



# VIP

VALORISATION  
& INNOVATION  
en PARTENARIAT

N° 15 • Mai 2009

## Edito

Certaines activités minières, industrielles ou agricoles ont fortement dégradé l'environnement. Les paysages, les sols, la végétation et même la santé humaine peuvent pâtir de ces perturbations.

Dans un contexte international de préservation des milieux et de la biodiversité, la restauration de l'environnement devient une nécessité. Les travaux de recherche menés par le Cirad permettent aujourd'hui de répondre de manière efficace aux attentes des sociétés privées et du secteur public afin de proposer des solutions pratiques.

L'apport de souches bactériennes ou de champignons adaptés aux milieux riches en métaux lourds contribue à la reconstitution de la flore endémique de façon raisonnée et durable des sites miniers. La mesure de la tolérance des cultures au cadmium permet leur utilisation sur les rejets des mines de phosphates. Là où les sols sont trop contaminés pour y pratiquer une production vivrière, la mise en place de filière énergétique permettra une reconversion des terrains. Enfin, la connaissance de l'écologie des végétaux et des processus de production de plants d'espèces endémiques permet de guider les opérations de restauration écologique pour la restauration des forêts dégradées.

Si vous êtes intéressés par la réhabilitation des sites dégradés, la restauration des sols et de la végétation, n'hésitez pas à contacter nos équipes pour travailler ensemble sur les projets présentés dans ce numéro spécial.

Jean-Michel SARRAILH  
Dynamique forestière,  
Cirad

### Adaptation au changement climatique

Les impacts climatiques sur les forêts risquent d'appauvrir des millions de personnes, de détruire la biodiversité et de renforcer les émissions de gaz à effet de serre. Avec la collaboration du Cirad, l'organisation internationale de recherche forestière Cifor a publié récemment un rapport intitulé « Facing an uncertain future : how forests and people can adapt to climate change ». Ce rapport appelle à la mise en place de mesures d'adaptation pour réduire la vulnérabilité des forêts et des populations qui en dépendent.

En savoir plus : <http://climat.cirad.fr>  
Contact : [bruno.locatelli@cirad.fr](mailto:bruno.locatelli@cirad.fr)

### Remédiation des sols pollués aux Antilles

Un atelier international de réflexion sur les pistes de dépollution possibles des sols pollués par la chlordécone est en cours d'organisation aux Antilles en collaboration avec le Cirad, l'ensemble des partenaires scientifiques locaux et les collectivités locales. Les questions de biodégradation des molécules polluantes et de remédiation des pollutions telluriques seront analysées afin de proposer une stratégie de dépollution des sols contaminés par les organochlorés. Cet atelier est prévu début 2010.

Contact : [magalie.jannoyer@cirad.fr](mailto:magalie.jannoyer@cirad.fr)

### Recherche et développement sur le nickel et son environnement

En Nouvelle-Calédonie, le Centre national de recherche technologique « nickel et son environnement » met en commun des moyens et des équipements pour réaliser des programmes de recherche ou de développement technologique en vue d'améliorer la valorisation des ressources minières dans une perspective de développement durable. En mars 2009, il lance un premier appel d'offres sur les thèmes : nickel & technologie, nickel & environnement, nickel & société. Le Cirad pourra faire valoir ses compétences sur la dynamique des écosystèmes et sur les techniques de restauration des sols miniers.

Contact : [alain.bergeret@cirad.fr](mailto:alain.bergeret@cirad.fr)

### Exploitation artisanale des mines de diamant

En République centrafricaine, l'exploitation artisanale des mines de diamant ne constitue bien souvent qu'une activité de subsistance pour les mineurs. De plus, elle entraîne des problèmes importants de pollution des eaux et de destruction de la forêt. Dans le cadre d'un projet d'amélioration de l'ensemble de cette activité, le Cirad a fait des propositions concrètes en avril 2009 pour la réhabilitation des anciens sites miniers : plantations d'arbres à chenilles, pisciculture, culture du bananier plantain...

Contact : [jean-michel.sarrailh@cirad.fr](mailto:jean-michel.sarrailh@cirad.fr)

### Halle de technologie alimentaire

L'unité mixte de recherche Qualisud du Cirad a accueilli récemment dans sa halle de technologie les étudiants de la filière industries alimentaires des régions chaudes de l'institut des régions chaudes de Montpellier Supagro. Ils ont créé de nouveaux aliments pour valoriser les agro-ressources tropicales : farine infantile à base de céréales et de banane plantain, pâtes de maïs, mil et sorgho, jus de figue de barbarie pasteurisé... Ce travail s'inscrit dans leur projet de formation allant de la formulation du produit jusqu'à la mise en situation de production dans un pays du Sud.

Contacts : [nawel.achir@supagro.inra.fr](mailto:nawel.achir@supagro.inra.fr) ; [gerard.loiseau@cirad.fr](mailto:gerard.loiseau@cirad.fr)

dossier > **Réhabilitation de sites dégradés**

# Science

## ► SAUVEGARDE DES ÉCOSYSTÈMES DE NOUVELLE-CALÉDONIE

Les sols « ultramafiques » de Nouvelle-Calédonie constitués essentiellement de fer sont naturellement très riches en métaux lourds, nickel, chrome, cobalt, manganèse. Ces facteurs, ainsi que l'isolement de cette terre depuis 30 millions d'années, ont permis de faire émerger une flore endémique extrêmement riche associée à des microorganismes du sol leur permettant de tolérer ces métaux toxiques. Ainsi, les écosystèmes qui se développent sur ces sols constituent un modèle privilégié pour l'étude des stratégies d'adaptation des plantes et de leurs microorganismes associés aux contraintes des sols.

**un modèle privilégié pour l'étude des stratégies d'adaptation des plantes et de leurs microorganismes**

En collaboration avec l'Institut agronomique néo-calédonien et l'université de Nouvelle-Calédonie, le Cirad contribue à caractériser la biodiversité végétale, bactérienne et mycorhizienne et son fonctionnement sur des plantes endémiques adaptées aux sols chargés en métaux et aux sols non métallifères. Dans ce cadre, des souches hypertolérantes au nickel du champignon ectomycorhizien *Pisolithus albus* ont été caractérisées. Les gènes impliqués dans la tolérance au nickel de ces souches sont en cours de caractérisation. ■

CONTACTS SCIENTIFIQUES : [yves.prin@cirad.fr](mailto:yves.prin@cirad.fr) ; [marc.ducouso@cirad.fr](mailto:marc.ducouso@cirad.fr)  
CONTACT COMMERCIAL : [alain.bergeret@cirad.fr](mailto:alain.bergeret@cirad.fr)

## ► RESTAURATION DES PAYSAGES FORESTIERS À MADAGASCAR

En Afrique de l'Est, les forêts originelles se réduisent de plus en plus. La forte déforestation due aux pratiques agricoles sur abattis-brûlis et aux multiples pressions humaines sur ces écosystèmes humides entraîne une érosion importante.

**proposer aux décideurs locaux des nouveaux cadres d'aménagement durable pour la restauration des forêts**

Afin de proposer aux décideurs locaux des nouveaux cadres d'aménagement durable pour la restauration des forêts, le Cirad et ses partenaires européens et malgaches étudient les écosystèmes forestiers dégradés de Madagascar. L'ampleur de la dégradation est appréciée par la perte de la diversité spécifique et génétique ; l'évolution des communautés végétales dans les jachères permet d'analyser les étapes de la régénération des espaces forestiers. Les savoirs des agriculteurs sur la succession des espèces et les produits forestiers non ligneux sont associés. L'ensemble de ces informations permet de guider la restauration des paysages forestiers vers des forêts ou des agro-forêts. Des études similaires sont en cours au Kenya et en Ouganda. ■

CONTACT SCIENTIFIQUE : [jean-marc.bouvet@cirad.fr](mailto:jean-marc.bouvet@cirad.fr)  
CONTACT COMMERCIAL : [alain.chauchard@cirad.fr](mailto:alain.chauchard@cirad.fr)

## ► CULTURE DE CANNE À SUCRE ÉNERGÉTIQUE EN GUADELOUPE

Les soles bananières de Guadeloupe et de Martinique sont polluées par un insecticide organochloré, la chlordécone. Bien que cet insecticide ne soit plus utilisé, cette molécule persiste aujourd'hui dans les sols des parcelles où elle a été appliquée. Les productions alimentaires sur ces sols présentent un risque de contamination variable qu'il convient de prendre en compte dans le choix des cultures.

Avec l'Office pour le développement de l'économie agricole des départements d'outre-mer, le Cirad et le bureau d'étude IRIS-Ingénierie analysent la possibilité de consacrer ces sols à la production non alimentaire de biomasse pour l'énergie. Ils vont lancer des essais sur la canne à sucre pour étudier le devenir de la molécule polluante dans la filière énergétique et analyser la faisabilité économique de la production d'électricité à partir de plantes dédiées à cet usage. ■

**étudier le devenir de la molécule polluante dans la filière énergétique**

CONTACTS SCIENTIFIQUES : [denis.pouzet@cirad.fr](mailto:denis.pouzet@cirad.fr) ; [caroline.lejars@cirad.fr](mailto:caroline.lejars@cirad.fr)  
CONTACT COMMERCIAL : [cindy.van\\_hyfte@cirad.fr](mailto:cindy.van_hyfte@cirad.fr)



© M. Ducouso, Cirad

Maquis minier de moyenne altitude, massif du Koniambo, Nouvelle-Calédonie.

# Marché

## ► RÉHABILITATION DE SITES MINIERS EN NOUVELLE CALÉDONIE

En Nouvelle Calédonie, l'exploitation des nombreuses mines de nickel à ciel ouvert entraîne la destruction de la végétation et la dégradation du milieu naturel. Depuis quelques années, les sociétés minières conduisent des programmes de revégétalisation. Afin de participer à la reconstitution du paysage, le Cirad et l'Institut agronomique néo-calédonien mènent des recherches pour restaurer progressivement le maquis minier en implantant des espèces végétales endémiques. En effet, la plantation des espèces locales s'impose sur les sites miniers car elles sont les seules capables de perdurer dans ces sols chargés en métaux toxiques. La collaboration avec les sociétés minières et les services forestiers a permis de collecter et de conserver des graines, et de maîtriser les techniques de multiplication et d'installation des plantes à des coûts raisonnables. Plusieurs sites ont été réhabilités (mines de Thio...). ■

**maîtriser les techniques de multiplication et d'installation des plantes à des coûts raisonnables**

restaurer progressivement le maquis minier en implantant des espèces végétales endémiques. En effet, la plantation des espèces locales s'impose sur les sites miniers car elles sont les seules capables de perdurer dans ces sols chargés en métaux toxiques. La collaboration avec les sociétés minières et les services forestiers a permis de collecter et de conserver des graines, et de maîtriser les techniques de multiplication et d'installation des plantes à des coûts raisonnables. Plusieurs sites ont été réhabilités (mines de Thio...). ■

CONTACTS SCIENTIFIQUES : [jean-michel.sarrailh@cirad.fr](mailto:jean-michel.sarrailh@cirad.fr) ; [laurent.maggia@cirad.fr](mailto:laurent.maggia@cirad.fr)  
CONTACT COMMERCIAL : [francois.laporte@cirad.fr](mailto:francois.laporte@cirad.fr)

## ► LUTTE CONTRE LES ESPÈCES ENVAHISSANTES À LA RÉUNION

Les forêts de l'île de la Réunion recèlent encore une biodiversité remarquable. Pourtant, certaines espèces introduites comme la vigne marronne sont devenues envahissantes et menacent ces forêts. Faisant suite aux travaux de lutte contre ces espèces invasives, l'Office national des forêts et le Conseil général conduisent des opérations de restauration écologique avec l'appui du Cirad pour la formation des agents.

# Technologie

## ► RESTAURATION DES FORÊTS SÈCHES EN NOUVELLE-CALÉDONIE

D'un grand intérêt biologique, la forêt sèche de Nouvelle-Calédonie est morcelée, dégradée et menacée par les feux et les espèces invasives. En 1997, l'Organisation mondiale de protection de la nature WWF a lancé un programme de conservation et de restauration de la forêt sèche en Nouvelle-Calédonie. Avec le soutien financier de l'Etat et des collectivités locales, le Cirad intervient sur la restauration de la forêt sèche sous l'égide de l'Institut agronomique néo-calédonien. Il a notamment précisé les modalités de contrôle des plantes exotiques invasives et évalué l'impact des cervidés introduits. La récolte de semences d'une centaine d'espèces indigènes et la production de plants a permis de réaliser des plantations expérimentales sur des sites très dégradés. Des îlots de végétation permettent aujourd'hui de réamorcer la dynamique de colonisation par les espèces indigènes. ■

préciser les modalités  
de contrôle des plantes  
exotiques invasives

CONTACT SCIENTIFIQUE : [jacques.tassin@cirad.fr](mailto:jacques.tassin@cirad.fr)  
CONTACT COMMERCIAL : [francois.laporte@cirad.fr](mailto:francois.laporte@cirad.fr)

## ► EXPLOITATION AGRICOLE DES ANCIENS BASSINS DE PHOSPHATES AU SÉNÉGAL

La production de phosphate marchand à partir du minerai rejette dans des bassins des grandes quantités de schlamm (mélange de particules fines d'argile et de phosphate avec des composés toxiques comme le cadmium et le fluor). Au Sénégal, les agriculteurs cultivent des arbres fruitiers et font du maraîchage sur ces schlammes pour profiter de leur bonne rétention en eau et de la présence de phosphate. Afin de déterminer l'importance de l'absorption de cadmium toxique par les plantes cultivées sur ces sols, le Cirad a mis au point un test de criblage rapide des systèmes racinaires vis-à-vis de l'absorption du cadmium. La teneur en cadmium varie selon les cultures, elle est nulle pour les courgettes ou les mangues, et maximale pour l'aubergine. Pour d'autres espèces comme la tomate et le chou, c'est la variété qui détermine l'absorption. Ces résultats permettent d'orienter le choix des cultures. ■

un test de criblage rapide  
des systèmes racinaires  
vis-à-vis de l'absorption  
du cadmium

CONTACT SCIENTIFIQUE : [denis.montange@cirad.fr](mailto:denis.montange@cirad.fr)  
CONTACT COMMERCIAL : [philippe.ourcival@cirad.fr](mailto:philippe.ourcival@cirad.fr)

## ► RÉHABILITATION DES SITES MINIERS DES CÉVENNES

La région de Saint Laurent le Minier (Gard) a longtemps exploité des mines de zinc. Les anciens sites industriels sont dégradés car les sols, chargés en métaux, sont toxiques pour de nombreuses plantes. Afin de stabiliser ces sols avec une végétation adaptée et de réhabiliter ces sites, le Cnrs (Centre d'écologie fonctionnelle évolutive) et l'Inra (Laboratoire des symbioses tropicales et méditerranéennes) étudient les associations de plantes métallophiles locales. La légumineuse *Anthyllis vulneraria* en particulier présente un intérêt majeur car elle est capable d'utiliser l'azote de l'air en entrant en symbiose avec une bactérie du sol ; sa croissance est ainsi considérablement améliorée et elle régénère la fertilité du sol. La nouvelle bactérie symbiotique isolée montre une forte résistance au zinc et au cadmium et une adaptation parfaite dans les sols stériles miniers cévenols. Ces résultats ouvrent des perspectives pour la revégétalisation raisonnée et durable des sites miniers. ■

la nouvelle bactérie symbiotique  
isolée montre une forte  
résistance au zinc  
et au cadmium

CONTACTS SCIENTIFIQUES : [jose.escarre@cefe.cnrs.fr](mailto:jose.escarre@cefe.cnrs.fr) ; [cleyet@supagro.inra.fr](mailto:cleyet@supagro.inra.fr)  
CONTACT COMMERCIAL : [cleyet@supagro.inra.fr](mailto:cleyet@supagro.inra.fr)



Afin de choisir des espèces aptes à revégétaliser les espaces libérés, le Cirad a travaillé sur la caractérisation des espèces ligneuses endémiques ou indigènes. Des groupes d'espèces ont été distingués selon les types de fruits et de graines et selon les processus de germination et de dissémination. Ces caractères permettent de choisir les végétaux les mieux adaptés

choisir les végétaux les  
mieux adaptés aux conditions  
d'altitude, de pluviométrie  
et de taille de la trouée

aux conditions d'altitude, de pluviométrie et de taille de la trouée pour assurer la recolonisation naturelle. La réserve naturelle de la Roche écrite a été ainsi restaurée. ■

CONTACTS SCIENTIFIQUES : [jean-michel.sarrailh@cirad.fr](mailto:jean-michel.sarrailh@cirad.fr) ;  
[jean-noel.riviere@cirad.fr](mailto:jean-noel.riviere@cirad.fr)  
CONTACT COMMERCIAL : [francois.laporte@cirad.fr](mailto:francois.laporte@cirad.fr)

## ► RESTAURATION DES SOLS EN ZONES COTONNIÈRES

Les sols des savanes cotonnières d'Afrique sub-saharienne ont été dégradés par des longues périodes culture continue et une conduite inadéquate des systèmes de culture. La matière organique du sol joue un rôle central dans cette dégradation de la fertilité.

Afin de restaurer la fertilité de ces sols, le Cirad et ses partenaires de la recherche en Afrique de l'Ouest et du Centre ont mené des essais de longue durée sur l'entretien du taux de matière organique des sols. La fertilisation minérale et organique des cultures, associée à la restitution des résidus de culture, permet de restaurer la fertilité de sols dans les premiers stades de leur dégradation.

des essais de longue durée  
sur l'entretien du taux de  
matière organique des sols

Des amendements calciques et magnésiens associés à l'introduction d'une jachère à base de graminées endémiques deviennent nécessaires pour réhabiliter des sols plus fortement dégradés (acidification, toxicité aluminique). Cependant, les apports d'engrais sont aujourd'hui trop faibles, du fait du prix élevé de ces engrais. ■

CONTACT SCIENTIFIQUE : [michel.cretenet@cirad.fr](mailto:michel.cretenet@cirad.fr)  
CONTACT COMMERCIAL : [cindy.van\\_hyfte@cirad.fr](mailto:cindy.van_hyfte@cirad.fr)

## EGIS Route

EGIS Route, filiale du groupe EGIS, est un des leaders mondiaux de l'ingénierie des infrastructures et des systèmes de transport. Le Cirad et EGIS Route travaillent ensemble depuis 2004 pour revégétaliser les abords de la nouvelle route des Tamarins à l'ouest de l'île de la Réunion, et limiter l'impact de la route sur le paysage.



Interview de M. Thierry Schantz (Ingénieur Environnement pour le compte d'EGIS Route sur le projet de la route des Tamarins)

### Quelles sont les activités d'EGIS Route ?

EGIS Route travaille sur l'ensemble des projets de routes, de la conception à la maîtrise d'œuvre. L'entreprise a acquis une grande expérience depuis 40 ans dans le domaine routier et autoroutier en France et à l'international. A la Réunion, EGIS Route a gagné l'appel d'offres de la Région pour construire une route à moyenne altitude qui réduira les problèmes de circulation sur la route actuelle longeant le littoral.

### Comment en êtes vous venus à travailler avec le Cirad ?

Dès la conception de la route des Tamarins, l'impact sur le paysage a été pris en compte. Le paysagiste du projet a eu l'occasion de rencontrer Jean-Michel Sarrailh et Jean-Noël Rivière, spécialistes des forêts au Cirad, et d'apprécier leur grande connaissance des espèces forestières indigènes. Il nous est alors apparu nécessaire de pouvoir nous appuyer sur leurs compétences. Le Cirad et l'Office national des forêts sont devenus nos partenaires dans ce projet.

### Comment concevez-vous l'articulation entre la construction de la route et la protection de l'environnement ?

Chez EGIS, nos spécialistes des routes et des ouvrages d'art travaillent avec nos ingénieurs

## EGIS Route en bref

Siège social : France

Statut : SA

Employés : 500

Chiffre d'affaires : 85 M€ en 2007

Domaine : systèmes de transport

environnement pour rechercher le projet de moindre impact. La route des Tamarins s'inscrit au mieux dans le paysage : elle suit les courbes de niveau, la végétalisation des abords respecte les milieux naturels d'origine, ses talus sont modelés pour ne pas passer sur les espèces végétales protégées, et engazonnés pour éviter l'érosion. Des bassins d'assainissement récupèrent les eaux pluviales polluées tout au long de la route pour prévenir la pollution du lagon...

### Vous travaillez avec des pépiniéristes locaux ?

Le Cirad et le paysagiste ont fait le choix d'utiliser une quinzaine d'espèces végétales indigènes (bois d'olive, bois de judas, bois de chandelle...) pour écarter le risque d'introduire des espèces exotiques potentiellement envahissantes. Nous avons ensuite passé des marchés de culture remontés par des pépiniéristes locaux pour la production de jeunes plants forestiers. Ces espèces étant peu cultivées, les pépiniéristes ont été formés par le Cirad à la production de masse et ils ont gagné un savoir faire précieux. Aujourd'hui, ce sont les marchés de plantation qui sont passés à l'action.

### Quels sont les résultats marquants de votre collaboration ?

La route sera mise en service en juin 2009. Malgré les difficultés techniques, 500 000 plants ont été élevés et plantés pour la végétalisation des abords. Nous pourrions apprécier « l'invisibilité » de la route dans quelques années lorsque les jeunes plants replantés sur les talus seront devenus grands ! Au-delà de ce chantier, c'est toute une dynamique de production de plants d'espèces indigènes qui est lancée et qui pourra encore être valorisée pour d'autres ouvrages.

### Avez-vous des nouveaux projets avec le Cirad ?

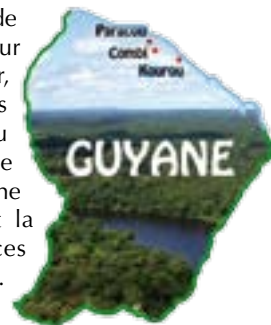
Pas pour le moment, mais nous sommes partants pour renouveler l'expérience.

Contacts : [thierry.schantz@egis.fr](mailto:thierry.schantz@egis.fr) ; [jean-michel.sarrailh@cirad.fr](mailto:jean-michel.sarrailh@cirad.fr)

En savoir plus : <http://www.egis-route.fr>

## Guyane française

En Guyane depuis plus de 35 ans, le Cirad a pour ambition de constituer, avec ses partenaires de la recherche et du développement, un pôle d'excellence de recherche sur la connaissance et la gestion des ressources naturelles de la région. Ses recherches portent sur le fonctionnement de



l'écosystème forestier tropical au sein de l'unité mixte de recherche « Ecologie des forêts de Guyane – ECOFOG », sur la diversité génétique et la résistance aux maladies du cacaoyer et de l'hévéa et sur la valorisation de ses collections de caféiers et de palmiers.

### Le Cirad en Guyane française

comprend 45 agents, dont 8 chercheurs. Chaque année, il accueille des doctorants et des stagiaires sur le campus agronomique de Kourou et dans ses laboratoires de recherche.

Il se concentre vers une politique active de coopération qui a pour ambition de participer au rayonnement de la Guyane, seule région européenne sur le continent sud-américain.

Les chercheurs s'impliquent dans les formations sur les forêts tropicales en partenariat avec les établissements d'enseignement supérieur.

### Principaux domaines d'intervention

- Ecologie et dynamique et fonctionnement forestier amazonien, diversité génétique ;
- Estimation du stockage de carbone des forêts guyanaises ;
- Anatomie et durabilité du bois ;
- Recherche sur les essences locales pour une gestion durable des forêts tropicales ;
- Diversité des cacaoyers de Guyane et utilisation dans la lutte contre les maladies ; entretien d'une collection de clones internationaux ;
- Enrichissement et analyse d'une collection internationale de caféiers ;
- Etude de la résistance de l'hévéa à *Microcyclus ulei* ;
- Développement territorial et conservation de la biodiversité.

### Compétences spécifiques sur la réhabilitation des sols

En Amazonie brésilienne, les terres dégradées suite à la déforestation atteignent maintenant 25 % des espaces défrichés. Les chercheurs du Cirad étudient comment les intégrer au sein d'un processus de développement territorial qui permettrait de sédentariser les colons au sein des périmètres de réforme agraire.

Contact : [richard.pasquis@cirad.fr](mailto:richard.pasquis@cirad.fr)

En savoir plus : <http://www.cirad.fr/guyane>

Pour recevoir gratuitement CIRAD-VIP par messagerie, inscrivez-vous auprès de [vip-cirad@cirad.fr](mailto:vip-cirad@cirad.fr)