CONTRAT ETAT-REGION 2000-2006

REGION Guyane Référence CPER : Axe 1 Mesure 1.7 Sous mesure 1.7.1 ou 1.7.2

PROJET DE RECHERCHE 2002-2006

DOCUMENT A : Fiche synthétique

INTITULE du projet (et éventuellement acronyme) :
Opération 1 : **Caractériser l'écosystème forestier guyanais pour mieux le gérer**
– sous projet : **Approche Multi-Echelles (AME)**

Fiche entête pour les actions 1.1, 1.2, 1.3 et 1.4 de l'opération 1 du pôle forêt.

MAITRE d'OUVRAGE (Organisme) : **ECOFOR / Groupement d'Intérêt Scientifique Silvolab-GUYANE, c/o IRD, BP 165, 97323, CAYENNE Cedex**
tél/fax : 05 94 29 92 85, Email : : silvolab@cayenne.ird.fr

COORDINATEUR (Personne physique) du projet (nom, prénom, appartenance -tél., mail, fax) :
Daniel SABATIER, IRD, UMR-AMAP, Cayenne
Tél. 05 94 29 92 86 - Fax 05 94 31 98 55
E-mail : sabatier@cayenne.ird.fr

RESUME du projet :
Cette opération a pour objectif général de développer les connaissances nécessaires pour décrire et modéliser la variabilité spatiale des structures forestières. L'effort méthodologique portera sur la conceptualisation des changements d'échelle et la réflexion sur l'échantillonnage pour les descriptions " au sol " (inventaires), le développement d'outils nouveaux (télédétection) pour l'analyse et la cartographie de grandes surfaces " par le haut ", l'amélioration des référentiels floristiques et pédologiques.

DOMAINE PRINCIPAL : **Valorisation des ressources naturelles forestières**

LOCALISATION (Ville(s) et site(s) si possible) : **Les régions sub-côtière du bas Aprouagues et du bas Sinnamary où seront pris en compte plusieurs sites d'études permanents (Counami – Piste de St Elie – Paracou – Montagne Plomb) et où trois sites d'étude nouveaux seront implantés, ainsi que les régions granitiques qui s'étendent sur un axe Nord-Sud allant de Régina-St Georges au Nord jusqu'aux Tumuc Humacs au Sud en passant par Saül au centre, trois sites nouveaux seront également implantés.**

PARTENAIRES principaux (labos ou équipes, industriels….)
Laboratoire Régional de Télédétection, route de Montabo, IRD, Cayenne

UMR ECOFOG (CIRAD-Forêt, ENGREF, INRA) - Campus Agronomique, Kourou

ONF- Service Technique Inter-régional tropical, route de Montabo, Cayenne

UMR AMAP (botAnique et bioinforMatique de l'Architecture des Plantes), route de Montabo, IRD, Cayenne

CIRAD-Forêt, Campus international de Baillarguet, Montpellier

Laboratoire d'Ecologie Terrestre (LET), UMR 5552, CNRS - Université Paul Sabatier, Toulouse

RAPPEL DES ACTIONS DE LA PERIODE 94/99 DES PROPOSANTS

La première phase du projet, intitulé AME (Analyse Multi-Echelles du couvert forestier guyanais), a été financée dans le cadre de l'opération " Métrologie " du GIS Silvolab (subvention XIe CPER, Docup 96). L'objectif général du projet était de permettre, par le biais d'une approche multi-échelles du couvert forestier, la transposition, aux échelles appropriées pour l'aménagement et la gestion du territoire, des connaissances acquises à l'échelle locale dans les dispositifs d'étude. L'objectif de la première phase était méthodologique : il s'agissait de faire un bilan des connaissances et surtout de mettre au point les méthodes d'acquisition et d'analyse des données de végétation, télédétection, géomorphologie, pédologie qui devaient être appliquées dans les phases suivantes. A chaque maillon de la chaîne opérationnelle de l'approche multi-échelles, des stratégies de segmentation de l'espace étudié, d'acquisition d'information et d'analyse statistique originales, cohérentes et adaptées ont été recherchées.

Réunis au cours de séminaires et d'ateliers de terrain, des spécialistes des différents disciplines concernées ont non seulement élaboré une stratégie de travail, mais aussi conçu, testé et évalué des protocoles opérationnels communs. L'approche géo-morphologique, un des pivots de l'analyse multi-échelles du couvert forestier, a été mise en œuvre en vraie grandeur sur l'aménagement de la forêt domaniale de Counami.

Ce projet est-il lié à une construction, fait-il partie d'un ensemble (pôle, …lequel) :

Ce projet intitulé "**Approche Multi-Echelles**" fait partie de l'opération " **Caractériser l'écosystème forestier guyanais pour mieux le gérer** " du pôle "**écosystèmes forestiers**" du GIS-Silvolab Guyane qui regroupe 7 actions.

Il fait partie d'un ensemble cohérent du projet global déposé par le GIS Silvolab pour le CPER Guyane 2000-2006 qui comprend trois opérations :

- **opération 1 : Caractériser l'écosystème forestier guyanais pour mieux le gérer,**
- **opération 2 : Le fonctionnement de la forêt : établir les conditions de la durabilité des écosystèmes au moyen d'un dispositif de recherche exceptionnel,**
- **opération 3 : Valorisation du milieu forestier par l'homme, vers une gestion durable.**

Indiquez les liens avec d'autres projets proposés aux autres comités (environnement, santé, coopération….) Indiquez les titres des projets, durées, et les budgets demandés.

Les 4 actions présentées ici sont liées à trois autres projets proposés au comité environnement :

- ***Le facies savane-roche des inselbergs et sa participation à la biodiversité des écosystèmes guyanais*** **pour un montant de 545 000 euros dont 30 489,8 euros d'auto-financement (durée 3 ans - projet en cours),**
- ***Expédition pluridisciplinaire franco-brésilienne dans les zones frontalières du sud (Tumuc-Humac)*** **pour un montant prévisionnel de 80 000 euros dont 48 000 euros d'autofinacement (durée 2 ans - projet à déposer)**
- ***Placettes permanentes de suivi de la dynamique forestière après exploitation (voir action 3.4)*** **pour un montant de 236 296 euros dont 87 658 euros d'autofinancement (durée 3ans – projet en cours).**

MONTANT total prévu dans le CPER en MEuros (TTC) : **0,572 Meuros**

DUREE du projet : **4 ans** Début de l'opération : **juin 2002**

Dont ETAT : Part MR : Part organismes : **0,156 Meuros** autres :

PART REGION : autres collectivités locales : autres :

Remarque : Le budget est indicatif et sera réparti entre Etat/région et Feder lors des comités de programmation.

Cadre réservé au service instructeur : N° de dossier Reçu le

TRANSMIS à

le :

ORGANISME (S):

DOCUMENT B : Présentation du projet de recherche- Période 2002-2006

B1- Intitulé du projet.

Caractériser l'écosystème forestier guyanais pour mieux le gérer – Approche Multi-Echelles (AME)

B2- Contexte et état de l'art

Malgré l'apparente faible amplitude des conditions écologiques qui règnent en Guyane, le couvert forestier présente une forte hétérogénéité spatiale à toutes les échelles d'observation, tant de structure (stature, stratification verticale de la végétation), que de composition (nature et diversité du mélange d'espèces). Cette hétérogénéité détermine qualitativement et quantitativement les potentialités des massifs, qu'il s'agisse de la ressource ligneuse ou de tout autre ressource biologique (faune, produits forestiers non ligneux, biodiversité, puits de carbone, etc.).

Diagnostiquer ces potentialités, caractériser les déterminants et mesurer les capacités de renouvellement des ressources aux diverses échelles pertinentes pour l'aménagement sont des préalables essentiels à la gestion durable des massifs, et nécessitent une analyse spatialisée performante.

La connaissance de l'espace forestier Guyanais se construit de deux manières :

a) Par comparaison aux autres régions du vaste ensemble guyano-amazonien. Les résultats que nous avons obtenus mettent en évidence un certain particularisme de la Guyane française, dont le peuplement forestier apparaît plus diversifié à l'échelle locale que pour les autres Guyanes (diversité alpha du mélange d'espèces plus élevée, sans toutefois atteindre les valeurs observées en Amazonie centrale et de l'ouest, voir Fig. 1, fiche action 1.3).

b) Par analyse des variations géographiques du peuplement, soit à des fins de gestion de la ressource ligneuse (inventaires forestiers) soit à des fins de caractérisation des ressources biologiques (inventaires botaniques). Les procédures actuellement mises en œuvre sont des évaluations statistiques à partir de dispositifs d'inventaire systématique ne prenant pas en compte la présence d'unités de peuplement plus homogènes. Bien que l'existence de telles unités de peuplements soit connue, il reste à démontrer leur logique d'organisation spatiale. C'est à dire à caractériser le lien entre leur distribution dans l'espace et des facteurs environnementaux ou d'autres processus qui affectent ou ont affecté l'espace forestier. Cette approche nécessite des concepts et méthodes permettant de passer d'une échelle d'observation (et d'analyse) à une autre selon la nature des processus observés.

La problématique du déterminisme de la composition en espèce des peuplements est au cœur d'une controverse scientifique qui oppose les tenants d'une théorie stochastique (l'hétérogénéité serait expliquée par la part de hasard qui préside aux processus de recrutement et de diffusion des espèces) à ceux d'une théorie écologique (les espèces se maintenant grâce à un ajustement fin à des niches écologiques précises). Les deux théories ne s'excluent pas l'une l'autre, mais la prédominance de l'un ou l'autre des processus conduirait à des conclusions radicalement opposées en termes de gestion durable des massifs forestiers, puisque la genèse des patrons de la distribution spatiale des ressources (*sensu lato*) serait de nature très différente.

Diverses recherches menées en Guyane à l'échelle de la parcelle ont permis de mettre en évidence des déterminants importants de l'organisation spatiale des peuplements forestiers, tant au plan de la structure que de la composition en espèces. Au premier rang de ces déterminants on trouve l'organisation des couvertures pédologiques (dont dépendent les facteurs édaphiques tels que l'alimentation hydrique et minérale, ainsi que les facteurs de la dynamique tels que le turnover sylvigénétique, la croissance et la mortalité). L'histoire des perturbations est un autre

facteur de complexité important. Les principales études sur ces deux causes d'hétérogénéité ont été conduites dans la zone sur schistes de la partie sub-côtière de la Guyane (Paracou, Piste de St Elie, Counami) ainsi qu'à la station des Nouragues.

D'autres travaux se sont intéressés à l'organisation spatiale vue par le haut. Ils permettent d'envisager une approche par télédétection de certaines caractéristiques structurales du peuplement, liées aux facteurs environnementaux, à sa composition et à son histoire.

Sur la base de ces études, il apparaît que trois échelles emboîtées d'organisation (unité de modelé, unité de paysage, régions naturelles à l'échelle de la Guyane) sont à la fois efficientes pour approcher les processus naturels et leur impact sur la végétation, et pertinentes pour l'aménagement et la gestion durable des massifs forestiers.

Une première réflexion, sous forme d'ateliers méthodologiques sur la manière d'aborder simultanément ces trois niveaux d'analyse, a fait l'objet du sous-projet « analyse multi-échelles des écosystèmes forestiers guyanais » (« AME-1ère phase », chantier « métrologie » du XIe CPER)

B3- Description du projet scientifique :

L'objectif général du projet AME est d'améliorer les connaissances relatives à l'écosystème forestier guyanais, dans la perspective de fournir des outils d'analyse et de gestion aux échelles les plus pertinentes (paysage, massif région). Pour atteindre cet objectif, trois grands axes de recherche seront privilégiés.

Le premier concerne l'organisation des couvertures pédologiques, qui n'ont été étudiées jusqu'à présent que dans la zone sub-côtière de la Guyane et sur schistes.
De ce point de vue, il s'agit dans le présent projet, d'une part, de mieux comprendre l'organisation des couvertures pédologiques et, d'autre part, d'étendre à de nouveaux substrats géologiques et à de nouvelles classes de pluviométrie l'étude des relations entre sols et peuplements forestiers. Plus précisément, nous proposons :

- **de poursuivre nos travaux sur la modélisation des couvertures pédologiques et de leurs facteurs de variation / évolution en Guyane, en particulier en fonction de la géomorphologie (géologie et formes du relief) ;**
- **de tenir compte du substrat géologique dans l'étude de l'impact des couvertures pédologiques sur la structure et la composition des peuplements. Les substrats granitiques, qui occupent de très vastes superficies en Guyane mais qui n'ont pas fait l'objet d'études détaillées, seront notamment abordés ;**
- **de tenir compte des grands gradients climatiques de Guyane (nord-sud, et est-ouest sub-côtier) dans l'étude de l'impact des couvertures pédologiques sur la structure et la composition des peuplements.**

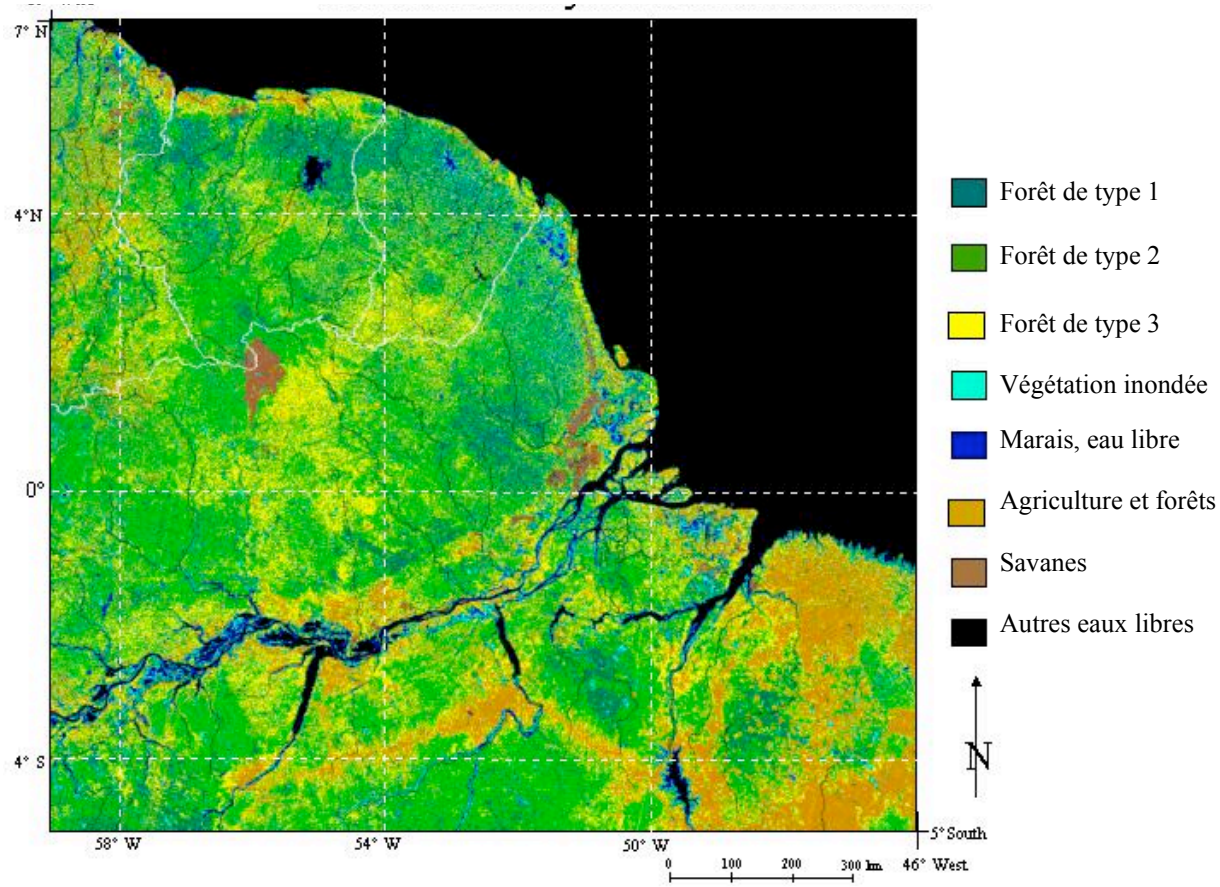
Le second axe concerne le déterminisme de la composition en espèces des peuplements arborescents. Nous proposons, grâce à la mise en place de nouveaux sites d'étude, d'étudier la relation substrat – végétation de manière à décomposer la variabilité en parts expliquées par les différents processus écologiques reliés à la notion de niche (lien au substrat, au climat radiatif lors de la régénération, etc.) et en parts inexpliquées, relatives aux processus stochastiques, à l'histoire, etc. (utilisation de méthodes analytiques développées au sein de nos équipes).
Il s'agira ici :

- **d'améliorer les connaissances sur la composition floristique des peuplements arborescents (le référentiel floristique compte plus de 1300 espèces d'arbres, dont de nombreuses sont encore inconnues ou extrêmement peu documentées, réparties dans plus de 71 familles botaniques) ;**
- **d'éclairer le débat sur la nature des variations spatiales et si possible de fournir un modèle des variations de la composition en espèces des peuplements à diverses échelles ;**
- **de poursuivre et de renforcer l'effort de mise au point de méthodes analytiques appropriées (analyses multivariées *sensu lato*) ;**

- **d'améliorer la connaissance écologique des espèces majeures ;**
- **de développer des méthodes de diagnostic de l'état physiologique des arbres, basées sur l'analyse architecturale, qui informent sur l'état dynamique du peuplement ;**
- **de caractériser les grands types de couverts forestiers (voir carte ci dessous).**

Enfin, le troisième axe concerne l'organisation spatiale du couvert forestier telle qu'elle est perceptible du dessus, sur différents type d'images aériennes ou satellitales télédétection (*sensu lato*). Les progrès récents des capteurs et des méthodes d'analyse permettent d'envisager que certaines caractéristiques structurales, voire floristiques des peuplements forestiers de type amazonien, jusqu'ici peu accessibles par télédétection, soient approchées par l'analyse de données d'imagerie fournies par les capteurs embarqués sur des satellites ou des aéronefs. Nous chercherons donc dans ce cadre à développer des méthodes d'analyses appropriées aux peuplements forestiers, en tirant parti des technologies les plus avancées (radar, laser, multi-spectral, haute-définition, multi-date …).
En particulier, il s'agira de :

- **de développer certaines de ces méthodes complexes (radar notamment) dans le contexte plus simple de la mangrove guyanaise et de sa dynamique spatio-temporelle ;**
- **de développer des méthodes d'approche des structures, des biomasses, des indices de la dynamique de renouvellement (cycle sylvigénétique), etc. en grande forêt ;**
- **de valider les résultats de ces approches par un aller – retour permanent entre celles-ci et les approches au sol ;**
- **de valider et d'interpréter (en termes de structure, dynamique et composition des peuplements) les résultats de la typologie forestière obtenue à l'échelle de la Guyane par l'analyse de données SPOT4 (voir carte ci dessous).**



Cartographie régionale des formations végétales du bouclier guyanais oriental. Le traitment des données journalières SPOT-4 /VEGETATION (résolution 1 – km) rend compte du comportement phénologique des végétations observées. Programme Européen Global Land Cover. http://www.gvm.sai.jrc.it/glc2000/defaultGLC2000.htm

Sur la base des études géomorphologiques, il apparaît que trois échelles emboîtées d'organisation (unité de modelé, unité de paysage, régions naturelles à l'échelle de la Guyane) sont à la fois efficientes pour approcher les processus naturels et leur impact sur la végétation, et pertinentes pour l'aménagement et la gestion durable des massifs forestiers.
L'analyse multi-échelles s'intéressera donc à chacun de ces trois niveaux d'analyse, et aux modalités du transfert d'information d'une échelle vers l'autre, particulièrement en utilisant la télédétection.
A partir (i) des relations entre végétation (structure et composition) et facteurs environnementaux et (ii) de l'organisation du couvert forestier perçue par télédétection, il s'agit :
a - de déterminer des règles spatiales d'organisation du couvert forestier à différentes échelles.
en terme de composition spécifique
en terme d'organisation structurale
en terme de dynamique
b - de mieux reconnaître et interpréter certaines caractéristiques de la végétation par une approche télédétection.
c - d'établir, à partir des points a et b, des procédures de caractérisation des ressources et de zonation des massifs forestiers qui soient à la fois fiables (validées scientifiquement) et utilisables par les acteurs de l'aménagement et du développement régional (faciles à mettre en œuvre, peu coûteuses).
d - proposer des procédures d'échantillonnage allégées qui tiennent compte des zonations établies.

Pour en faciliter la gestion technique et scientifique, le projet AME se décline en quatre volets opérationnels (ou actions) complémentaires et interdépendants.
1.1. "Etude de la forêt guyanaise à partir d'observations aériennes et spatiales"
1.2. "Caractérisation des structures forestières par approches géomorphologiques et pédologiques"
1.3. " Composition et structuration de la végétation forestière"
1.4. "Analyse architecturale et structurale fine de la canopée"

Ces volets opérationnels, contribuent à la réalisation de l'objectif général sur la base d'une approche commune de l'espace forestier. Les volets 1.1, 1.2, 1.3+1.4 font l'objet d'une présentation détaillée ; se reporter aux trois fiches correspondantes.

Deux autres actions proposées par Silvolab sont étroitement associées au projet AME :

***3.4. " Placettes permanentes de suivi de la dynamique forestière après exploitation"* qui s'intéresse aux variations dans l'espace de la dynamique forestière (croissance, recrutement, mortalité).**
1.5. "Méthode d'évaluation de la ressource en bois après stratification de l'écosystème forestier".

Elles correspondent à une collaboration en terme de sites d'études et de complémentarité des approches.
De plus une complémentarité existe avec les projets d'étude des inselbergs pour la caractérisation de la région sud « *Le facies savane-roche des inselbergs et sa participation à la biodiversité des écosystèmes » ; Expédition pluridisciplinaire franco-brésilienne dans les zones frontalières du sud (Tumuc-Humac).*

Références :

Bar-Hen A., Laumonier Y., Nurhayati and **H. Dessard**. **1999**. Relationships between Land-Facets, Soil and Floristic Composition in the Rain Forests of Jambi, Sumatra. Data Managementand Modelling Using Remote Sensing and GIS for tropical Forest Land Inventory. Laumonier et all , Eds. Jakarta. 413-420.

Betoulle J.L., **Fromard F.**, Puig H., **2001.** Caractérisation des chutes de litière et des apports au sol en nutriments dans une mangrove de Guyane française. *Canadian J. Botany* 79(2) : 238-249.

Couteron P. , Pélissier R., Mapaga D., Molino J.F. & Tellier L., **2003**. Drawing ecological insights from a management-oriented forest inventory in French Guiana. *Forest Ecology and Management,* 172:89-108.

Dessard, H. **1999**. Comparaison d,estimateurs de la ressource forestière tropicale basés sur plan de sondage et sur modèle compte tenu d,une post-stratification, Annales des Sciences Forestières, 56, 651-665.

Fabre A., **Fromard F.**, **Trichon V. 1998** Fractionation of phosphate in sediments of four representative mangrove stages (French Guiana). *Hydrobiologia* 392: 13-19.

Franc A., **Gourlet-Fleury S.** et Picard N. **2000**. Une introduction à la modélisation des forêts hétérogènes. ENGREF-Nancy. 312 p.

Freycon V. 1999. Forêt de Counami. Esquisse physiographique. Méthode et note explicative. Document de travail Cirad-Forêt, Kourou, Guyane. 15 p.

Freycon V. 2001a. Les cuirasses du massif de Counami (Guyane française) : premières observations et lien avec une première synthèse bibliographique. Note Cirad-Forêt, Kourou, 13 p.

Freycon V. 2001b. Etude et comparaison de systèmes sols sur deux unités de paysage du massif de Counami (Guyane française). Note Cirad-Forêt, Kourou, 32 p.

Fromard F., Puig H., Peltier A., Betoulle J.-L., Mougin E., Marty G., **1996**. Structural properties and above ground biomass of the french Guiana mangrove forest. *Boletim Museu paranense E. Goeldi, serie Ciencias da Terra* (8) :5-29

Fromard, F., Puig, H., Mougin, E., Marty, G., Betoulle, J.L., and Cadamuro, L., 1998. Structure, aboveground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: New data from French Guiana.*Oecologia*, 115: 39-53

Fuhr M., M.-A. Delègue and R. Nasi **2001**. Vegetation structure, floristic composition and growth characteristics of Aucoumea klaineana Pierre stands as influenced by stand age and thinning. Forest Ecology and Management 140(2-3):117-132.**Gond, V**., Baret, F., Ruelle, B. and Weber, S., 2002, Utilisation de photographies hémisphériques sous couvert forestier guyanais, Bois et Forêt des Tropiques, In press.

Gond, V., Cabot, F., Chehbouni, A. and Meunier, J.C. **1997**. Monitoring of surface evolution by measured and simulated AVHRR data over SALT/HAPEX-Sahel site, *Journal of Hydrology*, 189: 779-787.

Gond, V., de Pury, D., Veroustraete, F. and Ceulemans, R. **1999**. Seasonal variations in leaf-area index, leaf chlorophyll, and water content; scaling-up to estimate fAPAR and carbon balance in a multilayer, multispecies temperate forest, *Tree Physiology,* 19:673-679.

Gond, V., Veroustraete, F. and Ceulemans, R. **1997**. Modeling strategy for a multi-layer mixed forest using remote-sensing data. *In*: G.M.J. Mohren, K. Kramer and S. Sabate *(Editors)* 'Impacts of Global Change on Tree Physiology and Forest Ecosystems', Kluwer Academic Publishers, The Hague, The Netherlands, pp 279-286.

Gourlet-Fleury S. **1999**. Individual-based spatially explicit modelling of forest stands in French Guiana. In : Y. Laumonier, B. King, C. Legg and K. Rennolls (Eds). *Proceedings of the international conference: Data Management and Modelling Using Remote Sensing and GIS for Tropical Forest Land Inventory*. Jakarta, Indonesia, October 26-29, 1998. 473-490.

Grimaldi C, **Sabatier D.,** Grimaldi M. & **Prévost MF**. **2000**. Composante climatique de la tranformation d'une couverture pédologique et des relations sols-végétation en guyane. Pp 159-168, in Servant M. &

Servant-Vildary S. (eds), Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux. UNESCO, Paris

Mayaux, P., **Gond, V**. and Bartholomé, E. **2000**. A near-real time forest-cover map of Madagascar derived from SPOT 4- VEGETATION data, *International Journal of Remote Sensing*, 21:3139-3144.

Molino, J.-F., **Sabatier, D**. **2001**. Tree diversity in Tropical Rain Forest : A validation of the Intermediate Disturbance Hypothesis, *Science* (294) : 1702-1704.

Molino, J.-F., **Sabatier, D**., Birnbaum, P. & **Prévost, M.-F., 1999**. From tree to region: evaluating tree species diversity in tropical rainforests: examples from French Guyana - In : Poker, J. et al. (ed.) - *Biodiversity - treasures in the world's forests.* NNA, Schneverdingen, Vol. 12, p. 204-208.

Mougin, E., **Proisy**, C., Marty, G., **Fromard, F**., Puig, H., Bétoulle, J. L., Rudant, J.P., **1999**. "Multifrequency and multipolarization radar backscattering from mangrove forests", IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, , 37(1): 94-102.

Nasi R., Gami N. **2001**. Participatory Mapping, SIAR, and sustainability in Gabon. Chapter 9. In: People Managing Forests, The Links Between Human Well Being and Sustainability, Colfer C. and Y. Byron (eds.). Resource for the Future Press, Washington, CIFOR, Bogor

Nicolini, E., Caraglio, Y., Pélissier, R., Roggy, J.C. **2003.** Epicormic branches : a growth indicator for the tropical forest tree, Dicorynia guianensis Amshoff (Caesalpiniaceae). Annals of Botany. Accepté.

Ollier, S., Chessel, D., **Couteron, P., Pélissier, R.,** Thiouluose, J. **2003**. Comparing and classifying one-dimensional spatial patterns : an application to laser altimeter profiles. Remote sensing of Environment. Accepté.

Paget D. & **Freycon V. 2001**. Les relations sol-végétation 10 p. In : Richard-Hansen C. & Le Guen R. Guyane ou le voyage écologique. Ed. Le Guen, Garbies, 88-95.

Pélissier R., Dray S., **Sabatier D. 2002**. Relationships between tree species occurrences and soil constraints: an example in French Guiana investigated through canonical correlation analysis. *Plant Ecology,* 162(2):143-156.**Pélissier R**., Goreaud F., 2001. A practical approach to studying the spatial structure in simple cases of heterogeneous vegetation stands. *Journal of Vegetation Science*, 12: 99-108.

Pélissier, R., **Couteron P.,** Dray S., **Sabatier D. 2003**. Consistency between ordination techniques and diversity measurements: two strategies for occurrence data. *Ecology* **84**(1): 242-251.

Pélissier, R., Pascal, J.-P. **2000**. Two-year growth patterns investigated from monthly girth records using dendrometer bands in a wet evergreen forest in India. *Journal of Tropical Ecology*, 16(3): 429-446.

Proisy, C., Mougin, E., **Fromard, F**., Karam, M. A. **2000**. "Interpretation of polarimetric signatures of mangrove forests", Remote Sensing of Environment", 71: 56-66.

Proisy, C., Mougin, E., **Fromard, F**., Rudant, J.P. **1998** Télédétection radar des mangroves de Guyane Française. *Photo-Interprétation - Images Aériennes et spatiales*, Numéro spéc . Télédétection et Végétation,36 (1): 81-88.

Proisy, C., Mougin, E., **Fromard, F**., Trichon, V., Karam, M. A. **2002**, "On the influence of canopy structure on the polarimetric radar response from mangrove forest". Int. J. Remote Sensing. In press.

Riéra, B., **Pélissier, R**. et Houllier, F. **1998**. Caractérisation d'une mosaïque forestière et de sa dynamique en forêt tropicale humide sempervirente. *Biotropica* 30(2): 251-260.

Sabatier, D., Grimaldi M., **Prévost MF**., Guillaume J., Godron, M., Dosso M., & Curmi P. **1997**. The influence of soil cover organisation on the floristique and structural heterogeneity of a Guianan rain forest. Plant Ecology, 131 : 81-108.

ter Steege H., **Sabatier D.,** Castellanos H., Andel T. van Duivenvoorden J., Oliveira A.A. de, Ek R.C., Lilwah R., Maas P., Mori S. **2000**. An analysis of the floristic composition and diversity of Amazonian forests including those of the Guiana shield. *Journal of Tropical Ecology* **16** :801–828.

Trichon V. 2001. Crown typology and the identification of rain forest trees on large scale aerial photographs, Plant Ecology 153: 301-312.

Trichon V, Guillemyn D & **Fromard F. 1998**. Cartographie d'une canopée de forêt tropicale par photographies aériennes numériques et analogiques. In : Hallé F. (ed.), Biologie d'une canopée de forêt équatoriale III. Pro-Natura International& Opération Canopée, Paris : 26-36.

Trichon V., Guillemyn D., **Fromard F**., Betoulle J.L. , Puig H.,**1998**. Evaluation de la biodiversité des écosystèmes forestiers guyanais par photographies aériennes à grande échelle. *J.A.T.B.A*.,40 (1-2): 405-421.

B4- Programme des travaux.

Méthodes :

Les méthodes propres à chaque discipline sont exposées dans les fiches action 1.1, 1.2 et 1.3-1.4.

Le croisement des informations issues des différentes actions exige la mise en place d'une base de données géoréférencées qui sera gérée au sein d'un Système d'Information Géographique (SIG). Ce SIG constitue l'un des éléments importants du travail multidisciplinaire puisqu'il permettra le partage des informations et leur confrontation au travers d'analyses spatiales.

Toutes les actions nécessitent des opérations de terrain (acquisitions – validations). Les sites étudiés sont communs aux différentes actions.

Faisabilité :

La plupart des techniques à mettre en œuvre (analyse géomorphologique, relevés forestiers et botaniques, caractérisation pédologique …) ont déjà été utilisées dans le cadre d'études locales. Leur transposition dans un dispositif d'étude spatialisée ne pose pas de problème supplémentaire mais nécessite une gestion très soignée de l'information et donc la mise en place d'une base de données géoréférencées (SIG).

Pour les relevés de végétation, un travail préliminaire d'ajustement du nombre de répétitions nécessaires et de la taille minimale des parcelles échantillons sera fait sur la base des données déjà acquises.

L'analyse des structures de la végétation vues par la canopée est une démarche plus originale qui a fait l'objet d'une approche préliminaire lors du précédent CPER (1999-2000). Les travaux de mise au point doivent être poursuivis.

Les approches par télédétection doivent être appuyées par des travaux de terrain (voir carte, fiche action 1.3-1.4 fig. 2), d'autres approches (laser, radar par ex.) nécessitent des travaux préliminaires. C'est en particulier l'objectif poursuivi par l'application de certaines méthodes sur les peuplements simples en terme de structure et composition que sont les mangroves côtières.

Localisation :

L'étude portera sur les régions granitiques situées le long d'un axe a fort gradient climatique (Nord-Sud : Régina , Saül nord-est, Tumucs Humacs) ainsi que sur les régions sub-côtières comportant des substrats plus variés le long d'un axe décrivant le gradient climatique est-ouest (Région de Kaw-Régina ; région sub-côtière du bas Sinnamary : Mt Plomb – Piste de St Elie – Paracou ; sud Iracoubo : Counami, Deux flots) pour plusieurs raisons objectives :

- **avec l'ouverture récente de la route Régina - St Georges, il est possible d'accéder à une région très peu étudiée présentant de fortes particularités ;**
- **les sites Paracou, St Elie, Counami sont déjà étudiés ou en cours d'étude et ne demanderons qu'un effort d'acquisition de données minime pour tester certaines des hypothèses de spatialisation ;**
- **les granites sont le substratum géologique le plus répandu en Guyane ;**
- **le modelé géomorphologique y est relativement simple (structures répétitives en demi-oranges) et se prête donc à une première mise en œuvre d'une approche spatialisée ;**
- **on trouve ce substrat dans la zone de plus fort gradient climatique nord-est sud-ouest notamment entre St Georges de l'Oyapock et Saül ;**
- **on pourra disposer d'un véritable *référentiel flore et végétation forestière* pour la Guyane grâce aux acquisitions de données dans des territoires et situations peu étudiés à ce jour : - le sud du territoire guyanais où le substrat granitique est dominant est à ce jour quasi inexploré du point de vue de l'écologie forestière ; - les sites sur granites et sur terrains du paramaca dans la région sub-côtière sont beaucoup moins étudiés que ceux sur schistes.**

Cinq sites d'études nouveaux pour la recherche forestière en Guyane seront mis en place et étudiés dans chacune des régions situées sur les axes est-ouest (3) et nord-sud (2) et trois sites déjà étudiés seront complétés dans la région sub-côtière proche de Sinnamary.

B5- Retombées scientifiques et (ou) technologiques escomptées, à préciser éventuellement pour les différents partenaires.

Les produits attendus sont les suivants :

Acquisition des connaissances

- **-Contribution conséquente et raisonnée à l'élaboration d'un référentiel de la flore arborescente et de la végétation forestière de Guyane.**
- **-Meilleure connaissance des variations de la couverture forestière en fonction des principaux facteurs environnementaux (climat, substrat géologique, sol).**
- **-Meilleure connaissance des espèces forestières (notamment des essences à bois d'œuvre) : profils écologiques ; groupes fonctionnels.**
- **-Quantification des liaisons entre stratification du milieu (canopée et/ou géomorphologie) et potentiel ligneux.**
- **-Evaluation de la performance de différents protocoles d'échantillonnages " légers ".**
- **-Evaluation du transfert d'information végétation → canopée et des possibilités de spatialisation qu'il permet par télédétection.**

Transfert de technologie

- Il n'existe pas à l'heure actuelle de carte de la végétation forestière de Guyane. Les raisons de cette lacune sont d'une part la faiblesse des investigations en dehors des sites permanents d'étude, le petit nombre de sites d'études et l'existence de régions quasi inexplorées du point de vue de la caractérisation de la forêt (nord-est, sud …). La mise en place d'un Système d'Information Géographiques, dédié au couvert forestier (structures et composition) et aux facteurs environnementaux susceptibles de le modeler (climat, substrats …), s'appuyant sur des travaux de terrain et de télédétection, sera donc une étape importante dans la caractérisation du couvert forestier guyanais.

- La caractérisation pédologique est extrêmement coûteuse en temps. La mise en évidence de processus spatio-temporels d'évolution et de structuration des couvertures pédologiques (tels que l'évolution des couvertures ferrallitiques en déséquilibre décrites par R. Boulet dans les années 1980) est un moyen efficace de contourner cette difficulté. L'approche comparative des substrats granitiques, volcano-sédimentaires et des schistes (principal substrat étudié à ce jour), ainsi que la prise en considération des reliefs et des conditions climatiques, complèterons efficacement les modèles pédologiques.

- Si les relations entre la végétation et les facteurs environnementaux s'avèrent suffisamment constantes, ce projet permettra de proposer aux aménagistes forestiers des méthodes d'évaluation fiables des ressources, ainsi que des possibilités d'expertise accrues.

- **Le référentiel végétation servira de cadre comparatif pour des expertises, des décisions d'aménagement, des études d'impact ...**
- Le référentiel floristique sera également un outil d'expertise et de formation.

B6- Organisation et pilotage du projet.

Cette opération sera pilotée par un comité composé des responsables de chaque action dont la coordination sera assurée par Daniel Sabatier (IRD).

Action 1.1 : Etude de la forêt guyanaise à partir d'observations aériennes et spatiales,	C. Proisy (IRD) & V. Gond (CIRAD-Forêt)
Action 1.2 : Caractérisation des structures forestières par approches géomorphologiques et pédologiques,	V. Freycon (CIRAD-Forêt)
Action 1.3 : Composition et structuration de la végétation	D. Sabatier (IRD) & J.-F. Molino(IRD)
Action 1.4 : Analyse architecturale et structurale fine de la canopée,	P. Couteron (ENGREF) & E. Nicolini (CIRAD-AMIS)

Le groupement d'intérêt scientifique Silvolab assurera la coordination des actions, en particulier par le biais de son Comité scientifique auprès duquel le responsable principal de l'opération fera un exposé bi-annuel de l'avancement de l'opération.
Deux séminaires situés à mi-parcours et en fin de projet, permettront de restituer l'état d'avancement et les résultats obtenus auprès de la communauté scientifique, des gestionnaires et des décideurs.

B7- Propriété intellectuelle.

Aucune restriction dans la diffusion des résultats ne s'appliquera.
L'ensemble des résultats obtenus au cours de ce projet fera l'objet de publications dans les revues scientifiques ou dans des revues à destination des professionnels, ou seront communiqués lors de congrès ou par l'intermédiaire des différents canaux de diffusion scientifique ou de vulgarisation.

DOCUMENT C : PARTENAIRES

Etablir la liste des partenaires scientifiques et technologiques du projet en indiquant pour chacun d'eux :

- L'intitulé du laboratoire et/ou de l'organisme et le nom de l'établissement de rattachement.
- Le nom du scientifique principalement impliqué avec ses coordonnées.
- Préciser si le projet comprend des partenaires industriels . Lesquels.
- Donner précisément les localisations des équipes de recherche et des chercheurs concernés (chercheurs résidents ou non)

CIRAD-Forêt, Campus Agronomique, Kourou
Campus agronomique, BP 316, 97379 Kourou
Contact : Vincent Freycon
Tél. : 05 94 32 92 15
Email : vincent.freycon@cirad.fr

ENGREF - Campus Agronomique, Kourou
Campus agronomique, BP 316, 97379 Kourou
Contact : Meriem Fournier
Tél. : 05 94 32 93 00
Email : fournier.m@kourou.cirad.fr

Laboratoire Régional de Télédétection, IRD, Cayenne
Route de Montabo BP165, 97323 Cayenne Cedex
Contacts : Valery Gond et Christophe Proisy
Tél. : 05 94 29 92 92
Email : gond@cayenne.ird.fr et proisy@cayenne.ird.fr

Laboratoire Régional de
Botanique et Ecologie Forestières Tropicales, UMR AMAP, IRD Cayenne
Route de Montabo BP165, 97323 Cayenne Cedex
Contacts : Daniel Sabatier et Marie-Françoise Prévost
Tél. : 05 94 29 92 86
Email : mfp@cayenne.ird.fr et sabatier@cayenne.ird.fr

ONF- Service Technique Inter-régional tropical, route de Montabo, Cayenne
Route de Montabo - BP 7002, 97307 Cayenne Cedex
Contacts : Julien Demenois, Olivier Brunaux
tél : 05 94 25 53 95, fax : 05 94 30 18 63,
Email : stir.tropicale@wanadoo.fr

UMR AMAP (botAnique et bioinforMatique de l'Architecture des Plantes), Montpellier
TA 40/PS2, Boulevard de la Lironde, 34398 Montpellier Cedex 5
Contacts : Yves Caraglio, Pierre Couteron, Jean-François Molino, Eric Nicolini, Christian de Namur, R. Pélissier
Tél. 04 67 61 75 23 - Fax 04 67 61 56 68
Email : , caraglio@cirad.fr , couteron@engref.fr, molino@mpl.ird.fr ; nicolini@cirad.fr, Raphael.Pelissier@mpl.ird.fr

Laboratoire d'Ecologie Terrestre (LET), UMR 5552, CNRS - Université Paul Sabatier, Toulouse
13, avenue du Colonel Roche - BP 4072 - 31029 TOUOUSE CEDEX 4
Contacts : François Fromard, Valérie Trichon
Tél. : 05 61 55 85 43 / 47 - fax : 05 61 55 85 44
Email : fromard@cict.fr , trichon@cict.fr