, SH), afin de pouvoir comparer avec un protocole identique les sols de Paracou avec ceux du réseau Guyafor.
- sur un site déjà étudié (ex. Montagne Tortue), mais à une autre saison que lors de la 1^{ère} campagne de prélèvements, afin de quantifier la variabilité temporelle de la fertilité chimique.

Après discussion avec L. Blanc, il apparaît que le travail de M. Desprez pourra être valorisé par au moins deux articles, l'un sur les relations entre le sol et les facteurs du milieu (géologie, pluviométrie), l'autre sur les relations entre la fertilité du sol et la biomasse forestière ... si les résultats des analyses sont probants. En vue de ces articles, il est nécessaire que M. Desprez fasse de la bibliographie sur ces deux thèmes. La bibliographie préconisée en octobre 2008 par B. Ferry et V. Freycon est toujours d'actualité ([Annexe 3](#)). De plus, L. Blanc fournira à M. Desprez quelques références bibliographiques indispensables à lire sur les relations entre fertilité du sol et biomasse forestière.

6. Programme de travail juillet à septembre 2009

Les problèmes rencontrés par M. Desprez (§.4) et les orientations de son travail (§.5) conduisent au programme de travail suivant pour les 3 prochains mois :

- Rédaction d'un document de synthèse « Caractérisation des sols de sept sites du réseau Guyafor »
- Bibliographie sur les sols (cuirassés, podzols, ...), le WRB et sur les relations entre fertilité du sol et biomasse forestière
- Démarrage du traitement des données des analyses de litières et de sols de surface
- Maîtriser les fonctionnalités de base du GPS et d'ArcGis
- Participer à la réflexion pour la création d'une Base de données « Analyses de sols, réseau Guyafor »

7. Prolongation du Vcat

Le Vcat de M. Desprez se termine le 30 octobre 2009.

A cette date, M. Desprez aura normalement :

- rédigé le document de synthèse « Caractérisation des sols de sept sites du réseau Guyafor »
- rattaché les sols représentatifs de chaque site au WRB
- obtenu des premiers résultats sur les relations entre fertilité du sol et la biomasse forestière.

Par contre, il est illusoire qu'à cette date un projet d'article soit déjà rédigé.

Afin que son travail soit valorisé par au moins la rédaction d'un article, nous souhaiterions que le Vcat de M. Desprez soit prolongé dans l'idéal de 6 mois. Cette prolongation nécessite un budget d'environ 10 000 euros. B. Jean et L. Blanc étudient actuellement les possibilités de cette prolongation au sein d'un autre projet, sachant qu'une surestimation du coût prévisionnel des analyses de sols au sein du projet Guyafor va dégager une marge d'environ 10 000 euros. Les démarches administratives auprès de la Préfecture de Guyane pour prolonger ce Vcat doivent avoir été réalisées avant le 1^{er} septembre 2009.

L'objectif principal de cette prolongation serait donc la rédaction d'au moins un article. M. Desprez pourrait en profiter pour aussi participer à la conférence Ecofor qui aura lieu en Guyane en novembre 2009.

8. Prochaine mission d'encadrement

La prochaine mission d'encadrement de M. Desprez aura lieu a priori en septembre 2009 par B. Ferry qui sera présent en Guyane pour le module FTH.

Le principal objectif de cet encadrement sera d'aider M. Desprez à réaliser et à interpréter les premiers traitements de données sur les relations entre sol et biomasse forestière.

IV. Cartographie des sols de Paracou

A la suite d'une réunion en visioconférence le 13 janvier 2009 avec J. Weigel et I. Scotti, nous avons convenu que J. Weigel termine en 2009 la cartographie des sols de Paracou (P2, P3 et P8).

Finalement, entre février et mai 2009, en travaillant 17 jours sur le terrain entre février et mai 2009, J. Weigel a réalisé la cartographie des sols de deux parcelles de Paracou (P2, P3). Une note d'étape de son travail est en [Annexe 4](#).

Au cours de notre mission, nous avons validé au laboratoire et sur le terrain (aperçu topo, 6 sondages tarière complémentaires) la cartographie des sols de ces deux parcelles. Nous avons notamment observé au sein de la parcelle 3 des sols caractérisés par un horizon brun, micro-agrégé et avec d'abondants charbons de bois jusqu'à environ 50 cm de profondeur. Ces sols étudiés plus précisément dans le cadre du projet Couac (resp. E. Dambrine, S. Jérémie) sont a priori la trace d'une ancienne occupation amérindienne. A ce propos, F. Wagner (cf. § VI) a trouvé sur cette parcelle 3, au niveau d'une tête de crique temporaire (A proximité de l'arbre n°2103) une pierre polie ovale (longueur : 11 cm, largeur : 7 à 3 cm) qui ressemble à une hache amérindienne ([Fig. 7](#)). A confirmer par les archéologues.

J. Weigel a réalisé un travail de qualité. Nous avons seulement relevé quelques rares erreurs de classement qui ont été rectifiées avec lui.

J. Weigel a exprimé la volonté de poursuivre une activité en pédologie jusqu'en juin 2010. Après avoir recueilli les demandes de L. Blanc et de B. Hérault, et en accord avec E. Marcon et I. Scotti, nous avons convenu que J. Weigel poursuive un travail en pédologie jusqu'en juin 2010, avec le programme suivant :

- Cartographie des sols de la parcelle P8 de Paracou (juillet et août 2009, 10 jours)
- Note de synthèse de la cartographie des sols des parcelles P2, P3 et P8 (sept. 2009, 5 jours)
- Synthèse finale de la cartographie des sols de Paracou (4^{ème} trim. 2009, 20 jours)
- Cartographie des sols de la parcelle Arbocel (1^{er} trimestre 2010, 15 jours)
- Cartographie des sols de la parcelle P16 de Paracou (2^{ème} trim. 2010, 25 jours)

La synthèse de la cartographie des sols de Paracou complètera celle réalisée par Bruno Ferry dans Gourlet-Fleury et al. (2004). Rédigée sous la forme d'un article, cette synthèse traitera des relations entre sols et géomorphologie (similaire à Barthold et al. 2008), et servira de référence aux travaux des chercheurs (écologue, généticien, ...) qui travaillent à Paracou (échelle locale) et sur le réseau Guyafor (échelle régionale). Cette synthèse impliquera différentes personnes (V. Freycon, B. Ferry, L. Soucémariandin, J.B. Roelens, J. Weigel, ...) et nécessitera certainement une mission spécifique de V. Freycon en Guyane pour valider la cartographie finale des sols de Paracou (période : fin 2009/début 2010 ; financement à trouver).

La réalisation de cette synthèse nécessitera les étapes suivantes :

- Vision du réseau hydrographique, des pentes et de l'altitude à l'échelle du dispositif de Paracou
- Analyses granulométriques complémentaires sur l'ensemble du dispositif pour valider la typologie des sols et l'absence d'une « dérive temporelle » et/ou d'un biais lié à la réalisation de la cartographie par différentes personnes (Soucémariandin 2004, Weigel 2006, Roelens 2007, Weigel En cours).
- Rattachement des fosses de référence (Soucémariandin 2004) au WRB et recueil d'échantillons de référence
- Typologie des bas-fonds en fonction de la texture du sol et répartition de ces différents types en fonction de la géomorphologie (distance à tête de crique, ...)

- Typologie « drainage » à accorder pour les sols d'apport.
- Traitement des données de fertilité chimique des parcelles témoin.
- Finalisation de la carte des charbons de bois (Annexe 5) en incluant les données des parcelles 2, 3 et 8.



Figure 7 : Pierre polie ovale trouvée sur la parcelle 3 de Paracou
(F. Wagner, 22 juin 2009)

V. Montagne couronnée et éperon barré

Objectif, M&M

Notre objectif était de découvrir les sites d'un Eperon barré et d'une Montagne couronnée. Ces sites, situés à l'est de la Guyane, ont gardé des traces d'une ancienne occupation humaine (tessons de poteries, micro-relief particulier, ...) et sont en cours d'étude dans le cadre du projet Couac.

Nous en avons profité pour prospector les sols de ces deux sites. A Eperon barré, nous avons réalisé six sondages tarière, deux sur l'éperon en sommet d'interfluve (s1, s4), deux sur un versant à pente forte (50%) au sein de la parcelle d'inventaire (s2, s3) et deux autres sur une croupe située à une centaine de mètres de l'éperon (s5, s6). Sur la Montagne couronnée 87 (MC87), nous avons réalisé trois sondages tarière, deux à l'intérieur de la MC87 (s1, s3), et un à 40 m à l'extérieur de la MC87 (s2). Nous avons aussi cherché la deuxième Montagne couronnée qui est située à l'est de MC87, mais nous ne l'avons pas trouvée.

Présentation des deux sites

L'Eperon barré se situe entre 100 à 120 m d'altitude. Il a une forme allongée avec un grand axe orienté au nord-est (Fig. 8). Perpendiculairement à ce grand axe, le versant sud-est démarre au niveau de l'entrée (= rétrécissement) de l'éperon par une pente très forte (Fig. 9). Comme nous n'avons pas observé de gros blocs de cuirasse, cette pente pourrait être associée à un cirque d'effondrement et/ou d'après J. Weigel à un glissement de terrain très important. Sur le replat sommital de l'éperon barré, le palmier *Astrocaryum sciophilum* (Mouroumourou) est abondant. D'après Clément et al. (2004), ce palmier est une plante indicatrice d'une ancienne occupation humaine. Enfin, à 1,7 km au sud, sud-est de cet Eperon barré, une forme de modelé suggère la présence d'un autre éperon barré (Fig. 10). Une prospection devrait permettre de voir si cet éperon barré a lui aussi gardé des traces d'une ancienne occupation humaine.

La Montagne couronnée se situe à 98 m d'altitude (Fig. 11). L'originalité du modelé provient de la présence d'un fossé de 2-3 m de large et 2 m de haut en position de haut de versant. Ce fossé fait le tour du sommet d'interfluve. A un endroit, sur une largeur de 3-5 m, ce fossé est remblayé par de la terre et un empilement de cailloux de cuirasses. Cet endroit correspondrait à l'entrée de cette Montagne couronnée (Fig. 12). Les archéologues du projet Couac supposent qu'au fossé était associée une palissade de bois afin d'offrir une protection aux habitants de cette montagne couronnée (Fig. 13).

Dans le cadre du projet Couac, de nombreux tessons de poterie ont été trouvés sur ces deux sites.

Aperçu des sols de Eperon barré et montagne couronnée : intérieur vs extérieur

Les sols de ces deux sites sont a priori des ferralsols, bien que nous n'ayons pas toujours observé un horizon micro agrégé typique, condition nécessaire d'un ferralsol. La description de fosses devrait pouvoir valider ce point. La texture est argileuse. Les points hauts de l'Eperon barré (s1, s2, s4) sont abondants en graviers de cuirasses. Sur les trois sondages de Montagne couronné, nous avons noté une abondance d'éléments grossiers (= cuirasse) très variable.

A Eperon barré, les sols à l'intérieur ou en bordure de l'éperon (s1, s2, s4) sont plus rouges (Hue : 5YR vs 7.5YR) sur l'ensemble du profil et plus sombre (Value = 3 vs 5) sur [0-20cm] que les sols à l'extérieur de l'éperon (s3, s5, s6) (Tab. 2). Nous avons aussi observé cette différence entre les sols de l'intérieur de la Montagne couronnée MC87 et le sol situé à l'extérieur.

Sur ces deux sites, nous n'avons pas observé de charbons de bois lors des sondages tarière.

Comparaison avec d'autres ferralsols sur roche volcano-sédimentaire (Paramaca)

Eperon barré et Montagne couronnée sont situés sur « Paramaca », une roche volcano-sédimentaire. C'est aussi le cas des dispositifs de Montagne Tortue-Guyafor (situé à 5 km au nord-est d'Eperon barré. Fig. 10) et des Nouragues-Grand plateau (Grimaldi & Riéra 2001). Une comparaison entre les ferralsols de ces quatre sites montre que les sols de l'intérieur d'Eperon barré et Montagne couronnée ont comme spécificité d'être plus sombre sur les 20 premiers centimètres (Value = 3 vs 4 ou 5) que les sols de Montagne Tortue-Guyafor et des Nouragues-Grand Plateau (Tab. 2).

Tableau 2 : Couleur Munsell de Ferralsols sur roches volcano-sédimentaires

Paramaca de différents sites de l'est de la Guyane : Eperon barré, Montagne couronnée, Montagne Tortue « Guyafor » et Nouragues

| Profondeur | Eperon barré | | Montagne couronnée | | Montagne Tortue | Nouragues Grand plateau |
|------------|--------------|-----------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| | s2 bordure | s6 extérieur | s1 intérieur | s2 extérieur | Fosse 1 | Q16 |
| [0-10] | 5YR3/4 | 10YR5/6 à 7.5YR5/6 | 7.5YR3/3 | 10YR4/3 | 10YR4/4 | 10YR4/6 |
| [10-20] | 5YR3/4 | 7.5YR5/6 | 7.5YR3/3 | 10YR4/4 | 10YR4/6 | 10YR4/6 |
| [20-40] | 5YR4/4 | 7.5YR6/6 | 7.5YR(3/3 à 4/4) | 10YR4/6 | 10YR4/6 | 10YR4/6 |
| [40-60] | 5YR4/6 | 7.5YR6/6 | 7.5YR4/4 | 10YR(4/6 à 5/6) | 10YR4/6 | 10YR5/8 |
| [60-80] | 5YR4/4 | 7.5YR5/8 | 7.5YR4/4 | 10YR(4/6 à 5/6) | 10YR4/6 | 10YR5/8 |
| [80-100] | 5YR5/6 | 7.5YR5/8 | 7.5YR4/4 | 10YR(4/6 à 5/6) | 7.5YR4/6 | 10YR5/6 à 7.5YR5/6 |
| [100-120] | 5YR5/6 | 7.5YR5/8 | 7.5YR4/6 | 10YR(4/6 à 5/6) | 7.5YR4/6 | 10YR5/6 à 7.5YR5/6 |

Lien avec les Amazonian Dark Earths (Terra Preta)

Les deux sites Eperon barré et montagne couronnée MC87 présentent certaines similitudes de localisation avec les « Amazonian Dark Earths » (ADEs ou « Terra preta de Indio ») : «ADEs are usually located on the well-drained soils of the upland (terra firme), close to water sources, and always at a topographic position enabling an overview of the surrounding areas» (Kern et al. 2004). Comme ces deux sites ont gardé des traces d'anciennes occupations humaines (tessons de poteries, fossé), nous nous attendions à trouver des sols plus contrastés par rapport aux ferralsols typiques. Notamment un sol noir sur au moins 50 cm de profondeur comme cela a été observé le plus souvent en Amazonie sur les ADEs (Glaser et al. 2001) ou à Paracou sur la parcelle P3 (cf. §. IV). L'absence (ou la rareté) de charbons de bois pourrait expliquer ce contraste modéré. Mais cet horizon plus sombre sur les 20 premiers centimètres est a priori suffisant pour pouvoir relier les sols d'Eperon barré et MC87 aux Archéo-anthrosols (Kämpf et al. 2004). Cet horizon devrait avoir des plus fortes teneurs en carbone, phosphore, calcium, magnésium zinc et manganèse que les ferralsols typiques

(Lehmann et al. 2004) et une signature géochimique particulière (da Costa & Kern 1999). A confirmer par les analyses réalisées au sein du projet Couac.

Bibliographie à réaliser sur les Amazonian Dark Earths (Terra Preta) : Glaser et al. 2001, Glaser et al. 2002, Mann 2002, Heckenberger et al. 2003, Lehmann et al. 2003, Lehmann et al. 2004, Glaser & Woods 2004, Balee & Erickson 2005, Woods et al. 2009.

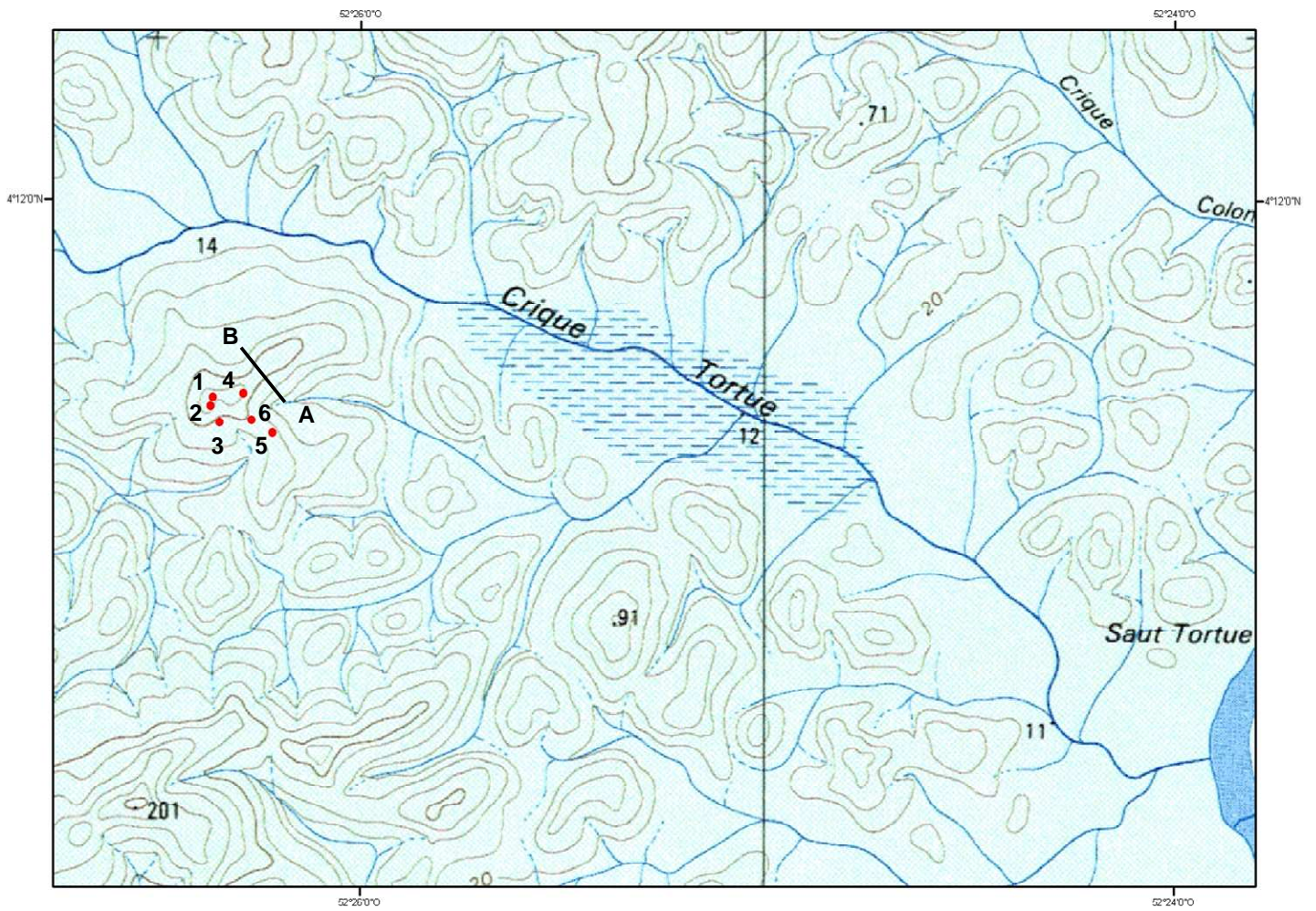


Figure 8 : Localisation d'Eperon barré
 (Fonds topographique : Carte IGN 1:50000)
 Le transect virtuel AB correspond à la coupe topographique de la Fig. 9

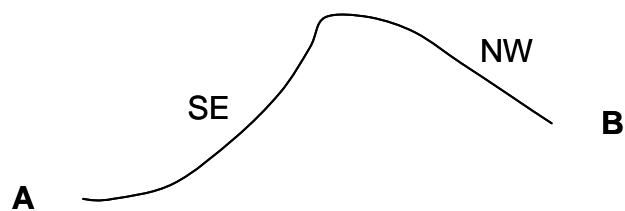


Figure 9 : Coupe topographique du versant perpendiculaire au grand axe de l'Eperon barré
 Localisation sur la Fig. 8

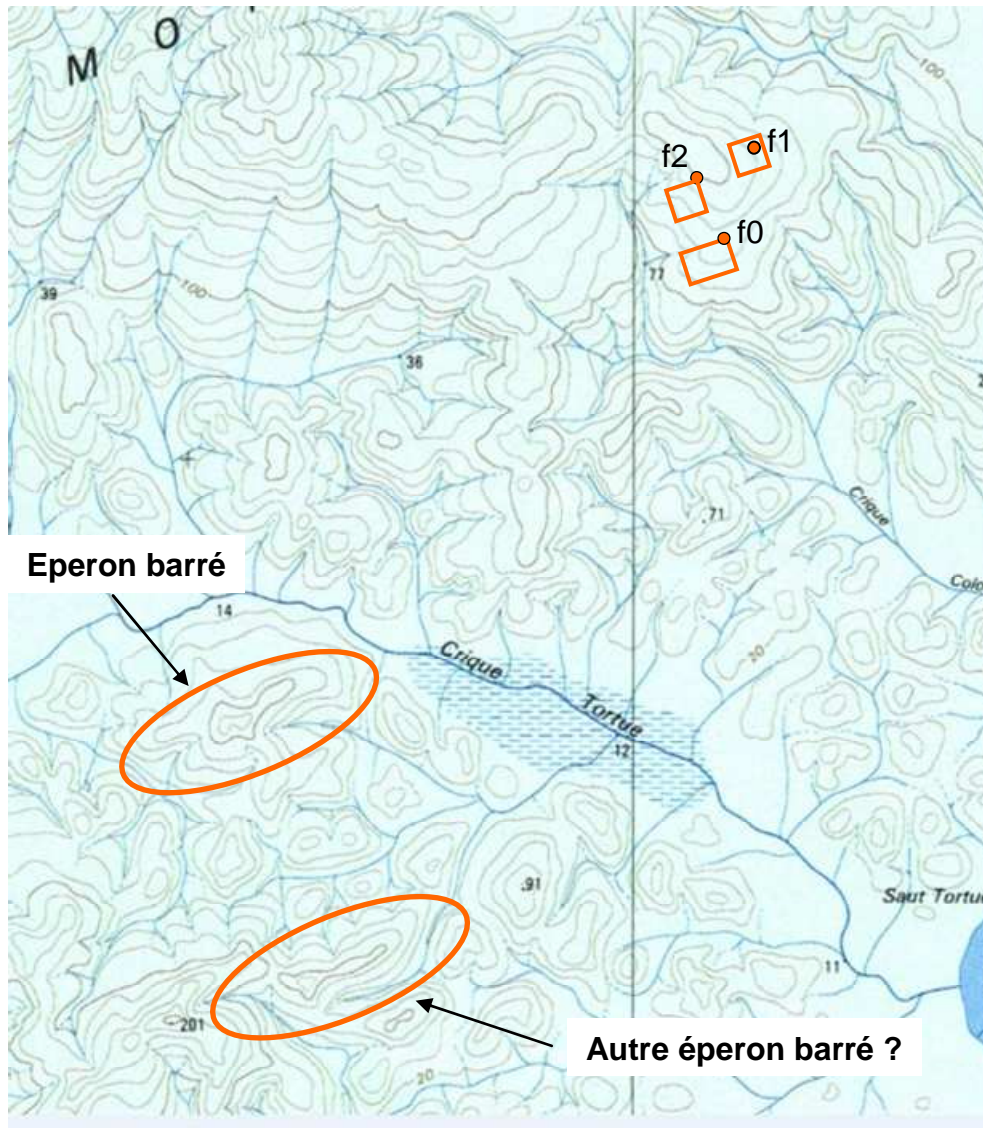


Figure 10 : Vue d'ensemble de l'éperon barré et de ses environs.
 Au nord-est, les parcelles « Guyafor » de Montagne Tortue (avec la localisation des 3 fosses : f0, f1 et f2). Au sud, sud-est, un modelé qui suggère l'existence d'un autre éperon barré.

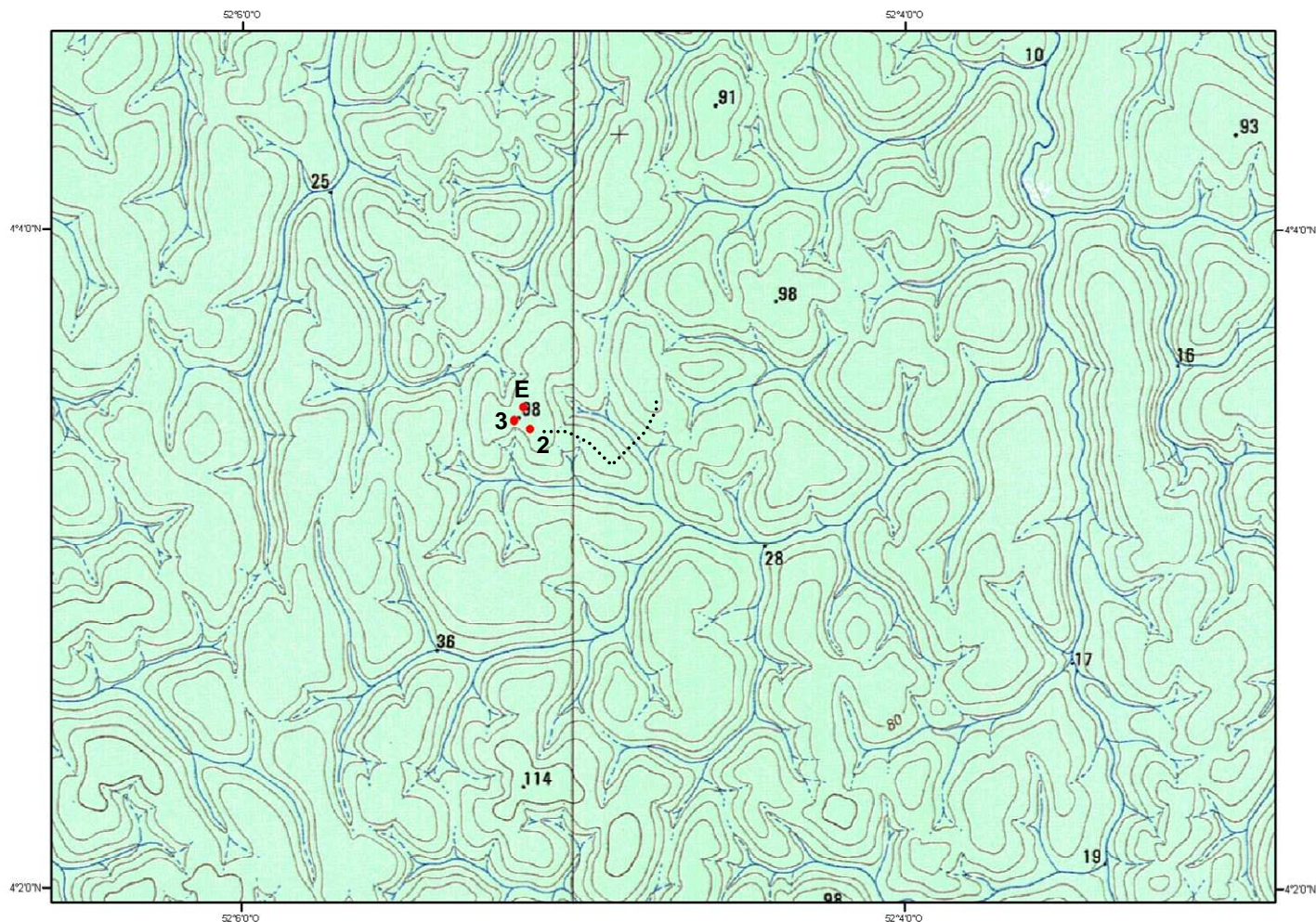


Figure 11 : Localisation de la Montagne couronnée MC87, son entrée (E), deux sondages tarière (s2, s3) et l'itinéraire pour chercher la deuxième montagne couronnée (Fonds topographique : Carte IGN 1:50000)

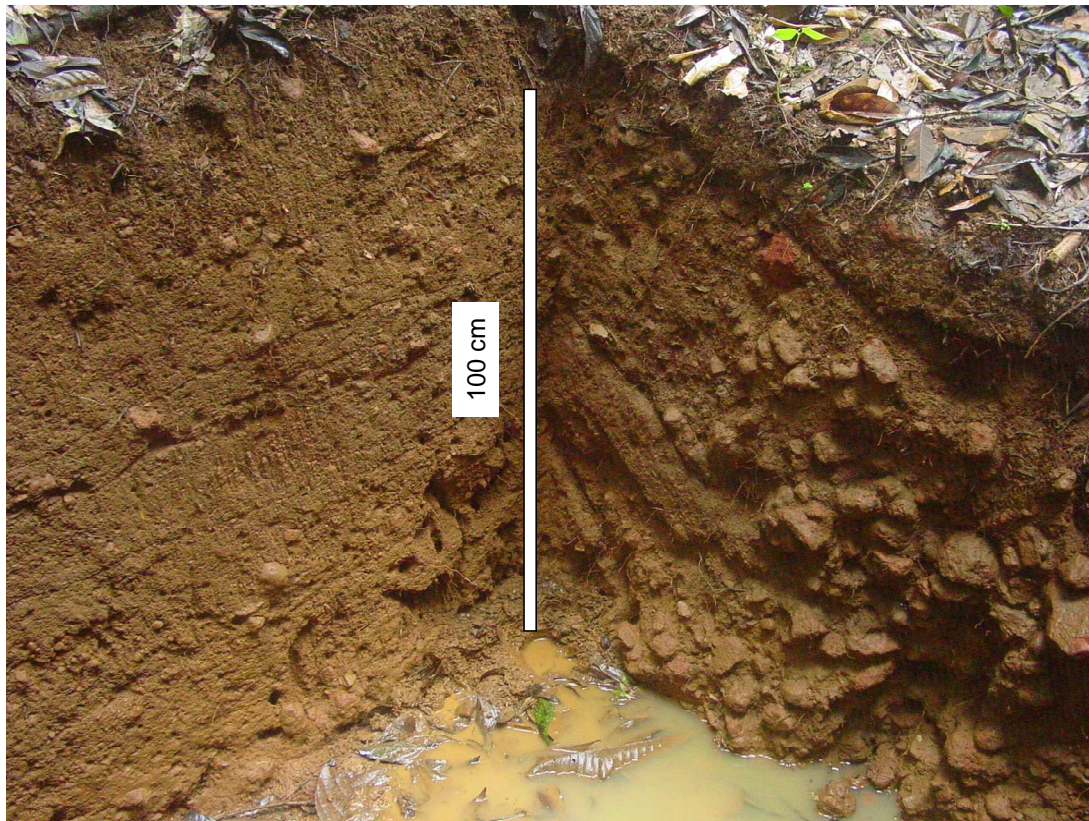


Figure 12 : Entrée de la Montagne couronnée MC87 : remblai avec empilement de cailloux de cuirasses

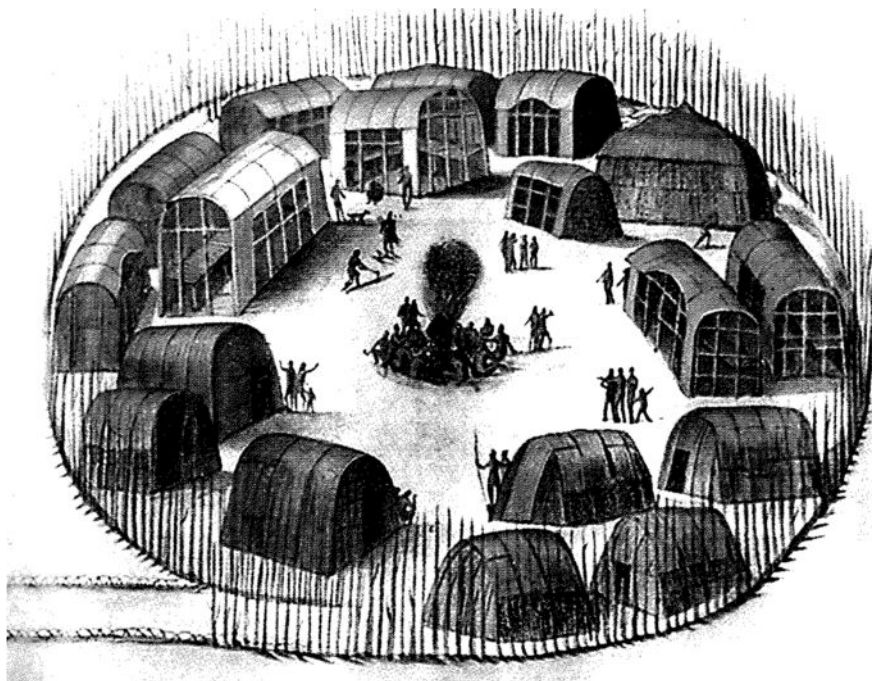


Figure 13 : Reconstitution du village indien de Pomeiooc en 1585. Dessin de la couverture du livre de Mann 2005 « 1491. Nouvelles révélations sur les Amériques avant Christophe Colomb ». Ed. Albin Michel

VI. Partenariats

1. Thèse E. Fonty (Ird, Umr Amap)

E. Fonty est en 1^{ère} année de thèse sous la direction de D. Sabatier (Ird, Umr Amap). Il cherche à comprendre l'origine des peuplements mono dominants à *Spirotropis longifolia*. Sur la Piste de St Elie, il a étudié, par des sondages tarière sur 12 toposéquences, les sols d'une zone riche en Spirotropis. Nous avons observé au labo les échantillons de sols de quelques unes de ces 12 toposéquences afin de valider son interprétation et sa classification des sols. Nous lui avons conseillé d'ouvrir une fosse sur la partie plane à Djougoung pétés pour avoir une fosse de référence sur les UhS qui avaient été décrits par Fritsch et al. (1986). Nous avons proposé de lui apporter un appui lors de notre prochaine mission en Guyane pour l'aider à décrire cette fosse.

2. Thèse F. Wagner

F. Wagner est en 1^{ère} année de thèse sous la direction de V. Rossi, B. Hérault et L. Blanc (Umr Ecofog). Il cherche à mettre en relation la variation temporelle de la croissance des arbres de Paracou avec les facteurs climatiques. Dans ce cadre, il va construire un modèle de réserve en eau en s'inspirant de Granier et al (1999). Dans ce modèle, il aura besoin de connaître comme paramètre d'entrée la capacité maximale de rétention en eau des sols de Paracou, donc de connaître l'humidité de différents sols à différents potentiels (pF2, pF3, pF4.2). Nous avons testé sur la fosse 2 de Paracou l'étape du recueil d'échantillons non perturbés en vue des mesures d'humidité. L'essai n'a pas été concluant à cause d'un diamètre différent entre le cylindre enfoncé dans le sol et la boîte destinée à être envoyée au laboratoire. F. Wagner va contacter un artisan sur Kourou pour résoudre ce problème. Nous lui avons aussi conseillé les fosses sur lesquelles devront être réalisés ces prélèvements et mesures afin de pouvoir extrapoler les résultats obtenus à l'ensemble du dispositif de Paracou.

3. Thèse J. Le-Fol

J. Le-Fol a démarré une thèse en 2002 sous la direction de J.C. Filleron (Univ. Toulouse) et de V. Freycon. Il a suspendu sa thèse depuis 2006 (poste en CDD à la région Guyane). Son CDD se terminant fin juin, il postule actuellement sur différents postes et sera fixé sur son avenir professionnel en juillet ou septembre 2009. L'objectif de notre discussion était de connaître sa volonté sur la suite à donner à sa thèse et les moyens de la valoriser. J. Le-Fol veut rédiger sa thèse et la soutenir. A l'horizon 2010, il me semble complètement irréaliste que J. Le-Fol ait le temps de rédiger une thèse classique en géographie. Je lui ai conseillé de rédiger une thèse sur articles si cela est accepté par l'école doctorale à laquelle il est rattaché. En vue d'atteindre cet objectif, il est nécessaire d'avoir une vision claire de ses résultats et de leur originalité par rapport aux travaux déjà existants. Ce n'est pas le cas à ce jour, J. Le-Fol n'ayant pas rédigé de synthèse même succincte de ses résultats, tant sur les relations entre les sols et les facteurs du milieu (géologie, pluviométrie) que sur les relations entre les sols et la forêt. La priorité est donc pour J. Le-Fol de rédiger une synthèse de ses principaux résultats. Nous pourrions alors commencer à l'aider en confrontant ses résultats à la bibliographie, montrer leur originalité et à ébaucher des projets d'article.

4. Article « Crique Plomb, sol-forêt »

Le projet d'article « Crique Plomb, sol-structure » dont la dernière version remonte à l'année 2004 (Paget et al.) avait été relancé en 2008 à la suite du stage d'E. Fonty (resp. G. Vincent, Ird, Umr Amap) qui avait étudié grâce à une 2ème campagne de mesures la dynamique des peuplements en fonction des types de sols. Le résultat majeur obtenu par E. Fonty était que le type de sol n'a pas d'effet sur la dynamique du peuplement (croissance, mortalité, recrutement). Cette absence d'effet était liée à une forte variabilité « intra » (= entre les

parcelles qui appartiennent à un même type de sol), ce qui conduisait à des tests peu puissants. La cause de cette forte variabilité intra était due à la trop petite taille des parcelles (0.12 ha) pour une étude de la dynamique et à l'absence d'une trace de la mesure (peinture, ruban) lors de la 1^{ère} campagne de mesure. Pour éviter ce biais, une 3^{ème} campagne de mesure est prévue cet été 2009 dans le cadre du stage d'E. Sarat (resp. G. Vincent, Ird, Umr Amap). Nous profiterons de cette 3^{ème} campagne de mesure pour compléter les analyses granulométriques de deux parcelles (P11, P27) que nous n'avions pas retrouvées sur le terrain. Avec G. Vincent, nous avons convenu de retravailler sur le projet d'article début 2010, à la suite du stage d'E. Sarat avec la possibilité d'inclure des données de biomasse obtenues avec le LIDAR à l'échelle du massif de Crique Plomb.

5. Evaluation quadriennale individuelle

Dans le cadre de l'AERES, les agents du Cirad de Guyane doivent rédiger pour le 15 sept. 2009 un rapport d'évaluation quadriennale individuelle. Bien qu'ayant reçu une formation pour rédiger leur rapport, les ouvriers forestiers ne se sentent pas capables de rédiger seuls leur rapport. En une période de changement de la Correspondante des Ressources Humaines au Cirad-Guyane, L. Blanc a demandé qu'un tuteur soit associé à chaque ouvrier pour l'aider à rédiger son rapport. Je me suis proposé pour être le tuteur d'O. Ngwete.

BIBLIOGRAPHIE

- Balée, W., and Erickson, C. L. (2005). "Time and complexity in historical ecology: studies in the neotropical lowlands." Columbia University Press, New-York.
- Barthold, F. K., Stallard, R. F., and Elsenbeer, H. (2008). Soil nutrient-landscape relationships in a lowland tropical rainforest in Panama. *Forest Ecology and Management* **255**, 1135-1148.
- Beauvais, A., and Tardy, Y. (1991). Formation et dégradation des cuirasses ferrugineuses sous climat tropical humide, à la lisière de la forêt équatoriale. *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Série II* **313**, 1539-1545.
- Bilong, P., Eno Belinga, S., and Volkoff, B. (1992). Séquence d'évolution des paysages cuirassés et des sols ferrallitiques en zones forestières tropicales d'Afrique centrale. Place des sols à horizons d'argile tachetée. *Comptes Rendus Académie Sciences. Série II* **314**, 109-115.
- Birkeland, P. (1999). "Soils and geomorphology." Oxford University Press, New-York.
- Bitom, D., Volkoff, B., and Abossolo-Angue, M. (2003). Evolution and alteration in situ of a massive iron duricrust in Central Africa. *Journal of African Earth Sciences* **37**, 89-101.
- Blancaneaux, P. (1973). Podzols et sols ferrallitiques dans le Nord-ouest de la Guyane Française. *Cah. ORSTOM, série Pédol.* **XI**, 121-154.
- Chauvel, A., Lucas, Y., and Boulet, R. (1987). On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil. *Experientia* **43**, 234-241.
- Clement, C. R., McCann, J. M., and Smith, N. J. H. (2004). Agrobiodiversity in Amazonia and its relationships with dark earths. In "Amazonian Dark Earths: origin, properties, management." (J. Lehmann, D. C. Kern, B. Glaser, and W. I. Woods, Eds.), pp. 159-178. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- da Costa, M. L., and Kern, D. C. (1999). Geochemical signatures of tropical soils with archaeological black earth in the Amazon, Brazil. *Journal of Geochemical Exploration* **66**, 369-385.
- Desprez, M., Freycon, V., Etienne, A., and Baisie, M. (2009). Synthèse de l'étude des sols du site de Laussat, pp. 8. CIRAD, Kourou.
- Dubroeuq, D., Volkoff, B., and Faure, F. (1999). Les couvertures pédologiques à Podzols du Bassin du Haut Rio Negro (Amazonie). *Etude et Gestion des Sols* **6**, 131-153.
- Freycon, V. (2005). Projet "Ecosystèmes tropicaux" DIME. Interprétation des sols du PG17, pp. 16. CIRAD, Kourou.
- Fritsch, E., Bocquier, G., Boulet, R., Dosso, M., and Humbel, F.-X. (1986). Les systèmes transformants d'une couverture ferrallitique de Guyane française. Analyse structurale d'une formation supergène et mode de représentation. *Cah. ORSTOM, série Pédol.* **XXII**, 361-395.
- Glaser, B., Haumaier, L., Guggenberger, G., and Zech, W. (2001). The 'Terra Preta' phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften* **88**, 37-41.
- Glaser, B., Lehmann, J., and Zech, W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal - a review. *Biology and Fertility of Soils* **35**, 219-230.
- Glaser, B., and Woods, W. I. (2004). "Amazonian Dark Earths: exploration in space and time." Springer Verlag, New-York.
- Granier, A., Breda, N., Biron, P., and Villette, S. (1999). A lumped water balance model to evaluate duration and intensity of drought constraints in forest stands. *Ecological Modelling* **116**, 269-283.
- Granville de, J. J. (1970). Bref aperçu sur la végétation du plateau des mines à St Jean du Maroni (Guyane française), pp. 4. ORSTOM, Cayenne.
- Grimaldi, M., and Riéra, B. (2001). Geography and climate. In "Nouragues. Dynamics and plant-animal interactions in a neotropical rainforest." (F. Bongers, P. Charles-Dominique, P. M. Forget, and M. Théry, Eds.), pp. 9-18. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London.
- Heckenberger, M. J., Kuikuro, A., Kuikuro, U. T., Russell, J. C., Schmidt, M., Fausto, C., and Franchetto, B. (2003). Amazonia 1492: Pristine forest or cultural parkland? *Science* **301**, 1710-1714.
- Horbe, A. M. C., and da Costa, M. L. (2005). Lateritic crusts and related soils in eastern Brazilian Amazonia. *Geoderma* **126**, 225-239.

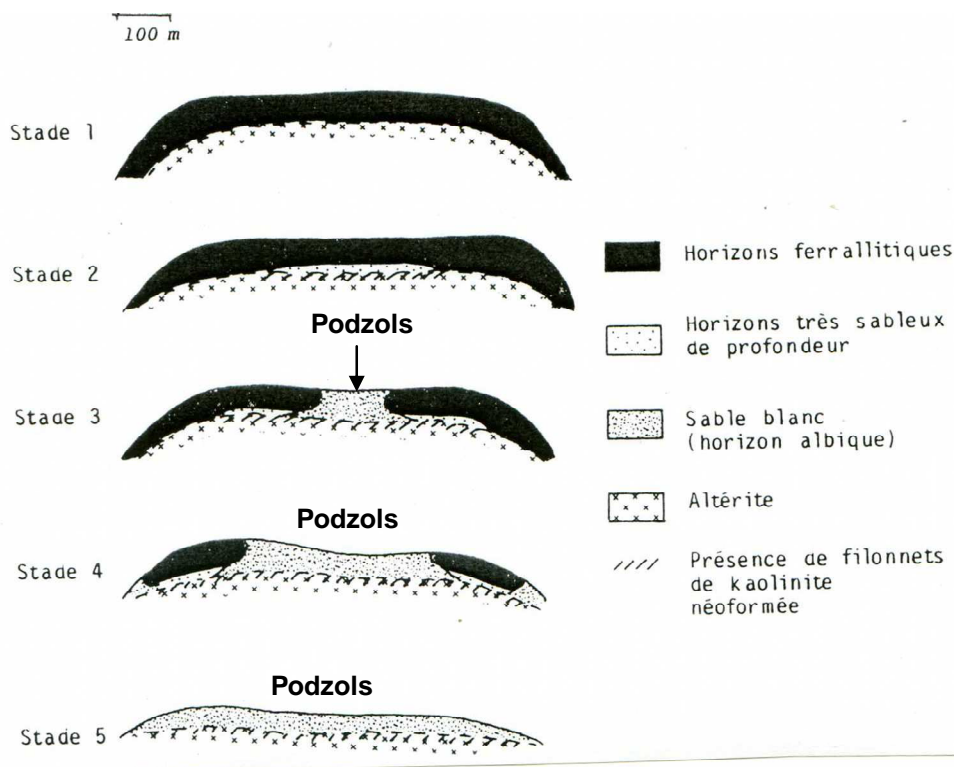
- Horbe, A. M. C., Horbe, M. A., and Suguio, K. (2004). Tropical spodosols in northeastern Amazonas State, Brazil. *Geoderma* **119**, 55-68.
- Kämpf, N., Woods, W. I., Sombroek, W., Kern, D. C., and Cunha, T. J. F. (2004). Classification of Amazonian Dark Earths and other ancient anthropic soils. In "Amazonian Dark Earths: origin, properties, management." (J. Lehmann, D. C. Kern, B. Glaser, and W. I. Woods, Eds.), pp. 77-104. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Kern, D. C., D'Aquino, G., Rofdrigues, T. E., Frazao, F. J. L., Sombroek, W., Myers, T. P., and Neves, E. G. (2004). Distribution of Amazonian Dark Earths in the Brazilian Amazon. In "Amazonian Dark Earths: origin, properties, management." (J. Lehmann, D. C. Kern, B. Glaser, and W. I. Woods, Eds.), pp. 51-75. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Lehmann, J., da Silva, J. P., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W., and Glaser, B. (2003). Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant and Soil* **249**, 343-357.
- Lehmann, J., Kern, D. C., Glaser, B., and Woods, W. I. (2004). "Amazonian Dark Earths: origin, properties, management." Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Lucas, Y., Boulet, R., Chauvel, A., and Veillon, L. (1987). Systèmes sols ferrallitiques-podzols en région Amazonienne. In "Podzols et podzolisation." (D. Righi, and A. Chauvel, Eds.), pp. 53-65. Inra.
- Mann, C. C. (2002). Agriculture - The real dirt on rainforest fertility. *Science* **297**, 920-923.
- Paget, D. (1999). "Etude de la diversité spatiale des écosystèmes forestiers guyanais: Réflexion méthodologique et application." ENGREF.
- Paoli, G. D., Curran, L. M., and Slik, J. W. F. (2008). Soil nutrients affect spatial patterns of aboveground biomass and emergent tree density in southwestern Borneo. *Oecologia* **155**, 287-99.
- Pédro, G. (1987). Podzols et podzolisation : un problème pédologique fort ancien, mais toujours d'actualité. In "Podzols et podzolisation." (D. Righi, and A. Chauvel, Eds.), pp. 1-10. Inra.
- Roelens, J.-B. (2007). Cartographie pédologique de six parcelles exploitées. Dispositif expérimental de Paracou, Guyane française. Rapport d'activités, pp. 25. CIRAD/Umr ECOFOG, Kourou.
- Soucémarianadin, L. (2004). "Recherche de critères du sol influençant la structure et la composition floristique d'une forêt tropicale humide (Paracou, Guyane française)." Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes.
- Tardy, Y. (1993). "Pétrologie des latérites et des sols tropicaux." Masson, Paris.
- Temgoua, E., Bitom, D., Bilong, P., Lucas, Y., and Pfeifer, H. R. (2002). Old ferricrete landscape dismantling in Central Africa rain forest zone: formation of the present downslope iron accumulations. *Comptes Rendus Geoscience* **334**, 537-543.
- Veillon, L. (1984). Etude tridimensionnelle d'un système de transformation de la couverture ferrallitique sur Série Détritique de Base en podzol dans la région d'Ornagnabo., pp. 123. ORSTOM, Cayenne.
- Veillon, L. (1990). "Sols ferrallitiques et podzols en Guyane septentrionale. Relations entre systèmes de transformations pédologiques et évolution historique d'un milieu tropical humide et forestier." Université Paris 6.
- Weigel, J. (2006). Cartographie pédologique de quatre parcelles témoin. Dispositif de Paracou, Guyane française, pp. 31. ENGREF/Umr ECOFOG, Kourou.
- Williams, M., Shimabukuro, Y. E., Herbert, D. A., Lacruz, S. P., Renno, C., and Rastetter, E. B. (2002). Heterogeneity of soils and vegetation in an eastern Amazonian rain forest: Implications for scaling up biomass and production. *Ecosystems* **5**, 692-704.
- Woods, W. I., Teixeira, W. G., Lehmann, J., Steiner, C., WinklerPrins, A., and Rebellato, L. (2009). "Amazonian Dark Earths: Wim Sombroek's Vision." Springer Verlag.

**Annexe 1 – Calendrier de la mission
V. Freycon, 7 au 25 juin 2009**

| Jour | Matin | Après-midi |
|------------------|--|--|
| Dimanche 7 juin | Voyage Montpellier-Paris-Cayenne | |
| Lundi 8 juin | Travail avec M. Desprez | Travail avec M. Desprez Carto sols Paracou : validation labo P2 |
| Mardi 9 juin | Carto sols Paracou : validation labo et terrain P2 (J. Weigel) | |
| Mercredi 10 juin | | |
| Jeudi 11 juin | Terrain Montagne Plomb : validation de la caractérisation des sols | |
| Vendredi 12 juin | (M. Desprez, O. Ngwete) | |
| Samedi 13 juin | | |
| Dimanche 14 juin | | |
| Lundi 15 juin | Terrain Montagne couronnée (Régina) et éperon barré (Montagne Tortue) : observations de sols influencés par l'homme (projet Couac) | |
| Mardi 16 juin | (O. Brunaux, B. Héraut, L. Blanc, M. Desprez, Y. Reinette, F. Wagner, J. Weigel) | |
| Mercredi 17 juin | Terrain Laussat : prospection, installation parcelle, caractérisation des sols | |
| Jeudi 18 juin | | |
| Vendredi 19 juin | (M. Desprez, M. Baisie, A. Etienne, L. Blanc) | |
| Samedi 20 juin | | |
| Dimanche 21 juin | | |
| Lundi 22 juin | Carto des sols Paracou : validation terrain P3, réserve utile (J. Weigel, F. Wagner) | |
| Mardi 23 juin | Carto des sols Paracou : validation labo P3, cartes finales P2 et P3 | J. Le-Fol (valorisation thèse) E. Fonty (validation labo classement sols « Spirotropis ») |
| Mercredi 24 juin | Travail avec M. Desprez | Voyage Cayenne- Paris |
| Jeudi 25 juin | Voyage Cayenne- Paris- Montpellier | |

Annexe 2 – Stades évolutifs des unités de modelé proposé par Lucas et al. (1987) d’après les travaux de Veillon (1984)

Avec le temps, les podzols s’étendent à partir du centre des plateaux en direction de leur périphérie. En parallèle le modelé s’abaisse.



Annexe 3 – Références bibliographiques « Sols tropicaux et guyanais » conseillées à M. Desprez

V. Freycon et B. Ferry, 14 octobre 2008

Sols de Guyane

Deux sites web à visiter :

Cours du module « Forêt tropicale humide » sur les sols (« Pédologie »)... et bien d'autres sujets

<http://ecofog.cirad.fr/fr/enseignement/fth2008/index.htm>

Synthèse des travaux de l'IRD (intéressant, à un bémol près : beaucoup de détails sur les sols côtiers, relativement peu sur les sols développés sur le socle précambrien)

<http://miruram.mpl.ird.fr/valpedo/miruram/guyane/index.html>

Articles de synthèse

Ferry, B., Freycon, V. and Paget, D., 2003. Genèse et fonctionnement hydrique des sols sur socle cristallin en Guyane. *Revue forestière française*, N° spécial, 37-59.

Freycon, V., Sabatier, D., Paget, D., & Ferry, B. (2003) Influence du sol sur la végétation arborescente en forêt guyanaise : état des connaissances. *Revue Forestière Française*, N° spécial, 60-73.

Blancaneaux, P. (1981). Considerations on the natural environment of French Guyana. In *Travaux et Documents de l'ORSTOM*, pp. 126 pp, Bondy ; Fonds IRD ; Montpellier (centre IRD).

Pédogénèse, organisation des couvertures pédologiques

Blancaneaux, P., 1973. Notes de pédologie guyanaise. Les Djougoung-Pété du bassin-versant expérimental de la crique Grégoire (Sinnamary - Guyane Française). *Cah. ORSTOM*, série Pédol., XI(1): 29-42.

Blancaneaux, P., 1973. Podzols et sols ferrallitiques dans le Nord-ouest de la Guyane Française. *Cah. ORSTOM*, série Pédol., XI(2): 121-154.

Boulet, R., 1990. Organisation des couvertures pédologiques des bassins versants ECEREX. Hypothèses sur leur dynamique. In: J.M. Sarrailh (Editor), *Mise en valeur de l'écosystème forestier guyanais. Opération ECEREX*. INRA, CTFT, Paris, Nogent-sur-Marne, pp. 3-18.

Boulet, R., Chauvel, A., Humbel, F.-X. and Lucas, Y., 1982a. Analyse structurale et cartographie en pédologie. I - Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique : les études de toposéquences et leurs principaux apports de la connaissance des sols. *Cah. ORSTOM*, sér. Pédol., XIX(4): 309-321.

Boulet, R., Fritsch, E. and 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., Humbel, F.-X. and Lucas, Y., 1982b. Analyse structurale et cartographie en pédologie. II - Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques. *Cah. ORSTOM*, sér. Pédol., XIX(4): 323-339.

Boulet, R., Humbel, F.-X. and Lucas, Y., 1982c. Analyse structurale et cartographie en pédologie. III - Passage de la phase analytique à une cartographie générale synthétique. *Cah. ORSTOM*, sér. Pédol., XIX(4): 341-351.

Fritsch, E., Bocquier, G., Boulet, R., Dosso, M. and Humbel, F.-X., 1986. Les systèmes transformants d'une couverture ferrallitique de Guyane française. Analyse structurale d'une formation supergène et mode de représentation. *Cah. ORSTOM*, série Pédol., XXII(4): 361-395.

- Grimaldi, C., Grimaldi, M. and Boulet, R., 1990. Etude d'un système de transformation sur schiste en Guyane française. Approches morphologique, géochimique et hydrodynamique, Organisation et fonctionnement des altérites et des sols. ORSTOM, pp. 81-98.
- Grimaldi, M. and Boulet, R., 1989. Relation entre l'espace poral et le fonctionnement hydrodynamique d'une couverture pédologique sur socle de Guyane française. Cah. ORSTOM, série Pédol., XXV(3): 263-275.
- Grimaldi, M., Sabatier, D., Grimaldi, C. and Prévost, M.-F., 1996. Composante climatique de la transformation d'une couverture pédologique et des relations sol-végétation en Guyane. In: M. Servant and S. Servant-Vildary (Editors), Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux, Paris, pp. 159-168.
- Humbel, F.-X., 1984. L'analyse structurale des couvertures de sol. Une base pour la cartographie des sols en Guyane. In: D. Righi and A. Chauvel (Editors), Livre jubilaire du cinquantième 1934-1984. Afes, pp. 181-191.

Fonctionnement des sols

- Guehl, J. M. (1984). "Dynamique de l'eau dans le sol en forêt tropicale humide guyanaise. Influence de la couverture pédologique." Ann. Sci. For. **41**(2): 195-236.
- Humbel, F.-X., 1978. Caractérisation, par des mesures physiques, hydriques et d'enracinement, des sols de Guyane française à dynamique de l'eau superficielle. *Sciences du Sol*, 21: 83-94.

Relations sol-végétation

- 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.
- Soucémariadin, L., 2004. Recherche de critères du sol influençant la structure et la composition floristique d'une forêt tropicale humide (Paracou, Guyane française), Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, Rennes, 51 pp.

Autres

- Ferry, B., I. Nolibos, et al. (1997). Mise en place d'un dispositif d'étude de la croissance de *Dicorynia guianensis* et *Eperua falcata* sur différentes couvertures pédologiques du domaine forestier aménagé par l'ONF en Guyane. Nancy, ENGREF: 82 p.
- Filleron, J. C., Le-Fol, J., and Freycon, V. (2004). Diversité et originalité des modelés forestiers guyanais. *Revue forestière française* **LV**, 19-36.
- Le-Fol, J. (2002). "Etude géomorphologique des sites de Paracou, Crique Plomb, Piste de St Elie." Toulouse (France), CIRAD : 123 p.

Relations sols - paysages

- Barthold, F. K., R. F. Stallard, et al. (2008). "Soil nutrient-landscape relationships in a lowland tropical rainforest in Panama." Forest Ecology and Management **255**(3-4): 1135-1148.
- Holmes, K. W., D. A. Roberts, et al. (2004). "Soil databases and the problem of establishing regional biogeochemical trends." Global Change Biology **10**(5): 796-814.
- Holmes, K. W., P. C. Kyriakidis, et al. (2005). "Multi-scale variability in tropical soil nutrients following land-cover change." Biogeochemistry **74**(2): 173-203.
- Lips, J.M. and Duivenvoorden, J.F., 1996. Regional patterns of well drained upland soil differentiation in the middle Caqueta basin of Colombian Amazonia. *Geoderma*, 72(3-4): 219-257.
- Osher, L.J. and Buol, S.W., 1998. Relationship of soil properties to parent material and landscape position in eastern Madre de Dios, Peru. *Geoderma*, 83(1-2): 143-166.
- Tsui, C.-C., Chen, Z.-S. and Hsieh, C.-F., 2004. Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan. *Geoderma*, 123(1-2): 131-142.

Pédogénèse

- Beauvais, A. and Tardy, Y., 1991. Formation et dégradation des cuirasses ferrugineuses sous climat tropical humide, à la lisière de la forêt équatoriale. *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Série II*, 313: 1539-1545.
- Blavet, D., Mathe, E., & Leprun, J.C. (2000) Relations between soil colour and waterlogging duration in a representative hillside of the West African granito-gneissic bedrock. *Catena*, 39, 187-210.
- Chauvel, A., Lucas, Y. and Boulet, R., 1987. On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil. *Experientia*, 43: 234-241.
- Dubroeuq, D., Volkoff, B. and Faure, F., 1999. Les couvertures pédologiques à Podzols du Bassin du Haut Rio Negro (Amazonie). *Etude et Gestion des Sols*, 6(2): 131-153.
- Dubroeuq, D., Volkoff, B. and Pédro, G., 1991. La couverture pédologique du bouclier du Nord de l'Amazonie (bassin du haut Rio Negro). Séquence évolutive des sols et son rôle dans l'aplanissement généralisé des zones tropicales perhumides. *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Série II*, 312: 663-671.
- Horbe, A.M.C. and da Costa, M.L., 2005. Lateritic crusts and related soils in eastern Brazilian Amazonia. *Geoderma*, 126(3-4): 225-239.
- Horbe, A.M.C., Horbe, M.A., & Suguio, K. (2004) Tropical spodosols in northeastern Amazonas State, Brazil. *Geoderma*, 119, 55-68.
- Lucas, Y. and Chauvel, A., 1992. Soil formation in tropically weathered terrains. In: C.R.M. Butt and H. Zeegers (Editors), *Regolith exploration geochemistry in tropical and subtropical terrains*. Elsevier, pp. 57-76.
- Lucas, Y., Boulet, R., Chauvel, A. and Veillon, L., 1987. Systèmes sols ferrallitiques-podzols en région Amazonienne. In: D. Righi and A. Chauvel (Editors), *Podzols et podzolisation*. Inra, pp. 53-65.

Classification des sols

FAO (2006). World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. Roma, Food and Agriculture Organization of the United Nations: 145 p.

Voir aussi les sites web :

du World Reference Base : <http://www.fao.org/AG/AGL/agll/wrb/mapindex.stm>

de la Soil Taxonomy : <http://soils.ag.uidaho.edu/soilorders/>

Relations sols - végétation

- Burghouts, T.B.A., Van Straalen, N.M., & Bruijnzeel, L.A. (1998) Spatial heterogeneity of element and litter turnover in a Bornean rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, 14, 477-505.
- Richter, D.D., Allen, H.L., Li, J.W., Markewitz, D., & Raikes, J. (2006) Bioavailability of slowly cycling soil phosphorus: major restructuring of soil P fractions over four decades in an aggrading forest. *Oecologia*, 150, 259-271.
- Williams, M., Y. E. Shimabukuro, et al. (2002). "Heterogeneity of soils and vegetation in an eastern Amazonian rain forest: Implications for scaling up biomass and production." *Ecosystems* 5(7): 692-704

Annexe 4 – Note d'étape de J. Weigel sur la cartographie des sols de Paracou

ENGREF- AgroParisTech, centre de Kourou

Jean WEIGEL

8 Juin 2009

Note d'étape sur la Cartographie des sols de Paracou Parcelles P2 et P3

La prospection pédologique des parcelles P2 et P3 a été re-entreprise en 2009 avec l'appui (indispensable) des techniciens du CIRAD, entre fin janvier et fin mai, au gré des disponibilités de chacun, avec selon les jours, deux ou trois personnes sur le terrain. La collation des données a été menée de manière similaire aux travaux antérieurs ROELENS (2007), WEIGEL (2005), SOUCEMARIANADIN (2004).

Le temps de travail et l'effort de sondage se sont répartis comme suit :

| Parcelle | Nombre de sondages | Nombre de journées | Sondages/jour |
|----------|--------------------|--------------------|---------------|
| P 2 | 65 | 10 | 6,5 |
| P 3 | 61 | 7 | 8,7 |

Si la pluie nous a quelques fois interrompu au cours des travaux sur la parcelle P 2, parcelle la plus éloignée, nous avons eu en revanche un temps anormalement « beau », voire carrément sec y compris dans le sol, pour les sondages sur la parcelle P 3, tout au long des mois d'avril à mai. Des petites précisions topographiques ont été relevées et seront mises sur le SIG, concernant sur P2 une partie du replat sommital, deux petits thalwegs de versants et un lit mineur de bas-fond, ainsi que sur P3 une tête de thalweg et une courbe de niveau.

1°) Résultats Parcelle 2 – P2 :

Topographie – P2 :

La parcelle P2 est centrée sur une petite colline de forme complexe, avec un petit col et deux légères surélévations placées de part et d'autre dans un orientation NW/SE. Les pentes tout autour de la petite colline sont régulières. Cette parcelle a pourtant été classée comme colline de forme simple (U1) par LE FOL (2002) et non (U2) forme complexe comme elle apparaît.

Elle est bordée au NE par un bas-fond qui prend naissance dans le carré C2 et qui est de sens d'écoulement similaire à l'alignement des points hauts. Au centre du carré C1, à partir d'un petit col, un premier thalweg se forme avec un écoulement vers le nord, il n'occupe qu'une toute petite surface de la parcelle. Vers le sud, toujours à partir du même col, un thalweg beaucoup plus important et beaucoup plus large s'est formé et il s'écoule en direction du SW. Le coin SE est également bordé, sur une toute petite surface, par un bas-fond.

Le coin NE de la parcelle correspond à l'amorce d'une nouvelle colline, qui dans son prolongement rejoint la parcelle P1, sur un versant très régulier et bien pentu. La partie SW de la parcelle est une zone aplatée, formant un replat de basse altitude.

La dénivelé maximum est de 25 m entre le point le plus bas et celui le plus haut.

Pédologie – P2 :

L'originalité de la P2 est que le relief central (sauf l'extrémité nord) est recouvert par des sols **de type SLD**, à drainage superficiel, et donc qu'il n'y a pas de sol profond, type Alt ou DVD, sur les sommets de la colline. On trouve également une très forte proportion d'éléments grossiers sur nombre de sondage des parties hautes, lesquels sont surtout des graviers cuirassés en couche dense dans la partie supérieure des profils [20-60], puis disparaissent plus en profondeur, où le quartz prend souvent le relais. A noter le point **S 29**, où le recouvrement au dessus du limon rouge est très peu épais (super-superficiel).

Les sols SLD descendent très bas de la colline centrale sur les versants S et E, ainsi que sur l'amorce de relief en limite W du carré C1.

Le versant au coin NE du carré C2 est également recouvert par un sol de type SLD, moins typique toutefois, avec un sondage particulier **S 38**, à grande épaisseur d'horizon humifère sur arène de type sableuse avant blocage sur, probablement, un filon de roches quartzieuses.

Sous la couronne de sols typiquement SLD, nous trouvons des sols de **transition SLD/DHS**, avec une proportion de limon allant en augmentant avec la profondeur, mais avec une humidité bien perceptible et des tâches devenant de plus en plus nettes, tout en restant colorées : il faut aller bien au-delà de [1,20 m] pour voir les couleurs blanchâtres apparaître. Ces sols, appelés DHS de coloration sur les fiches-terrain occupent également tout le petit replat SW du carré C3.

Ces sols de transition SLD/DHS remontent également tout le versant nord de la colline du carré C1, en étant épais, avec des éléments grossiers et de la saprolite, aux sondages S 27 – 28, de coloration brune/grise et de toucher gréseux tendre.

Plus bas dans les versants les sols typiques **DHS** sont partout présents avant d'arriver aux bas-fonds, avec des épaissements (apports de colluvions) importants [20-60] d'une matrice jaune/brun, notamment pour les sondages S 1 - 8 - 11 - 16 - 27, situés sur des bas de versant présentant de légères zones avec pente plus aplanie qu'à l'amont. En S 11, un dépôt dense de charbon a été noté entre les profondeurs [30-50].

Les **sols SH** occupent toutes les parties les plus basses et sont uniformément décolorés. D'une manière générale, ils sont constitués de sables pour les horizons supérieurs, puis plus en profondeur de limons, avec des couches parfois peu épaisses de granules (2-4 mm) de quartz, aux rebords arrondis. La circulation de l'eau se fait préférentiellement dans la partie supérieure du sol au dessus des limons.

De cette typologie, il faut écarter le sondage **S 57**, situé dans un très large bas-fond et au point le plus aval de la parcelle (carré C3). Le sol y est entièrement argileux sur tout le profil, avec un matériau extrêmement dense, présentant des tâches jaune/rouge qui s'accroissent avec la profondeur et qui annoncent un horizon de pseudogleys, comme ceux trouvés en savane. La position de ce large bas-fond est à l'extrémité W de l'ensemble des petites collines du dispositif de Paracou, en liaison avec la crique Alexandre et les zones fluvio-alluviales du fleuve Sinnamary. L'on y trouve le palmier Waï, non présent ailleurs sur le dispositif de Paracou (sauf peut-être au SW de P16, à vérifier), indicateur de sols très engorgés, témoin d'un substrat géologique différent : les alluvions récentes de la série du Démará.

.2*) Résultats Parcelle 3 – P3 :

Topographie – P3 :

La parcelle P3 est constituée pour l'essentiel d'une vaste colline, dont le sommet est presque au centre, et de forme assez circulaire, avec quelques particularités : le versant le plus pentu est au nord, tandis que le flanc SW présente la pente la plus faible avec un replat à mi-hauteur ; les cotés SE et E présentent également des replats, toutefois moins prononcés, en bas de versant.

Cette parcelle est bordée dans les coins NW et SE par des bas-fonds qui, sur l'emprise de la P3, sont surtout des cheminements hydrauliques et ne représentent donc que très peu de surface. A l'opposé, dans le carré C2, un thalweg prend naissance au sein même de la parcelle en dessous d'un petit col, entre la colline principale et celle qui la jouxte par le NE.

Nous n'avons pas trouvé d'affleurement rocheux et d'après les données bibliographiques antérieures cette parcelle est comprise dans la classe géomorphologique des collines à forme simple U1 (LE FOL 2002) et sur schistes de Bonidoro, avec des contacts possibles sur le paraganite (BARRUOL J. et CHOUBERT B. 1959). La très forte présence de quartz, trouvés dans nombre de sondages, inciterait à ne pas rattacher cette parcelle sur le substratum schisteux, comme l'indique la carte géologique (1/100 000^{ème}).

Le dénivelé maximum est de 25 m entre le point le plus bas et celui le plus haut.

Pédologie – P3 :

Dès les premières prospections, les sols de la parcelle P3 ont révélé une disposition, des particularités et des profils qui ne se sont pas habituels pour Paracou. Pour l'essentiel il s'agit de :

. la présence de **charbon de bois**, sur la grande majorité des sondages (41, soit 65 %), trouvés en grand nombre au sein des carottes, sur plusieurs niveaux de profondeur et parfois jusqu'à plus de 1 m dans le sol, notamment S 26 - 46 – 51 – 55 – 56 ainsi que S 50 avec un charbon trouvé à 1,70 m.

. plusieurs points de sondage, S 10 – 26 – 46 - 56 révèlent des couleurs d'imprégnation de **matière organique**, sur une épaisseur importante, jusqu'à [50 – 100]. Tous ces points sont situés en bas de versants et pour S 10 et S 46, sur des parties relativement planes, constituées d'un sol à **texture particulière**, sablo-limoneuse, comme « **hérité d'un travail du sol ?** » ou « **restructuré par des fourmis ?** », toujours sur une grande épaisseur.

. A l'habitude hiérarchie des classes de drainage dans la toposéquence, la colline principale présente des **sols profonds, homogènes** sur une grande profondeur du profil, pour toute sa moitié W, soit autour **de 2 ha d'un seul tenant** englobant la ligne de crête descendante à pente douce vers le SW, et jusqu'à déborder sur les carrés C1 et C2. Ceci est en dissymétrie avec les autres cotés, qui eux respectent la hiérarchie citée.

Ne disposant pas de référence sur les sols classés DVD sur le dispositif de Paracou, nous affecterons ces sols profonds à la **classe Alt**, présentant une matrice majoritairement argileuse sur plus de 1,2 m de profondeur, de coloration évoluant très graduellement sur tout le profil, avec les bruns organiques allant au-delà de [20], évoluant en jaune/brun progressivement puis en jaune/rouge, sans dépasser, sur la profondeur citée ci-dessus, les valeurs 7,5 YR vers le rouge. L'humidité est bonne sur tout le profil.

La transition, **Alt/SLD**, de ces sols profonds avec les sols à drainage superficiel est plus délicate à apprécier, notamment à l'approche du versant NE, avec une proportion du limon et de la coloration rouge qui augmente, mais sans séparation, spatiale ou en profondeur, nette. Les sols profonds Alt descendant très bas dans les pentes, d'autres profils de transition apparaissent et l'on pourrait les nommer **Alt/DHS**, avec l'apparition d'amorces de tâches en profondeur.

Les sols typiques **SLD** sont au final peu représentés. Ils sont localisés sous forme d'un arc de cercle sur les cotés N, NE et E de la colline et uniquement sur une tranche d'altitudes assez faible. A noter un sondage extrêmement superficiel **S 18** sur une partie relativement plane et basse du versant.

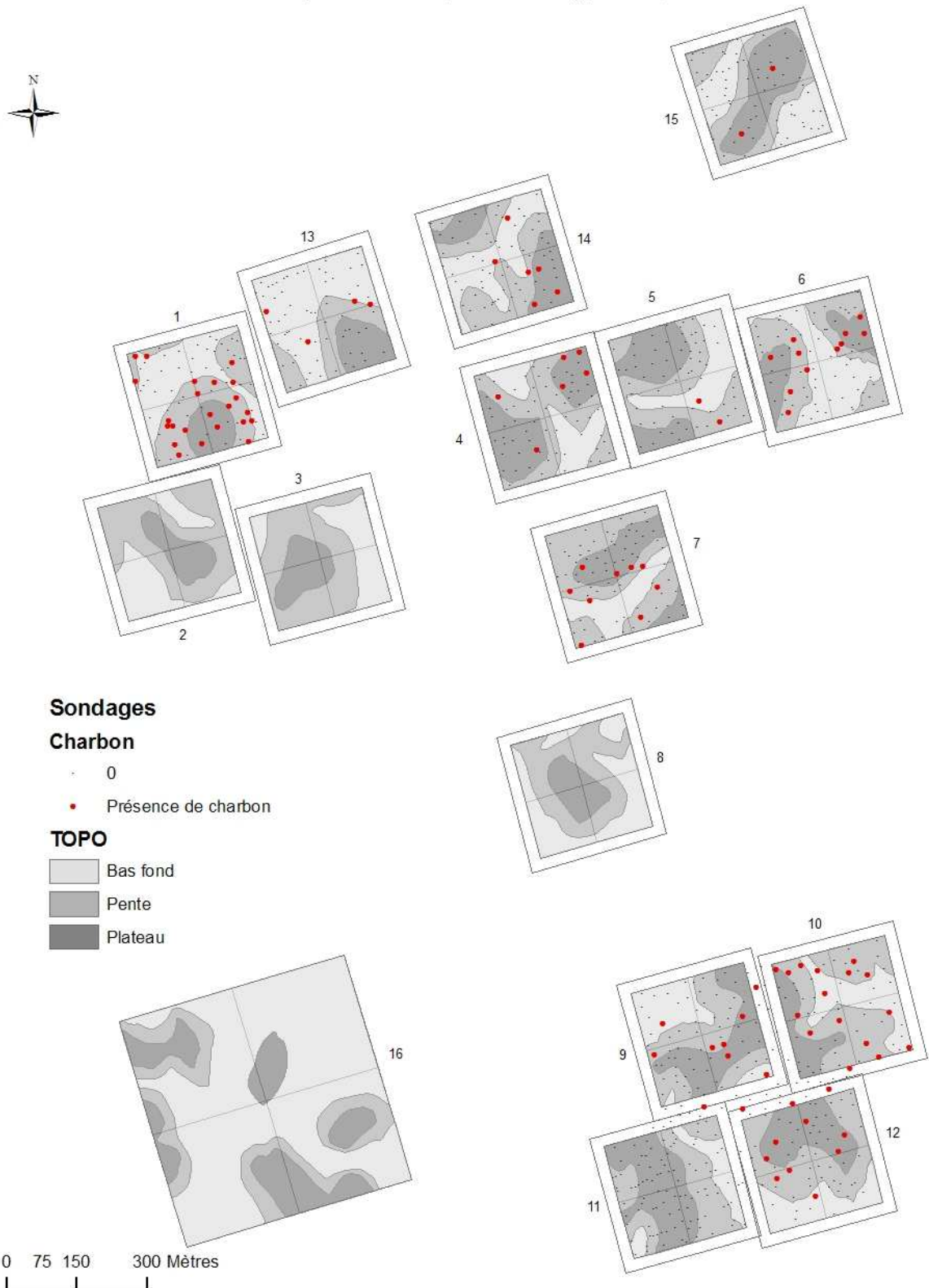
En dessous les sols **DHS** occupent le deuxième rang de surface, mais ils restent peu marqués dans la juxtaposition des tâches (coloration) notamment dans les parties hautes, tandis que dans le bas, leurs horizons inférieurs tirent rapidement sur des couleurs de gleys, au contact avec les bas-fonds. Ce qui revient à dire que l'on a très peu de profils bien marqués typiques DHS avec des volumes de plus en plus importants (contraste et surfaces des tâches respectives, couleurs décolorées) avant 1,2 m de profondeur.

Les sols hydromorphes **SH** sont peu représentés quant à eux. Ils sont généralement du type recouvrement supérieur de sable sur horizon blanc limoneux, enrobant des dépôts de quartz en profondeur. A noter la différence trouvée entre les sondages **S 27 et S 28**, situé en vis-à-vis de part et d'autre du lit mineur de la crique et dont le premier est comme défini ci-dessus et l'autre est de profil argileux. Cela confirme bien qu'il faut se pencher sur la description complète des sondages de bas-fonds afin de chercher les liens avec la géomorphologie des versants ou la dynamique des transports hydrauliques (érosion puis alluvionnement).

oooooooooooooooooooo

Annexe 5 – Carte des charbons de bois trouvés à Paracou lors du travail de cartographie des sols (Soucémariadin 2004, Weigel 2006, Roelens 2007)

Paracou
Présence de charbon de bois [0 - 120 cm]
Carte réalisée par A. Jolivot, Umr Ecofog, Cirad, août 2008



Annexe 6 – Relevés GPS (i) réalisés lors de la mission (Laussat, Montagne couronnée, Eperon barré) (ii) des fosses de Montagne Tortue-Guyafor

| Site | ID Relevé | X | Y |
|--------------------------------|--------------------|----------|----------|
| Laussat | Parcelle, coin SO | 212210 | 606170 |
| | Parcelle, coin SE* | 212410 | 606186 |
| | Parcelle, coin NO* | 212194 | 606369 |
| | Parcelle, coin NE* | 212394 | 606385 |
| | LAU10 (s5) | 212780 | 606595 |
| | LAU11 | 212850 | 606685 |
| | LAU12 (s6) | 212810 | 606345 |
| Montagne couronnée | Entrée | 379460 | 448580 |
| | s2 | 379500 | 448460 |
| | s3 | 379410 | 448510 |
| | liaison 1 | 379790 | 448395 |
| | liaison 2 | 380040 | 448280 |
| | liaison 3 | 380110 | 448350 |
| | liaison 4 | 380165 | 448390 |
| Eperon barré | liaison 5 | 380240 | 448510 |
| | s1 | 340240 | 463480 |
| | s2 | 340230 | 463440 |
| | s3 | 340270 | 463365 |
| | s4 | 340380 | 463500 |
| | s5 | 340510 | 463320 |
| Montagne Tortue-Guyafor | s6 | 340415 | 463375 |
| | Fosse 1 | 343500 | 467100 |
| | Fosse 2 | 343150 | 466900 |

* Position géographique calculée en fonction de la position du coin SO de la parcelle, de la déclinaison magnétique, de la distance terrain (200 m) et de l'orientation magnétique des côtés de la parcelle (SO → SE : 115 gr ; SE → NE : 15 gr ; NE → NO : 315 gr ; NO → SO : 215 gr)