

Restauration d'un versant érodé jusqu'à la roche volcanique acide par épandage d'une litière de déchets de sucrerie, compost et NPK dans la Réserve Naturelle de la Caravelle (Martinique)

Roose E*., Venumière N**., Bounmanh K.***

- Centre IRD de Montpellier, courriel : Eric.Roose@ird.fr
- **Parc Naturel Régional de Martinique : MSP-PNRM@wanadoo.fr

Résumé

Pour protéger la baie du Trésor de l'envasement, le PNRM et l'IRD ont décidé d'unir leurs moyens pour évaluer les risques d'érosion d'un versant complètement décapé aménagé mécaniquement (dosses) et l'efficacité d'un apport de litière constituée de bagasse de canne à sucre ainsi que la plantation de quatre espèces locales d'arbustes dans un système de cuvettes enrichies en compost urbain et en nutriments minéraux. La première année, l'érosion résiduelle a été évaluée à 30t/ha/an sur un risque d'érosion potentielle calculé selon USLE de 120 t/ha/an. Mais dès que la surface des ravineaux a été couverte de 15 à 70 t/ha de bagasse peu décomposée, le ruissellement a été réduit de 50% et l'érosion de 98%. Dès la 3^{ème} année, la litière s'étant décomposée, l'érosion a repris progressivement de l'importance. Dans les cinq ravineaux furent plantés simultanément quatre arbustes locaux dans 121 cuvettes enrichies à trois niveaux : rien, compost ou compost + NPK. Au bout de trois campagnes, ce système de plantation en milieu rocailleux acide et pauvre, en concentrant le ruissellement, l'apport de MO et de NPK dans des cuvettes de 60 litres a nettement augmenté le nombre de survivants et leur vigueur.

De même le sol s'est progressivement amélioré : la surface est plus foncée (humus et humidité), la faune perforatrice a réduit la surface compacte et l'infiltration est plus élevée. Pour réduire le coût de revient de l'épandage, il a été suggéré de réduire la dose de paillis à 6t/ha, de l'épandre en bande sur la ligne de plantation et de semer dans cette litière des plantes pionnières si possible des légumineuses rampantes.

Mots-clés : Martinique, érosion, ruissellement, restauration d'un versant, végétalisation assistée, cuvettes, compost et NPK.

Abstract

In order to protect the thesorus Bay from sedimentation in the Martinique Island, PNRM & IRD Administrations decided to evaluate erosion of a hillside completely eroded but stabilised by planks, the efficiency of sugarcane residues mulch and the plantation of four indigenous shrubs. The first year, residual erosion was evaluated to 30 t/ha/year on a potential of 120 t/ha/year along the USLE Wischmeier model. As soon as the soil surface was covered by 15 to 70 t/ha of sugarcane residues, runoff decreased by 50% and erosion by 98%. But after 3 years, the litter was partially mineralised and erosion increased again.

In the 5 plots (~100m²), were planted simultaneously four indigenous shrubs in 121 micro-basins (60 litres). After 3 years, this system concentrating runoff water, compost and NPK increased clearly the number of survivals and their vigour.

The topsoil was also improved by humus, infiltration and fauna activities. In order to reduce the cost, it was suggested to limit the residue doses to 6 t/ha, to spread it only on the plantation lines and to sow pioneer creeping leguminous.

Key words: Martinique Islands, erosion, runoff, soil & plant cover restoration,

1. La problématique

Dans le Parc régional de la presqu'île de la Caravelle en Martinique, plusieurs versants très pentus ont été jadis défrichés, plantés en canne à sucre, puis abandonnés et ont subi un décapage plus ou moins complet de la couverture pédologique (sols fersiallitiques sur lave acide) (Colmet Daage, 1988). Par la suite, ces terrains ont été pâturés avant d'être protégés à l'intérieur du Parc régional.

Pour ralentir l'érosion hydrique sur ces versants dénudés de la presqu'île de la Caravelle et les risques de sédimentation dans l'espace protégé de la baie du Trésor, une première série de travaux a été confiée à l'Office National des Forêts (ONF) en 1998-99 : il s'agissait de ralentir le ruissellement à l'aide de palmes de cocotiers ou de dosses de Mahogany (arbre local apprécié pour les meubles) et pour végétaliser les sédiments piégés sur les versants et dans quelques petites ravines.

Une expertise (Roose, 2000) a montré qu'une fois les pièges remplis de sédiments (34 t/ha), le ruissellement étant concentré en rigoles entre les planches, l'érosion en nappe évolue en ravinement. Par ailleurs, les plantations d'arbres locaux restent chétives du fait des carences en azote et phosphore des sédiments et de la forte acidité des roches altérées sous-jacentes.

Une convention entre le Parc (PNRM) et l'Institut de Recherches pour le Développement (IRD) a été signée en 2001, qui prévoit la mise en place de cinq parcelles d'érosion sur lesquelles seront testés i / le paillage à l'aide de bagasse de canne à sucre (usine à <10km), ii/ la plantation de quatre espèces locales d'arbustes dans des cuvettes, iii/ l'enrichissement du sol par trois niveaux d'apports de nutriments.

D'un point de vue plus général, il s'agit de mettre en place une nouvelle approche de gestion des ressources naturelles qui tente de tirer profit des eaux de surface pour augmenter la production de biomasse et couvrir la surface du sol, au lieu de s'opposer par des obstacles physiques aux forces naturelles destructrices des eaux de ruissellement (Roose et Barreteau, 2003).

Nous remercions vivement l'Union Européenne d'avoir financé l'opération, la sucrerie du Gallion de nous avoir livré sur place 20 tonnes de bagasse, le personnel de la Réserve qui a protégé le site, le laboratoire de l'IRD qui a analysé la turbidité des échantillons de ruissellement.

2. Le milieu

La Réserve naturelle de la presqu'île de la Caravelle est située vers le centre de la Martinique sur la Côte Atlantique entre Tartane et la baie du Robert. Le relief est très varié avec ses nombreuses collines, ses ravins, ses côtes découpées, ses falaises et ses baies souvent couvertes de mangrove. Le point culminant (148m) est occupé par un phare depuis 1861.

Les précipitations, concentrées entre juillet et décembre, n'atteignent que 1500 mm en moyenne annuelle, mais des averses peuvent se produire toute l'année. Durant la période des cyclones, la hauteur journalière des pluies peut dépasser 150 à 250 mm/jour et les intensités du vent et des pluies sont alors très élevées. Les tempêtes tropicales provoquent des ruissellements très intenses aboutissant au ravinement et au décapage de la couverture pédologique sur les fortes pentes. De février à mai, la végétation souffre de la sécheresse surtout en bordure de l'océan Atlantique où les vents sont violents et les embruns marins renforcent encore le stress hydrique.

La roche mère est volcano-sédimentaire : tuffites légers riches en cendres et minéraux ferro-magnésiens ou coulées andésitiques (structure en orgues). Son

altération donne naissance à des sols jeunes caillouteux ou localement à des sols fersiallitiques argileux. L'érosion est très active sur les fortes pentes, dès que les sols sont dénudés ; le colluvionnement a accumulé localement, en bas de pente des sols riches et profonds (Edouard et Laune, 1995). La diversité des formations végétales est liée aux stades de recolonisation des espaces dégradés par les cultures, le pâturage et l'exploitation sélective des essences forestières. La forêt semi-décidue primitive a totalement disparu, mais on trouve aujourd'hui des stades dégradés de savane, de fourrés et de forêt sèche plus ou moins ouverte, en particulier sur les colluvions épaisses en bas de versant (Edouard et Laune, 1995).

3. Le dispositif

Sans perturber le splendide paysage, le dispositif simplifié au maximum pour réduire le travail des observateurs du Parc, se devait d'évaluer les risques de ruissellement, d'érosion et de transfert de sédiments dangereux pour la faune et la flore de la baie du Trésor et de tester une nouvelle approche biologique de stabilisation des versants dénudés et de restauration de la végétation forestière primitive. Enfin quelques panneaux éducatifs ont été élaborés pour expliquer au grand public la diversité des processus érosifs et les moyens de protéger ces versants en aidant la végétation naturelle à recouvrir les terrains dégradés par les activités humaines des siècles précédents.

3.1. Cinq ravineaux de 83 à 130 m², ont été isolés sur un versant de lave acide décapée jusqu'à l'altérite de couleur ocre, blanche ou rouge selon la teneur en minéraux ferromagnésiens. En aval de ces petits bassins, une fosse en béton de 1 m³ a permis de capter les sédiments grossiers, une partie du ruissellement et de la charge en sédiments fins en suspension. Vu la grande hétérogénéité de la topographie, de l'épaisseur du sol et de la nature de la végétation et des roches volcaniques, on a laissé les ravineaux à l'état naturel pendant un an (avec les dosses = déchets de planches datant des expérimentations précédentes) pour évaluer la variabilité de l'érodabilité initiale des cinq ravineaux.

3.2. La végétalisation assistée. En octobre 2001, l'équipe technique du Parc a creusé 121 cuvettes de 40x40x40 cm (sorte de Zaï) et planté quatre espèces d'arbustes locaux : le zikak (*Chrisobalanus icaco*), le poirier (*Tabebuia heterophilla*), le Courbaril (*Hymenea courbaril*) et des boutures vigoureuses de *Gliricidia sepium* (légumineuse arbustive très fréquente dans les haies des campagnes martiniquaises, introduite pour améliorer la litière). Chaque espèce a été plantée dans des cuvettes sous trois niveaux d'enrichissement en nutriments :

- T0, un témoin sans apport en nutriment autre que les matières en suspension dans les eaux de ruissellement ;

- Tc, enrichi en compost (un seau de DIAGO, tourbe enrichie en carbonates, à pH 5.5) ;

- Tc+e, enrichi en compost et engrais chimiques (50 g/cuvette de N₁₂, P₁₄, K₂₄)

Pour éviter toute pollution le témoin a été situé au tiers haut des ravineaux (pas toujours le meilleur sol) et le traitement enrichi en compost et nutriment en bas de pente (qui peut recevoir plus de ruissellement).

La distance entre plants n'est pas toujours régulière pour tenir compte des pointements caillouteux peu propices à la plantation, mais chaque jeune plant dispose d'environ 4 m² d'impluvium. Les rares plantes préexistantes ont été respectées et de nouveaux plants se sont développés naturellement (le

Chamaecrista glandulosa, aussi appelé cassia et l'anacardier (cajou). Le compost DIAGO de « HydroAgriFrance » est un compost de tourbe blonde et brune enrichi de 1.5 kg/m³ de N12, P14, K24 : son pH est relevé à 5.5 à l'aide de 7 kg/M3 de carbonate de chaux et de magnésie.

Le 17/8/2001, la parcelle 5 a reçu un épandage de 15 t/ha de bagasse partiellement séchée et décomposée, à titre de démonstration. L'aspect de la surface du sol a été profondément modifié par la couleur brune de l'humus, l'humectation du sol et le développement d'un tapis d'herbes pionnières. La parcelle 2 est toujours restée nue, mais les parcelles 1, 3 et 4 ont reçu un paillage de bagasse correspondant à 72, 36 et 18t/ha de matières sèches encore très fibreuses.

Le 23 janvier 2003, l'équipe technique du Parc a dégagé les plants d'arbustes et réaménagé les cuvettes : recreusement et disposition des terres à l'aval des plants pour mieux conserver les eaux de ruissellement. Des mesures du couvert arbustif ont été réalisées en septembre 2002, janvier 2003 et novembre 2004 par Nadine Vernumière. Alors qu'au départ Eric Blanchart a montré la pauvreté de la faune sur toutes les parcelles, en novembre 2004, des fourmis, termites et vers de terre ont été aperçus dans le sol des parcelles qui ont reçu de la bagasse.

3.3. Le traitement antiérosif : les dosses, la bagasse et les cuvettes

Les dosses de Mahogany fichées dans le sol et s'appuyant sur deux piquets de *Gliricidia*, deux années auparavant n'ont pas été arrachées : elles ont capté 34 t/ha de sédiments que nous ne voulions pas déstabiliser pour protéger le lagon.

Pour compléter efficacement cet aménagement, nous avons creusé des cuvettes au pied de chaque plant arbustif. Avant l'épandage de bagasse, ces cuvettes ont augmenté la hauteur de pluie infiltrée dans le sol avant le démarrage du ruissellement. Dès la deuxième année, la bagasse a absorbé l'énergie des gouttes de pluie et du ruissellement sous la litière des zones tassées ou rocheuses. Les transports solides ont immédiatement diminué et la charge en particules fines en suspension, celle qui risque d'atteindre et dégrader le lagon, a été drastiquement réduite. L'expérimentation doit nous préciser combien de temps cette litière va protéger la surface du sol et si elle est suffisante pour améliorer les conditions d'infiltration des pluies et l'envahissement du terrain par la végétation naturelle et les arbustes introduits.

3.4. La mesure des pluies. Les orages étant très localisés, nous avons disposé trois pluviomètres à lecture directe d'une contenance de 180 mm permettant d'évaluer les précipitations à trois niveaux du versant. Les pluies fines n'ayant pas provoqué de ruissellement ont été cumulées avec les suivantes. En janvier 2003, deux pluviomètres cumulatifs en tubes de PVC verticaux capables de cumuler 1500 à 2500 mm de pluie ont été placés en parcelles 2 et 5, à l'abri des regards des visiteurs : leur objectif est d'obtenir une évaluation fiable de la hauteur des pluies journalières juste à l'endroit des parcelles, en particulier lors des grosses averses

3.5. La mesure de l'érosion. En principe, les pièges à sédiments sont trop réduits pour capter toutes les eaux de ruissellement et leur suspension lors des plus grosses averses, mais les sédiments lourds restent au fond des cuves et vont servir de base, avec la hauteur de pluie, pour estimer le ruissellement. Si la pluie est inférieure à la pluie d'imbibition, il n'y aura pas de trace de ruissellement dans le piège (Gerlach). Si le piège ne déborde pas, on peut estimer facilement le coefficient de ruissellement ($Kr\% = Lr/PI \times 100$). Mais si le piège déborde, les sédiments

grossiers restent captifs et on peut estimer le ruissellement par régression ($LR = f(\text{sédiments grossiers})$) pour les pluies non débordantes et on prolonge la droite pour les averses plus importantes).

L'érosion totale (en t/ha/an) comprend la terre de fond pesée directement sur le terrain avec une balance dynamométrique (précision à 100g sur 30kg) et les suspensions fines en suspension ($MES = \text{Turbidité} \times \text{vol. ruisselé}$). La suspension est mesurée dans une bouteille plastique de 1,5 l prélevé à mi-profondeur dans les cuves sans remuer. Les suspensions sont floculées, pesées à l'étuve au mg près puis multipliées par le volume ruisselé : ces suspensions ont toute chance de rejoindre le lagon, alors que les sédiments grossiers se déposent en cours de route.

3.6. L'évaluation du ruissellement est meilleure en établissant des régressions en fonction de la hauteur des pluies plutôt que des transports grossiers. En effet, lorsque la pluie dépasse la pluie d'imbibition (= 5 à 11 mm selon l'espacement des pluies), le ruissellement augmente régulièrement avec la hauteur de pluie (Roose et al., 2004).

4. Les résultats

4.1. Les pluies

Au poste officiel de Météo France de Trinité Spoutourne, les pluies annuelles ont augmenté de 1523 mm en 2001 à 1823 en 2002, 1833 en 2003 et 2580 mm en 2004. Chaque année, on a observé des pluies très agressives de 100 à > de 200 mm en 1 à 2 jours, mais pas de cyclone. Du point de vue des plantations, les pluies de 2001 ont été tardives, mais favorables à la reprise des jeunes plants. Les saisons chaudes de 2002 et 2003 ont été relativement arides et les arbustes ont d'abord souffert de la sécheresse suite au manque de vrai sol épais, et de l'engorgement lors des périodes très humides.

4.2. Les états de surface

Le long des diagonales traversant chaque parcelle, nous avons observé le 23 janvier 2003, six mois après l'épandage de la bagasse, la surface couverte (par la litière, les herbes et les arbres), la surface nue fortement liée à l'érosion, et la surface fermée (encroûtée, cailloux inclus et surface tassée) indicatrice de ruissellement (tableau 2 dans Roose, 2004).

Les surfaces couvertes par des arbres (2 à 15%) et par les herbes (1 à 12 % sauf en R5=72%) restent faibles. Les surfaces couvertes par des cailloux varient de 4 à 23% sauf en R2 où elle atteint 49%. En dehors du témoin R2, la litière couvre 65 à 72%.

Au total les parcelles sont couvertes à près de 100% sauf le témoin (R2=57%) : les risques d'érosion sont donc très réduits, quelle que soit la dose de bagasse, vu l'abondance de cailloux à la surface du sol.

Les surfaces fermées sous la litière varient de 27 à 50% soit à cause des cailloux soit à cause du tassement : il y a peu de croûtes de battance sur les sols volcaniques. Il est donc probable d'observer un peu de ruissellement sous la bagasse, mais sa charge solide est très réduite.

4.3. L'érosion totale

L'érosion totale sur les parcelles varie de 21 à 39 t/ha la première année, mais dès que le paillis de bagasse couvre le sol à plus de 90%, l'érosion tend vers zéro. En juillet 2004, la litière est minéralisée et l'érosion remonte progressivement à 5.3 et

même 24,1 t/ha/an. Après deux années, la bagasse a presque disparu et l'érosion redémarre avant que le couvert végétal n'ait repris le relais.

4.4. Le ruissellement

Le coefficient de ruissellement moyen varie de 11 à 32% sur les ravineaux non traités et de 3 à 14% lorsqu'ils sont paillés et plantés sur cuvettes. De même, les coefficients de ruissellement maximaux observés lors des plus fortes averses diminuent de 16-48% avant à 12-23% après épandage de la litière. Même lors des plus fortes averses le paillage permet de gagner 50% d'infiltration, mais n'arrête pas totalement le ruissellement, en particulier sur les zones rocheuses ou tassées. Cette mince couche de bagasse posée sur des altérites en pente forte aurait pu être emportée lors des premières averses, mais en réalité, ces matériaux fibreux sont bien accrochés aux surfaces rocailleuses, ont absorbé l'énergie des pluies, ralenti le ruissellement chargé de matières organiques couleur du thé et supprimé les transports solides. Après 2 à 3 années, le mince paillage de bagasse disparaît localement et le ruissellement retrouve des niveaux proches de ceux du départ : la couverture végétale n'a pas eu le temps d'envahir le terrain, sauf en R5 où l'herbe a trouvé de meilleures conditions de démarrage.

4.5. Le développement de la végétation plantée

La hauteur et la surface couverte par la canopée des 121 arbustes plantés en 2001 par le personnel du Parc ont été suivies jusqu'en novembre 2004. Six mois après l'épandage de la bagasse, la surface du sol couverte par les herbes n'a progressé que de 4 à 6% et celle des arbustes de 5 à 12%.

Le nombre de plants morts est important dès la première année : elle diminue en année sèche pour croître beaucoup en 2004, année très humide. Il semble donc que les plantations souffrent autant de l'excès d'eau (capture par les cuvettes) que de la sécheresse. Si les cuvettes et le système comparable au zaï captent le ruissellement et nourrissent ainsi les jeunes plants, on ignore si le drainage est suffisant et si les racines ne souffrent pas d'engorgement lors des grosses averses. On peut se demander si l'apport (trop) massif de bagasse n'a pas eu une influence négative sur la reprise et la croissance racinaire des jeunes plants arbustifs issus de pépinière.

5. Discussion

Une convention a été conclue entre le PNRM et l'IRD en mai 2001 pour lutter contre l'érosion, protéger le lagon et restaurer une couverture pédologique et forestière sur un versant décapé de la baie du Trésor, dans la Réserve Naturelle de la Caravelle.

Cette étude, réalisée avec très peu de moyens, a exigé le développement de méthodes simplifiées : des pluviomètres cumulatifs adaptés aux cyclones, des pièges à sédiments faciles à relever, et le suivi des états de surface du sol et de la végétation naturelle ou plantée par du personnel peu habitué à la rigueur scientifique.

Ce dispositif a permis de répondre à trois questions pratiques :

- Quels sont les risques résiduels d'érosion après le premier aménagement mécanique ? Sur une érosion primitive (évaluée par le modèle USLE) de 120 t/ha/an, on a observé des pertes résiduelles de 20 à 39 t/ha/an sur des ravineaux naturels de 100 m², malgré les pièges en planches et palmes de cocotiers.

- Quelle est l'efficacité d'un paillage de 15 à 72 t/ha de bagasse de canne à sucre ? Dès l'instant de l'épandage, et pendant 2 à 3 années, le risque d'érosion

tend à s'annuler, même pendant les plus fortes averses. Ensuite il faut recommencer ou plutôt compléter cette litière par le semis d'une légumineuse de couverture rampante.

Quelle est l'efficacité du système africain de récupération des terres dégradées (le Zaï au Burkina Faso), cuvette captant le ruissellement et concentrant les apports de compost et NPK complémentaire sur la restauration de la végétation arbustive ? Cette technique combinant les cuvettes et l'apport de MO + NPK a nettement amélioré le recouvrement du terrain par les espèces locales imposées. Cependant, il n'est pas évident que les cuvettes soient la meilleure solution pour améliorer les conditions hydriques dans ces zones qui peuvent recevoir des pluies considérables en quelques jours.

Cet essai a confirmé d'une façon plus générale la grande efficacité d'un paillis (quelle que soit sa nature) pour réduire le ruissellement (de 50 à 70%) et l'érosion sur des ravineaux naturels (de 80 à 95%), même lors d'événements pluvieux de plus de 200 mm en deux jours tombant sur des pentes de plus de 40% et des sols très peu épais. L'observation du sol a montré le développement d'un mince horizon humifère brun foncé plus humide, la réduction des surfaces compactes et le développement d'activités perforatrices des fourmis et termites.

La bagasse est abondante en Martinique et sur les zones productrices de canne à sucre : elle ne coûte rien sinon le transport de 15t/ha (250€ de la sucrerie du Galion à la Réserve). Cependant, l'épandage est onéreux vu le coût de la main d'œuvre locale (7000 €/2 ha) : or, il y a des milliers d'hectares de cultures diverses qu'il faudrait protéger. Il n'est pas forcément nécessaire de couvrir toute la surface (bandes plantées) sur une telle épaisseur (5cm).

Le système de paillage a eu des effets très positifs sur la restauration du sol et de la végétation à court terme. Mais il a aussi ses limites : durée limitée à 3 ans en fonction de l'épaisseur des sols, de sa résilience et de la vitesse d'altération des roches (ici 2 mm/an).

Le problème du dosage de la bagasse a été peu détaillé. Or un excès de MO solubles dans les eaux de ruissellement peut entraîner la mort des jeunes plants par manque d'oxygène. Préférer deux petites doses (6 t/ha) astucieusement réparties dans l'espace (en bandes) à une grosse dose qui minéralisera rapidement et risque d'empêcher la levée des graines stockées dans le sol ou apportées par la faune ou le vent.

On connaît mieux les espèces d'arbustes et d'herbacées qu'il conviendrait de planter dans ces zones profondément dégradées : le zikak, certains Cassia et des graminées ainsi que le Gliricidia poussent vite s'ils trouvent assez de terre et des fissures dans la roche altérée. Par contre, Poirier et Courmaril à port dressé ne semblent pas bien adaptés à cette première phase de recolonisation. Il faudrait sélectionner des légumineuses rampantes pionnières (ex. Hypomea) et les semer généreusement sur les zones de sédimentation. La bagasse pourrait fournir un tapis efficace pour bloquer temporairement l'érosion, capter les graines des espèces indigènes et favoriser l'infiltration des pluies. Les Cassythes qui parasitent les cimes et les jeunes plants sont très envahissantes : certes, elles participent à la protection du sol, mais étouffent les jeunes arbustes.

6. Conclusions

Cette expérimentation dans une réserve naturelle a permis, avec peu de moyens, d'estimer les risques résiduels d'érosion après un aménagement mécanique (planches), de confirmer l'efficacité d'un paillage de déchets industriels à bloquer le

processus d'érosion pendant 3 années, le temps nécessaire pour l'implantation d'un couvert végétal pionnier. Par ailleurs, le système de plantation en cuvettes qui concentrent les eaux de ruissellement et les apports en compost et en nutriments NPK (voisin du Zaï africain) a permis d'accélérer la restauration des espèces arbustives imposées, d'augmenter le nombre de survivants et leur vitesse de croissance. De même la mince couverture pédologique s'est améliorée (humus, infiltration, décompaction).

On peut préconiser dans les conditions locales, une technique moins onéreuse (paillage réduit à 6 t/ha répandu en bandes isohypses sur les lignes de plantation) qui réduit les risques d'hydromorphie en période de pluies excédentaires.

Il serait souhaitable de tester des associations de plantes résistantes à la sécheresse et à l'engorgement, à l'acidité et à la toxicité des métaux lourds, capables de s'enraciner dans un milieu confiné (les fissures de la roche + un potet (de 60 litres) et de s'étaler sur les terrains incultes voisins.

7. Bibliographie

Colmet Daage E., 1988. Carte des sols de la Martinique au 1/20 000.

Edouard J.A., Laune P., 1995. Réserve naturelle de la presqu'île de la Caravelle: entre terre et mer. PNRM, Min Environnement et Fond Européen de développement régional, 58 p.

Roose E., 2000. Interprétation des analyses des échantillons de terre prélevés sur un versant érodé de la Réserve Naturelle de la Caravelle, Martinique. Rapport de consultance. IRD Montpellier/PNRM Fort de France, 6 p.

Roose E., Barreteau D., 2003. Erosion et environnement à la réserve naturelle de la Caravelle, Martinique. *Antilla*, 1030 : 18-19.

Roose E., Vénumière N., Laune P., Louri J., Ravela R., Martial P., 2004. Expérimentation sur la lutte antiérosive et la revégétalisation assistée d'un versant décapé de la Réserve Naturelle de la Caravelle en Martinique : synthèse et perspectives. Rapport IRD-PNRM, Montpellier et Fort de France, 22 p.

**Restauration de la productivité
des sols tropicaux et méditerranéens**

Contribution à l'agroécologie

Version préliminaire



Eric ROOSE
Editeur scientifique

IRD Editions
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT
MONTPELLIER, JUILLET 2015