

**Expérimentations sur la lutte antiérosive  
et la revégétalisation assistée d'un versant décapé  
du Parc Naturel Régional de la Caravelle en Martinique.**

**Convention PNRM-IRD**

**Rapport 2 : Résultats de la première campagne 2001.**

**Proposition d'améliorations du dispositif et de panneaux pédagogiques**

Mission Roose du 11 au 20 mars 2002

**Eric.Roose\***,

**avec la collaboration de**

**R. Brithmer, P. Laune , N.Venumière, J.Lori \*\*et R.Rovela**



- 2 JUIN 2003

**Montpellier , avril 2002**

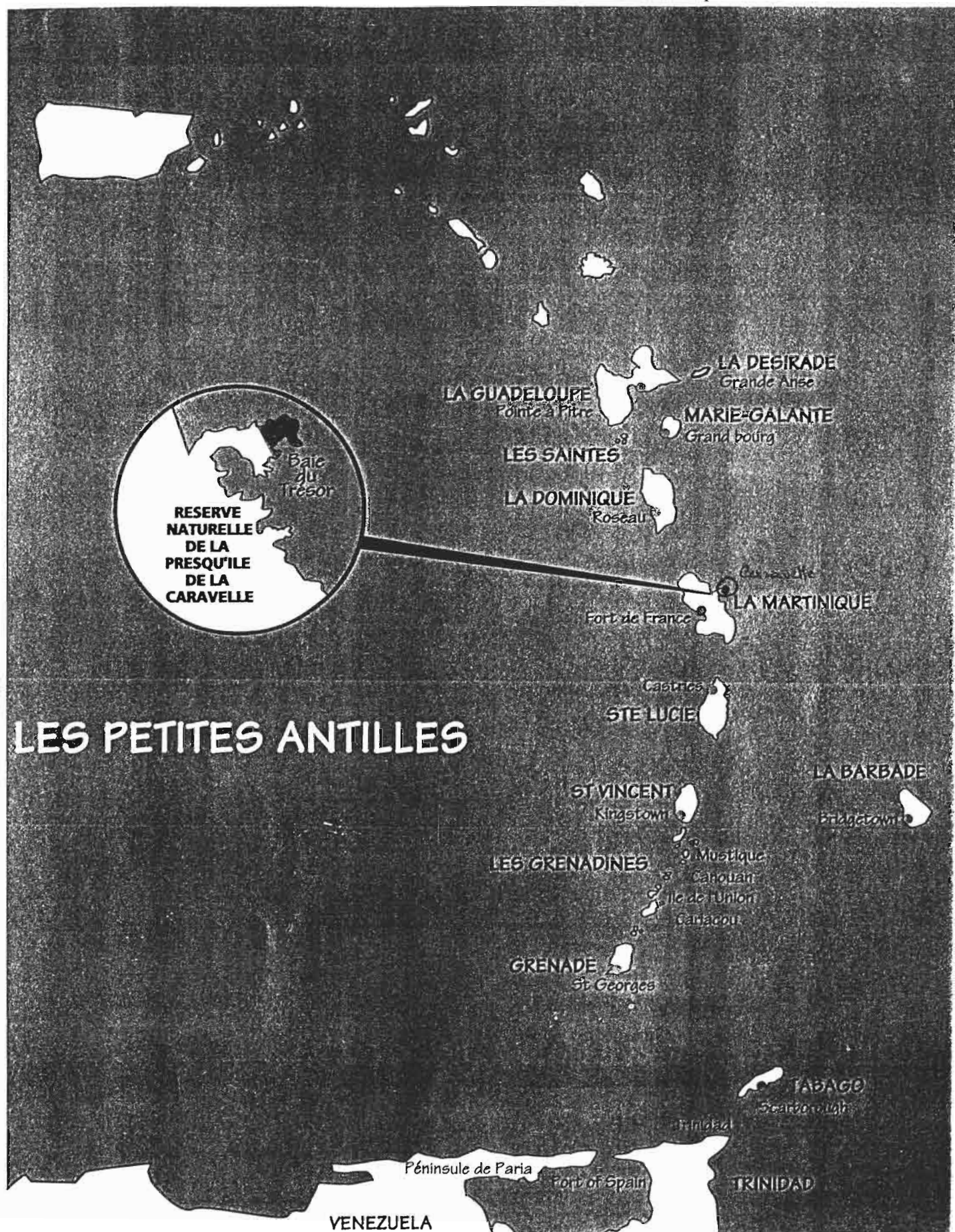
Parc Naturel Régional de Martinique, BP 437 Fort-de-France, Martinique

\*IRD, Laboratoire MOST, BP 5045 , Montpellier, Courriel : roose@mpl.ird.fr

\*\*IRD, Laboratoire BOST, BP 8006, Fort de France 97259 : courriel : bost@ird-mq.fr



Figure 1 Carte de situation de la réserve naturelle de la Caravelle en Martinique



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

## 1. Le milieu

### 1.1 Situation

La Réserve Naturelle de la presqu'île de la Caravelle est située au centre de la Martinique, à l'extrémité de la presqu'île de la Caravelle, après le village de TARTANE. Sa latitude et sa longitude sont respectivement de 14°45' et de 60°55'. Elle occupe une surface de 422 ha. La façade Est de la Martinique est battue par les houles de l'océan Atlantique, mais la partie sud de la presqu'île ménage des baies bien abritées, dont la Baie du Trésor. Les ruines de l'habitation des Dubuc témoignent des déboisements, des plantations de cannes à sucre et de prospères commerces dès la fin du 17ème siècle.

Mais depuis la fin du 18ème siècle, les terres cultivées laissent place à des pâturages, puis la végétation forestière naturelle reconquiert progressivement le territoire.

La première réserve naturelle de Martinique a été créée en 1976 et en 1988, le Conservatoire de l'Espace Littoral acquiert la totalité des terrains de la Réserve appartenant à l'exploitation agricole du Gallion (PNRM, 1995).

Le relief de la Réserve est très varié avec ses nombreux mornes (petites collines), ses ravins, ses côtes découpées, ses falaises et ses baies. Le point culminant (148 m) est occupé par un phare depuis 1861.

### 1.2. Le climat

La Presqu'île de la Caravelle est l'un des points les moins arrosés de l'île ; il y pleut en moyenne 1500 mm par an alors que le reste du pays reçoit entre 2500 et 3000 mm d'eau par an. Pour l'année 2001, les précipitations mensuelles ont varié de 28,8 mm en mars à 333,6 mm en octobre. Les pluies sont concentrées de juillet à décembre, mais des averses peuvent se produire même en période de Carême (février à avril). La hauteur des pluies journalières peut dépasser 150 à 250mm /jour durant la période des cyclones et tempêtes tropicales (août à décembre). Les intensités sont alors très élevées. Ces pluies très abondantes provoquent des ruissellements intenses aboutissant au décapage de la couverture pédologique et au ravinement.

Les températures mensuelles moyennes varient de 24°C en hivernage à 34°C en Carême. L'ETP atteint 1700 mm/an de telle sorte que la végétation souffre de sécheresse de février à mai. Le vent est important en bordure de l'océan Atlantique et les embruns marins renforcent encore le stress hydrique.

### 1.3. Les roches et les sols

La roche mère est vulcano-sédimentaire (tuffites légers riches en cendres et minéraux ferro-magnésiens bien visible sur les talus de la piste qui mène au dispositif) ou coulées andésitique (orgues). Son altération donne naissance à des sols jeunes rocaillieux ou localement à des sols fersiallitiques argileux rouges ou ocres (Colmet Daage, 1988). L'érosion est très active sur les pentes dès que les sols sont dénudés : mais le colluvionnement a accumulé localement en bas des pentes des sols riches et profonds.

La Martinique est située le long d'une ligne tectonique active : l'arc des Petites Antilles. Le prolongement de la plaque Atlantique sous la plaque Caraïbe est à l'origine du volcanisme et de fréquents séismes dans la région. L'accumulation d'éléments solides rejetés

lors de trois épisodes ont donné lieu à l'édification de l'île : le sud et la Caravelle à l'ère tertiaire, la chaîne du Vauclin au Miocène et l'ensemble du Centre et du Nord de l'île est actuel (PNRM, 1995).

#### 1.4. La végétation naturelle

L'hétérogénéité du milieu physique aurait pu déterminer la diversité des formations végétales, mais sur les versants de la Caravelle, la diversité est liée aux différents 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 plus ou moins ouvertes, en particulier en bas des pentes sur les sols colluviaux plus épais (PNRM, 1995).

## 2. Le dispositif mis en place dans la réserve de la Caravelle

Sans perturber le splendide paysage de la baie du Trésor, il s'agit d'évaluer les risques actuels de ruissellement et d'érosion, de tester une nouvelle technique de stabilisation des versants dénudés à l'aide d'une litière de bagasse de canne à sucre venant de l'usine toute proche et d'adapter une technique traditionnelle africaine de récupération des terres dégradées. Enfin quelques nouveaux panneaux expliqueront au grand public se promenant sur deux petits sentiers éducatifs le mode de formation des sols et les moyens de le protéger en aidant la végétation naturelle à recouvrir les terrains dégradés par les activités humaines antérieures. Les dispositifs suivant sont mis en place progressivement :

**2.1. Cinq pièges à sédiments.** En juillet 2001, cinq fosses bétonnées de 1m<sup>3</sup> servant de pièges pour les eaux de ruissellement, les particules fines en suspension (susceptibles d'envaser les fonds marins) et les sables grossiers, ont été construites à l'aval de petits ravineaux d'une surface variant de 83 à 146 m<sup>2</sup>. Leur délimitation naturelle a été renforcée localement par des planches et cailloux. Vu la grande hétérogénéité de la surface topographique, des roches volcaniques, de l'épaisseur de sol et de la nature de la végétation, il a été décidé de laisser pendant une campagne les ravineaux à l'état naturel pour évaluer la diversité de l'érodabilité des bassins : sans cette précaution il eut été impossible de dissocier l'effet de l'hétérogénéité du milieu de l'influence des traitements.

A titre de démonstration la parcelle 5 a reçu le 17/8/2001, un épandage d'environ 15t/ha de bagasse séchée depuis un an et déjà partiellement décomposée : l'aspect de la surface a été profondément modifié par la couleur brune de l'humus naissant et par la croissance spontanée de nombreuses herbes pionnières.

**2.2. La revégétalisation assistée.** En octobre 2001, l'équipetechnique du Parc a creusé 124 cuvettes de 40x40x40 cm et planté quatre espèces d'arbres localement présents : le Zikak (*Chrisobalanus ikako*), le Poirier (*Tabebuia heterophilla*), le Courbaril (*Hymenea courbaril*), et des boutures vigoureuses de *Glericidia sepium* (légumineuse arbustive introduite temporairement pour améliorer la litière en fixant l'azote). Chaque espèce d'arbre a été plantée dans des cuvettes sous trois niveaux d'enrichissement chimique :

- (To), le témoin sans apport chimique,
- (Tc), enrichi en compost (1 seau de DIAGO= tourbe enrichie en carbonates, à pH 5.5);
- (Tc+e) enrichi en compost et engrais chimiques (50 g/cuvette.de N<sub>12</sub>, P<sub>14</sub>, K<sub>24</sub>).

Ce travail profond du sol, mais localisé dans les cuvettes, a réduit temporairement les écoulements d'eau et de terre. Les pluies étant abondantes en fin d'année ont permis une

bonne reprise, mais les plants de pépinière sont souvent trop vieux (tiges trop longues, racines déformées) et devront être recépés. Les cuvettes ne recevant aucun amendement (T0) ont été placées en position de sommet du ravineau (pas forcément sur les meilleurs sols) tandis que les cuvettes recevant du compost et des engrais (Tc+e) ont été situées en bas de pente, pour éviter toute pollution par l'érosion : de ce fait elles pourraient recevoir plus d'eau de ruissellement (s'il reste significatif après le paillage). La distance entre les plants n'est pas totalement régulière pour tenir compte des pointements rocheux et cailloux peu propices aux plantations, mais tant que possible, les jeunes plants disposent de 4 m<sup>2</sup> d'impluvium. Les rares plantes préexistantes ont été respectées et de nouveaux plants se sont développés naturellement. Le compost DIAGO de « HydroAgriFrance » est un compost de tourbe blonde et brune enrichi de 1.5kg/m<sup>3</sup> de N<sub>12</sub>, P<sub>14</sub>, K<sub>24</sub> et d'oligo-éléments : son pH est relevé à 5,5 à l'aide 7 kg/m<sup>3</sup> de carbonate de chaux et de magnésie.

**2.3. Evolution de la biodiversité végétale et animale.** M.Vennetier (du Cemagref de AIX en Provence) est chargé de suivre l'évolution des populations végétales et de leur biodiversité par des missions en fin de saison des pluies. Par ailleurs, l'observation rapide des activités de la macrofaune par Eric Blanchart (IRD, UR SEQC), a montré la pauvreté de la faune sur les parcelles 1 à 4 non aménagées et la présence discrète de fourmis et termites liée à l'apport de bagasse sur la parcelle 5, le 14/3/2002.

**2.4. La mesure des pluies.** Les orages étant très localisés, nous avons disposé à 1 mètre du sol, trois pluviomètres à lecture directe (d'une contenance maximale de 150 mm) permettant d'évaluer les précipitations à trois niveaux du versant traité. Au poste de la météo nationale de la pointe de la Caravelle, un pluviographe enregistre les hauteurs de pluies cumulées toutes les six minutes. Ce pluviographe intercepte moins de pluie que nos pluviomètres mieux protégés des vents dominants. Ce pluviographe nous sera cependant utile pour évaluer les courbes « intensités x durées » à l'échelle régionale. Nous remercions le personnel de la Météo Nationale de nous faire bénéficier de leur compétence. La hauteur de pluie retenue dans ce rapport correspond à la plus forte hauteur observée sur l'un des trois pluviomètres, considérant que la pluie a été interceptée le plus correctement à l'abri du vent. Les petites pluies fines et sans énergie n'ayant pas provoqué de ruissellement, ont été cumulées avec la suivante.

**2.5. L'état nutritionnel des sédiments et altérites.** Pour mieux cerner l'hétérogénéité des qualités nutritives de la terre où sont replantés les arbustes, nous avons prélevé dans chaque ravineau des échantillons moyens de terre dans 5 cuvettes (0-30 cm) et un profil complet en amont de la séquence, à l'abri d'un vieil arbuste : les analyses de texture, pH, phosphore assimilable, bases échangeables et matières organiques ont été réalisées au laboratoire d'analyses du Cirad à Fort de France : nous les remercions vivement pour leur coopération (voir annexe 1).

Les résultats d'analyses confirment la pauvreté en nutriments (C, N, P et forte acidité) des sédiments et des altérites par rapport aux horizons humifères originaux.

**2.6. Les indicateurs des états de surface.** Nous avons procédé en fin de saison des pluies (le 14/3/2002) à la description des états de surface des cinq ravineaux selon la méthode bien connue des points quadrats, tout au long d'une diagonale partant du piège à sédiment et remontant jusqu'au sommet opposé (Roose, 1996). Tous les 20 cm, deux observations ont été réalisées sur *un indicateur de risque de ruissellement* (**Surface fermée** = % des points recouverts d'une croûte de sédimentation, d'une pellicule de battance, d'un cailloux inclus

dans la matrice ou d'une surface tassée, ralentissant l'infiltration) et sur un *indicateur de risque d'érosion* (**Surface couverte** = % des points recouverts de litière, de cailloux, d'herbes ou d'arbres). Plus la surface du sol est couverte de litière, herbes, arbres, cailloux et moins les gouttes de pluie et l'énergie du ruissellement ont de prise sur le sol pour détruire les agrégats et transporter des particules. Inversement, plus la surface du sol est tassée, couverte de croûtes, de fines pellicules ou de cailloux inclus dans la masse du sol, moins nombreux seront les pores disponibles pour infiltrer les eaux de pluie et plus les risques de ruissellement et d'érosion seront élevés. Ceci se traduit sur le terrain par les traces laissées par le ruissellement et les divers types d'érosion :

- \*trainées de matières légères flottantes ==> faible ruissellement et érosion en nappe ;
- \*griffes de quelques centimètres de profondeur ==> le ruissellement est plus abondant et commence à développer une énergie décapante à l'origine de l'érosion linéaire ;
- \*rigoles de > 10 cm évoluant en ravines de > 30 cm : fort ruissellement et grave danger d'érosion en ravine, avec transport abondant de sable et de cailloux;
- \*glissement de terrain soit sur les berges des ravines, soit sur les versants des collines ==> terrain gravement instable ;
- \*disparition de la couverture pédologique observable sur quelques reliques protégées par des arbustes ==> nécessité de stabiliser la surface du sol et d'aider les plantes à se réinstaller...

Chacun de ces cas est présent sur le versant expérimental étudié au Parc de la Caravelle et fait l'objet d'étude pour la mise au point d'une méthode simple de réhabilitation assistée de la végétation naturelle.

**2.7. Traitement antiérosif : 5 doses de bagasse et cuvettes Zaï.** Début 2002, les ravineaux seront recouverts de 5 doses de bagasse de canne à sucre fraîche (0, 6, 12, 18 ou 24 t/ha de matières sèches) en fonction des risques d'érosion de chacune d'elle, la plus érodable recevant le paillage le plus épais. Etant donnée la vitesse de minéralisation de la bagasse (environ deux campagnes), l'objectif poursuivi n'est plus de rechercher la dose minimale de bagasse capable de maîtriser l'érosion, mais d'optimiser les coûts d'aménagement, étant entendu que la bagasse est gratuite, que le transport par camion jusqu'à la piste du parc est bien meilleur marché que le transport manuel en cuvette et l'épandage du paillage sur les surfaces dénudées souvent très pentues. Il faut donc rechercher la dose qui permettrait de stabiliser le versant jusqu'à ce que les végétations naturelles et plantées assurent le recouvrement du sol. Les plantations ont été réalisées durant le mois de décembre 2001. Les arbustes et herbes croissant antérieurement ont été laissés en place sans fertilisation.

La technique de récupération des terres dégradées (cuvettes Zaï) a aussi un rôle antiérosif dans la mesure où ces cuvettes piègent pas mal d'eau de ruissellement et de sédiments et permettent la croissance d'un couvert végétal pérenne.

### 3. Les résultats des observations

#### 3.1. Les pluies

Du 1/8/2001 au 10/1/2002, les pluies ont atteint 864 mm sur le poste le plus humide du versant, **plus qu'au poste officiel Météo France de la Caravelle???**. Encore faut-il souligner que toutes les petites bruines n'ayant pas d'intérêt pour l'érosion ont été relevées avec retard (risque d'évaporation). Cette valeur est donc légèrement inférieure à la réalité.

Il s'agit d'une année où les pluies ont commencé tardivement, mais ont été plus abondantes qu'en moyenne en août, octobre et décembre ; par contre les mois de septembre et

novembre ont été déficitaires. En mars on observe encore de nombreux grains localisés si bien que la végétation commence à peine à montrer quelques signes de ralentissement. Cette campagne a été favorable à la reprise et à la croissance des plantations sur le versant expérimental. Sur 22 pluies observées, 13 dépassent 20 mm, 9 dépassent 50 mm et 4 dépassent 80 mm. Le 1 août 2001, on a enregistré 108 mm pour inaugurer les observations. Depuis lors, on n'a jamais plus capté autant de terre et d'eau dans les cuves. Les valeurs de perte en terre sont probablement supérieures à la moyenne vu l'état des terres remuées pour la confection des cuvettes.

En conclusion les pluies ont été suffisamment agressives pour bien mettre en évidence l'hétérogénéité de la réponse des ravineaux aux grosses averses : cet objectif de la première campagne est donc atteint.

### 3.2. Les états de surface et les indicateurs de risque de ruissellement et d'érosion

**Tableau 1. Etats de surface du sol le 14/3/2001.**

RAVINEAU	R1	R2	R3	R4	Moy	R5
Surf.Cailloux %	50	48	59	42	50%	04 %
S.litière %	00	00	00	00	00%	64 %
S.herbes %	07	07	03	00	4%	26 %
S.arbres %	12	02	04	04	5%	02 %
S.couverte %	69	57	66	46	59%	96 %
Surface nue %	31	43	34	54	41%	4 %
S.ouverte %	29	40	11	28	27%	50 %
S.fermée %	71	60	89	72	73%	50 %
S.cailloux inclus%	30	19	30	09	21%	26 %
S.tassée %	06	10	21	32	18%	20 %
Cailloux posés %35	31	38	31	34%	4 %	

**La surface fermée du sol** (bon indicateur de risque de ruissellement) diminue de 60 - 89 % sur les ravineaux non aménagés, à 50% sur le ravineau R5 qui a reçu 15 t/ha de litière. On observe qu'il ne sort presque plus de ruissellement de cette parcelle: de plus les eaux piégées dans la cuve sont très peu chargées. L'infiltration va s'améliorer au cours des années avec le développement des activités de la macrofaune au contact sol-litière.

Les risques de ruissellement devraient donc croître du ravineau 5 à 2<1<4<3.

**La surface dénudée du sol** (bon indicateur de risque d'érosion) diminue de 54-31 % sur les bassins non aménagés, à 4% sur la parcelle traitée. Très peu de terre a quitté la parcelle recouverte de litière et le profil recommence à s'engraisser d'un horizon humifère. Par contre sur les ravineaux dénudés les terres sont emportées dès que les particules se détachent de la roche altérée : le sol évolue très lentement si on n'intervient pas pour couvrir le sol. Les pertes en terre devrait croître de R5 à R4..(5<<1<3<2<4).

### 3.3. Les terres de fond captées dans les pièges à sédiments

Le principe des pièges à sédiments (capteur de volume trop réduit pour stocker toutes les eaux de ruissellement lors des grosses averses, mais suffisant pour stocker les sédiments grossiers) développés jadis par les géomorphologues (Gerlach), c'est de récupérer les sédiments grossiers qui vont servir de témoins de la dynamique d'une portion de versant. Si la pluie est inférieure à la pluie d'imbibition, il n'y aura pas de trace de ruissellement dans le



Table de transformation des poids humides en poids secs des sédiments (d'après B. Khamsouk, 2001).

– Relation entre le poids de sol humide de sol et son poids sec dans un volume constant de 10 l rempli d'eau (sol brun à halloysite).

Poids sol sec (kg)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	5
Poids sol humide à V=10 l (kg)	10	10,1	10,2	10,3	10,4	10,6	10,8	11,3	11,5	11,8	12,2	12,8

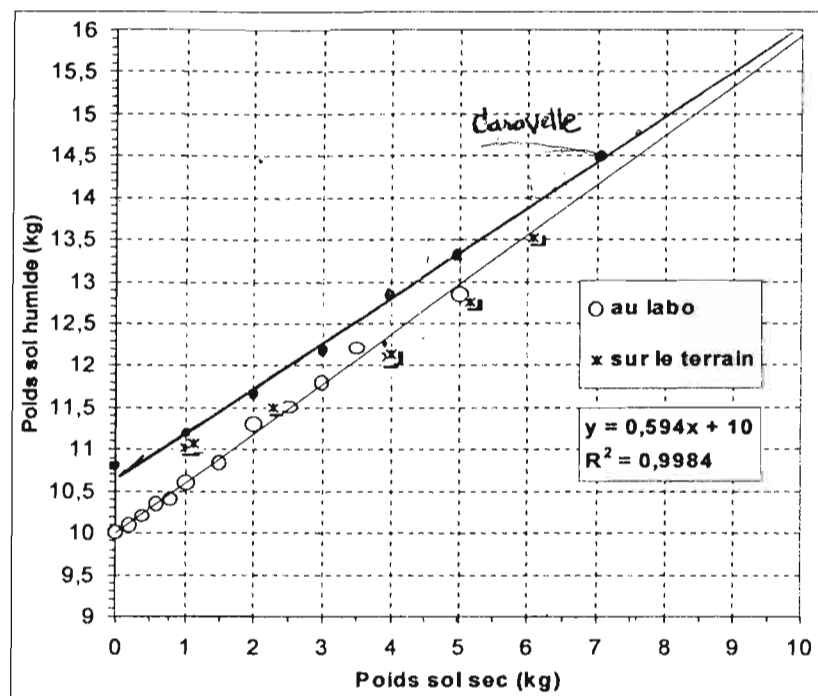


Figure 2.1 – Abaque de l'érosion "poids humide en fonction du poids sec" du sol brun rouille à halloysite dans un volume constant de 10 l.

piège. Si le piège ne déborde pas, on peut estimer le coefficient de ruissellement pour une tranche donnée de pluies. Mais si le piège déborde, les sédiments de fond piégés sont trop lourds pour déborder avec le ruissellement et les suspensions fines: elles permettent souvent une estimation du volume ruisselé. Sur le versant expérimental du Parc de la Caravelle, nous n'avons installé dans un premier temps qu'une fosse de 1 m<sup>3</sup>, bcp trop petite pour stocker le ruissellement de bassins d'une centaine de m<sup>2</sup>: 10 mm de ruissellement sur 100 m<sup>2</sup> équivalent déjà à 1000 litres. Or on peut s'attendre à des pluies cycloniques de 400 mm et plus ...On va donc tenter d'estimer les terres de fond captées par les cuves lorsqu'elles n'ont pas débordé, puis estimer le débordement en fonction des terres de fonds captées, ou plus directement en fonction des hauteurs de pluie.

Au préalable il nous faut expliquer comment traduire le poids de terre sèche à partir de la mesure du poids de terre humide ramassée au fond des cuves après les pluies déposées dans un volume constant (par ex un seau de dix litres ). Nous avons pesé le seau rempli d'eau soit 10,8 kg , équivalent de 10 litres d'eau (densité apparente de 1) et du poids du seau vide. Ensuite nous avons versé avec précaution un kg de terre de surface sèche dans le seau plein d'eau. Une partie de l'eau a débordé, mais la terre ayant une densité apparente comprise entre 1 et 2.6, le poids du seau plein de cette boue dépasse 10.8 kg , soit 11,1kg observé. Nous avons répété l'opération 5 fois pour obtenir une droite donnant en ordonnée le poids de terre humide dans le seau et en abscisse le poids de terre sèche. A la figure 2, vous pouvez constater que l'exercice fait avec des terres légères (dapp de 0.8 à Rivière Lézarde avec un sol brun rouille à halloysite) a donné une droite parallèle mais plus basse (Khamsouk, 2001) qu'avec les altérites ferrugineuses du versant étudié sur la Caravelle.

En tenant compte de cette droite obtenue expérimentalement avec la terre de surface du versant de la Caravelle, nous avons transformé toutes les mesures de terre érodée humide en terre sèche, sans devoir passer par une étuve (gain de temps).

**Tableau 2 . Erosion totale(t/ha), turbidité (mg/l) et terre de fond (poids sec en kg/ha) captées en aval de chaque ravineau du 1/8 au 10/1/2002.**

Ravineau	R1	R2	R3	R4	R5
Surface (m <sup>2</sup> )	133.5	92.4	83.0	88.7	146.1m <sup>2</sup>
<b>Erosion :</b>					
Terre de fond:	30 742	20 790	38 000	38 613	0 kg/ha
Turbidité	206	248	278	308	143 mg/l
MES	577	315	470	378	53 kg/ha
E Totale	31.3	21.1	38.5	38.9	0.05 t/ha

L'érosion totale (en t/ha) comprend la terre de fond (Tdf) pesée directement sur le terrain avec une balance dynamométrique (portée de 100 kg , précision à 100 g) et les matières en suspensions (MES). La MES est le produit du volume ruisselé par la turbidité (charge en suspension mesurée dans une bouteille en plastique de 1,5 l). prélevées dans les cuves, à mi profondeur , sans remuer les dépôts. La bouteille est pesée, les suspensions floculées puis séchées à l'étuve avant leur pesée au mg près.

On observe que sous paillage (R5) l'érosion totale est négligeable (53 kg/ha) et que le ravineau 2 (Et=21t) est nettement moins érodé que les ravineaux 1, 3 et 4 (Et varie de 31 à 39 t/ha).

On pourra donc laisser le Ravineau 2 sans paillage comme témoin et comparer efficacement l'effet de trois doses de paillage sur les ravineaux R1=6t/ha de paillis, R3=12t/ha, R4 = 24 t/ha. Le ravineau R5 ne sera pas rechargé, mais servira à estimer la reprise de l'érosion après la minéralisation du paillage (15 t/ha en 2001).

### 3.4. Evaluation du ruissellement

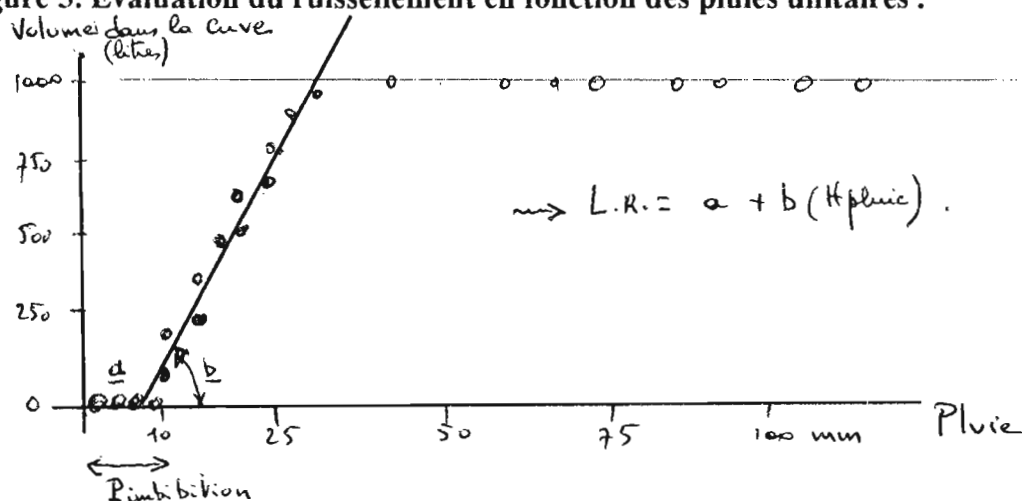
Le volume ruisselé est estimé par différence de la hauteur d'eau dans les cuves (en mm) moins la hauteur de pluie (puisque les cuves ne sont pas couvertes), tant que le ruissellement n'a pas débordé. ( voir figure 3 )

Mais dès que la cote 50 cm a été atteinte (sur l'une des trois mesures), on peut tenter d'estimer le ruissellement :

- soit à partir des terres de fond , en considérant que c'est le ruissellement qui déplace les terres de fond ...Cependant , l'analyse des graphiques Ruis.= f(Tdf) a montré que les liaisons sont très lâches, étant donnés les travaux de plantation et les délais probables entre le détachement et le transport des particules sableuses...

- soit à partir des graphiques Ruis.= f(Pluie)

Figure 3. Evaluation du ruissellement en fonction des pluies unitaires .



\* Si la pluie n'atteint pas la pluie d'imbibition, le ruissellement reste nul. C'est le cas pour des pluies variant de 5 mm en période pluvieuse (<1 jour sans pluie) à 11 mm en période sèche (>4 jours sans pluie).

\* Lorsque la pluie dépasse ces valeurs, le ruissellement augmente régulièrement avec la hauteur de pluie et on peut calculer une régression Ruis.=f(Pluie)

\* Enfin la cuve déborde, mais on peut raisonnablement estimer que le ruissellement continue sa croissance à peu près au même rythme.

On peut estimer le ruissellement d'une averse de 94 mm selon la procédure suivante :

a/ on diminue la hauteur totale de la pluie d'imbibition soit 10 mm si l'averse précédente date de plus de 5 jours (ex le 15/10) Pluie efficace=94-10 = 84 mm

b/ On voit sur le graphique que pour déborder (1000litres), il a fallu 20 - 5 mm= 15 mm . On divise alors la pluie efficace par le nombre de mm nécessaires pour le débordement soit 84/15 = 5,6 x 1000 litres=5600 litres

On corrige en fonction de la surface du ravineau  $R1 = 133,5 \text{ m}^2$

Lame ruisselée =  $5600 / 133,5 \text{ m}^2 = 41,95 \text{ mm}$

Coefficient de ruissellement =  $41,95 \text{ mm} / 94 = 0,45$  ou 45% de la pluie

**Tableau 3 . Ruissellement en mm ou en % capté en aval de chaque ravineau du 1/8 au 10/1/2002.**

Ravineau	R1	R2	R3	R4	R5
Surface (m <sup>2</sup> )	133.5	92.4	83.0	88.7	146.1m <sup>2</sup>
<b>Ruissellement :</b>					
LR mm	280.31	127.13	169,24	122,66	37,06
Cram %	32%	15%	20%	14%	4.3%
Crmax %	48%	16%	33%	20%	12%

On remarque au tableau 3 que le coefficient de ruissellement annuel moyen est très faible (Cram=4%) sur le ravineau 5 car le sol est couvert de litière (SC=>96%), mais varie de 14 à 32 % sur les ravineaux dénudés. Curieusement le ruissellement (Cram= 14%) est le plus faible sur le R4 qui a perdu le plus de terre et sur R2 qui en a perdu le moins. Ceci peut se comprendre du fait de la présence de roches ferrugineuses en surface qui causent beaucoup de ruissellement, mais peu d'érosion, car elles sont très cohérentes.

Le coefficient de ruissellement maximum pour une grosse averse varie de 12% sur sol couvert de litière à 16 - 48 % sur ravineau dénudé : on peut donc s'attendre à des volumes considérables de ruissellement lors des tempêtes tropicales et des cyclones.

La pluie d'imbibition varie de 10-11 mm sur ravineau décapé lorsque l'averse tombe sur sol sec depuis plus de 4 jours, à 5 mm lorsque l'averse tombe sur un sol détrempé la veille.

Le ruissellement ne commence donc qu'après avoir saturé certaines zones tassées peu perméables mais ne couvre pas l'ensemble de la surface, à peine 15 à 48% des ravineaux (théorie " Aires contributives saturées " : Cosandey & Robinson, 2000). Le recouvrement de ces altérites décapées par une mince couche de litière n'arrête pas tout le ruissellement (Cr= 4 à 12 %), mais il le ralentit et bloque les transports solides : seules quelques particules fines en suspension traversent ce tapis de bagasse de cannes à sucre.

#### 4. Conclusions

1. Le PNRM a signé en 2001 une convention avec l'IRD pour lutter contre l'érosion, restaurer la végétation naturelle d'un versant décapé de la baie du Trésor et installer un sentier pédagogique sur la formation, la conservation et la restauration des couvertures pédologiques et forestières : l'aménagement des 5 ravineaux est en place et les résultats de la première campagne permettent d'évaluer l'hétérogénéité du milieu et l'efficacité du paillage.
2. La campagne 2001 nous a été favorable dans ce sens que les pluies ont commencé tardivement, une fois le dispositif en place ; ensuite les pluies ont été assez abondantes pour tester l'homogénéité de l'érodabilité des ravineaux et permettre une bonne reprise des plantations.
3. Les ravineaux 1, 3 et 4 , ayant perdu une trentaine de t/ha de terre, semblent suffisamment homogènes pour mettre en évidence l'influence de trois doses de paillage sur le ruissellement, l'érosion, la qualité des eaux (MES), la durée de la protection du sol jusqu'à ce que la végétation naturelle soit suffisamment efficace pour maintenir le sol.

4. Le ravineau 2 (E=21 t/ha), pourrait servir de témoin : il est bien visible pour les visiteurs situés sur le sentier en aval de la zone de savane mise en défens clôturée depuis 6 ans.

5. Le ravineau 5 a été recouvert depuis 1 an d'environ 15 t/ha (=5cm) de bagasse desséchée et partiellement fermentée. Son épandage a arrêté brutalement l'érosion, ralenti le ruissellement, amélioré l'infiltration et a provoqué la croissance d'herbes et d'arbustes présents naturellement. On peut soit le couvrir d'une forte dose de bagasse, soit de préférence le laisser en l'état actuel pour évaluer la vitesse avec laquelle la bagasse disparaît par minéralisation et l'érosion redémarre.

6. Une série de recommandations en vue de l'amélioration du dispositif ou de son exploitation est détaillée en annexe 2.

7. Cinq panneaux sont proposés en annexe 3 pour expliquer au grand public :

- \* le paysage des versants de la baie du Trésor,
- \* la formation des sols ,
- \* les types d'érosion ,
- \* la lutte antérosive ,
- \* la restauration des sols et la revégétalisation assistée.

### **5. Liste des propositions d'amélioration du dispositif**

Nous avons rangé nos propositions en fonction des urgences pour améliorer les observations :

- \* Installation de 1 à 3 pluviomètres cumulateurs à mi-pente, près des cuves de R1 et R2 pour tenir compte des pluies cycloniques;
- \* Couvrir les cuves d'une tôle pour mieux évaluer la pluie d'imbibition et le ruissellement ;
- \* Mettre des étiquettes au pied des plantations et autres végétaux pour repérer les traitements (T0, Tc, Tc+e, Pousse naturelle) afin d'évaluer l'impact des nutriments sur la croissance des arbustes et des herbes;
- \* Mieux définir la surface des ravineaux en ajoutant quelques diguettes aux endroits où le ruissellement a tendance à s'enfuir latéralement;
- \* Epandage des litières de canne durant la saison sèche de février à mai sur un canevas de lignes distantes de 1 mètre.

## Eléments de bibliographie

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

Cosandey Cl.& M Robinson. 2000. Hydrologie continentale. Armand Colin Paris , 360 p.

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 regional, 58 p.

France-Antilles.

Khamsouk B., 2001. Thèse Univ Toulouse, ENSAT, Toulouse, 257 p.

Roose E., 1994. Introduction à la Gestion Conservatoire des Eaux et de la fertilité des Sols.(GCES). Bull.FAO des Sols , Rome, n° 70 , 428 p.

Roose E., 1996. Méthodes de mesure des états de surface du sol, de la rugosité et des autres caractéristiques qui peuvent aider au diagnostic de terrain des risques de ruissellement et d'érosion , en particulier sur les versants cultivés en montagne. Bulletin Réseau Erosion, ORSTOM , Montpellier, 6 : 87-97.

Roose E., Kabore V., Guenat Cl., 1996. Le zaï, fonctionnement, limites et amélioration d'une pratique africaine de réhabilitation de la végétation et de la restauration de la productivité des terres dégradées de la région soudano-sahélienne. Cahier ORSTOM Pédol., 28, 2 : 405-412.

Roose E., 2001. Erosion et restauration assistée de la végétation naturelle sur les versants dégradés de la Réserve de la Caravelle en Martinique : Convention PNRM-IRD. C. R de la première mission du 18 au 22 juin 2001. Rapport IRD Montpellier , 6 p.

## Annexe 1. Les résultats d'analyse des terres prélevées .

## ANALYSES DE TERRE

Nom du propriétaire :	PARC PNRM	Plantation :	Caravelle erodée
Localité :	TRINITE	Reçu le :	22-juin-01
Responsable :	E.ROOSE	Résultats remis le :	18-juil-01

N° CIRAD FLHOR Echantillon	Echantillons composite sol en place (a et b), c = dépôt sur planche.			
	774 Car 1 a 0-10	774 bis Car 1 b 0-10 cm Zone Cuiassée	775 Car 1 c 0-10 cm dépôt sur planche	776 Car 2 0-10 cm
Acidité pH eau	4,62	4,60	4,58	4,19
Capacité d'éch. cat. mé % g	16,95	16,26	15,97	16,73
Sommes des B.E.mé % g	1,55	1,82	2,11	1,01
Coefficient de Saturation	9,13	11,19	13,19	6,01
<u>Extraction des B.E.</u>	Acétate	Acétate	Acétate	Acétate
Potassium éch. mé % g	0,17	0,24	0,20	0,21
Calcium éch.mé % g	0,61	0,46	0,56	0,38
Magnésium éch.mé % g	0,76	1,13	1,34	0,42
K/Mg	0,23	0,21	0,15	0,50
K/S %	11,24	12,97	9,64	20,97
Mg/S %	49,16	61,92	63,77	41,75
Ca/S %	39,60	25,11	26,59	37,28
Phosphore ass. Ppm	21,33	19,53	18,16	11,54
Matière organique	0,40	0,19	0,52	0,53
Carbone g % g	0,23	0,11	0,30	0,30
Azote total g % g	0,13	0,02	0,02	0,02
C/N	1,81	4,53	13,59	18,37
Humidité % de 70°C à 105°C	1,95	1,80	1,81	1,88
Argile %	14,30	10,70	14,70	16,15
Limon %	9,40	6,70	8,30	8,15
Sable %	75,85	82,58	75,43	72,57

N.B.: Résultats exprimés pour 100g de sol séché à 70°C

## ANALYSES DE TERRE

Nom du propriétaire :	PARC PNRM	Plantation :	Caravelle érodée
Localité :	TRINITE	Reçu le :	22-juin-01
Responsable :	E.ROOSE	Résultats remis le :	18-juil-01

N° CIRAD FLHOR	777	778	779	780	→ profil complet V haut de pente sans burlon.
Echantillon	Car 3	Car 4	Car 5	Car 5-1	
	0-10cm	0-10cm	0-10cm érodé	0-10cm = A1	
<b>Acidité pH eau</b>	4,08	4,24	4,60	6,07	
<b>Capacité d'éch. cat. mé % g</b>	17,52	16,99	13,89	19,94	
<b>Sommes des B.E.mé % g</b>	0,61	1,67	3,34	20,13	
<b>Coefficient de Saturation</b>	3,49	9,82	24,01	100,93	
<u>Extraction des B.E.</u>	Acétate	Acétate	Acétate	Acétate	
<b>Potassium éch. mé % g</b>	0,19	0,23	0,14	0,61	
<b>Calcium éch.mé % g</b>	0,05	0,45	1,03	11,21	
<b>Magnésium éch.mé % g</b>	0,37	0,99	2,17	8,31	
<b>K/Mg</b>	0,53	0,23	0,06	0,07	
<b>K/S %</b>	31,75	13,60	4,11	3,03	
<b>Mg/S %</b>	60,39	59,32	64,98	41,27	
<b>Ca/S %</b>	7,86	27,08	30,91	55,70	
<b>Phosphore ass. Ppm</b>	<u>8,71</u>	<u>9,40</u>	<u>11,23</u>	<u>21,11</u>	
<b>Matière organique %</b>	0,38	0,61	0,81	9,75	
<b>Carbone g % g</b>	0,22	0,36	0,47	5,66	
<b>Azote total g % g</b>	0,04	0,02	0,04	0,21	
<b>C/N</b>	5,31	17,14	13,50	26,93	
<b>Humidité % de 70°C à 105°C</b>	1,84	1,57	1,65	2,00	
<b>Argile %</b>	15,80	19,10	19,90	28,95	
<b>Limon %</b>	10,75	4,80	11,35	16,95	
<b>Sable %</b>	71,06	75,50	67,93	43,54	

**N.B.: Résultats exprimés pour 100g de sol séché à 70°C**



## ANALYSES DE TERRE

Nom du propriétaire :	PARC PNRM	Plantation :	Caravelle erodée
Localité :	TRINITE	Reçu le :	22-juin-01
Responsable :	E.ROOSE	Résultats remis le :	18-juil-01

N° CIRAD FLHOR Echantillon	<i>- profil sous buisson en fœuet -</i>			
	781 Car 5-2 <i>10-20 cm</i>	782 Car 5-3 <i>30-40</i>	783 Car 5-4 <i>50-60</i>	784 Car 5-5 <i>1 m / alluvion</i>
<b>Acidité pH eau</b>	5,19	4,70	4,30	4,20
<b>Capacité d'éch. cat. mé % g</b>	20,84	18,82	22,03	17,35
<b>Sommes des B.E. mé % g</b>	12,57	8,49	8,29	6,04
<b>Coefficient de Saturation</b>	60,34	45,11	37,63	34,80
<u>Extraction des B.E.</u>	Acétate	Acétate	Acétate	Acétate
<b>Potassium éch. mé % g</b>	0,45	0,33	0,26	0,15
<b>Calcium éch. mé % g</b>	4,72	2,80	2,55	1,08
<b>Magnésium éch. mé % g</b>	7,40	5,36	5,48	4,80
<b>K/Mg</b>	0,06	0,06	0,05	0,03
<b>K/S %</b>	3,60	3,86	3,12	2,50
<b>Mg/S %</b>	58,84	63,14	66,12	79,56
<b>Ca/S %</b>	37,56	33,00	30,76	17,94
<b>Phosphore ass. Ppm</b>	9,93	9,26	6,16	2,65
<b>Matière organique</b>	4,33	2,48	1,84	0,39
<b>Carbone g % g</b>	2,51	1,44	1,07	0,22
<b>Azote total g % g</b>	0,11	0,05	0,06	0,03
<b>C/N</b>	22,82	28,24	16,96	7,45
<b>Humidité % de 70°C à 105°C</b>	2,30	2,19	1,96	1,61
<b>Argile %</b>	33,65	30,85	27,60	20,30
<b>Limon %</b>	13,65	16,00	22,15	21,25
<b>Sable %</b>	48,11	48,88	46,88	58,42

**N.B.: Résultats exprimés pour 100g de sol séché à 70°C**

## **Annexe 2. Recommandations de E.Roose en vue d'améliorer le site expérimental**

### **A2.1. Prise en compte des pluies cycloniques par des pluviomètres cumulatifs**

Actuellement, les pluviomètres à lecture directe peuvent assurer la mesure des hauteurs de pluie jusqu'à 150 mm : ensuite ils débordent. Or les pluies cycloniques peuvent largement dépasser cette valeur et ce sont ces averses de fréquence rare (avec vents violents) qui causent le plus de dégâts. Il serait donc très urgent d'installer un (à 3, car on peut craindre des casses et incidents divers lors de ces tempêtes tropicales) grand pluviomètre à hauteur cumulée pouvant capter et stocker 2000 mm.

Je propose d'installer au milieu du versant à hauteur des premières cuves un tube en polyéthylène (ou PVC basse pression) de 10 cm de diamètre, très courant dans les magasins de matériaux de construction et facile à bricoler,

\* fermer en bas par une tôle de PVC collée soigneusement,

\* coller 20 cm au-dessus du fond un tube (en PVC ou cuivre) de 2 cm de long en dérivation de 5mm de diamètre permettant de fixer un tube en plastic " cristal " de 5mm remontant tout au long du tube,

\* fixer le mince tube sur un double mètre précis au mm, pour permettre une lecture cumulée des pluies tout au long de l'année.

\* Pour éviter l'évaporation de l'eau stockée dans ce tube en plein soleil, il suffit de verser au départ deux cm d'huile de moteur neuve dans le fond du tube. Cette huile, plus légère que la pluie, va la recouvrir et la protéger contre divers avatars (évaporation, développement d'algues, abreuvoir pour les oiseaux et jeux des enfants ).

\* Etant donné les vents violents au cours de ces cyclones et des tempêtes tropicales , il faut prévoir de bien les fixer dans une dalle de béton et de les aubanner : d'où la fixation du tube de dérivation à 20 cm depuis la base du tube.

\* On peut s'attendre à ce que des enfants soient tentés d'y jeter des cailloux : d'où la nécessité de prévoir trois pluviomètres cumulateurs pour augmenter les chances d'avoir le nouveau niveau zéro pour les pluies suivantes.

\* Il faudrait en principe que la hauteur du capteur soit la plus basse possible pour limiter la prise au vent et bien capter les gouttes de pluie, mais assez haute pour stocker toute la pluie (parfois plus de 600 mm en quelques jours). Il faut vidanger avant chaque mois où il y a des risques de pluies cycloniques. Une hauteur de 1,5 à 2 mètres semble un bon compromis.

\* Pour obtenir une bonne précision de la surface de capture des gouttes de pluie, il faut que les bords supérieurs du tube soient en parois minces. On peut soit limer les bords jusqu'à obtenir une épaisseur de 1 mm ou ajouter un cylindre de 10 cm en tôle mince de 1 mm d'épaisseur. Pour éviter les problèmes de jet de corps étrangers dans ce pluviomètre cumulatif on peut souder sur le fond de ce cylindre un tamis métallique cône qui interceptera les cailloux, mais laissera la pluie rejoindre rapidement le fond du pluviomètre.

### **A2.2. La couverture des cuves :**

Actuellement, comme les cuves ne sont pas couvertes, il reste une incertitude sur le début du ruissellement et sur le volume ruisselé : on soustrait la hauteur de pluie mesurée au pluviomètre, de la hauteur d'eau dans la cuve. Mais il est fréquent de constater que la cuve n'a pas capté la même hauteur de pluie que le pluviomètre distant de quelques mètres : l'incertitude peut atteindre 20%.

Pour éviter ces approximations et garder tout le volume des cuves pour stocker le ruissellement, il vaut mieux couvrir les cuves de tôles ondulées minces, en pente légère vers l'aval des cuves : on peut par exemple clouer ces tôles fines sur un chevron de 6 cm de côté que l'on posera sur le rebord amont des cuves.

Veiller à bien fixer ces tôles avant les pluies cycloniques dont les vents violents peuvent emporter ces tôles et les transformer en guillotine.

### **A2.3. Recommandations diverses**

- \* Relever les terres de fond après chaque pluie importante.
- \* Se servir d'une balance plus précise : ex.30 kg à 100g près.
- \* Boucher les fissures qui peuvent apparaître devant les cuves (vu en R5); voir les produits en tube à piston utilisés par les plombiers pour assurer l'étanchéité des terrasses, mais éviter ceux qui larguent du carbone.
- \* Coller un mètre en plastique (précision au mm) ou en bois sur chaque cuve à un emplacement bien visible, loin de l'arrivée des sédiments pour améliorer la précision de la lecture de la hauteur d'eau dans chaque cuve.
- \* Demander à la station météo la hauteur des pluies journalières sur 20 ans et les enregistrements des intensités de la pluie sur 30 averses de plus de 10 mm, ainsi que les courbes intensité x durée pour les pluies de fréquence 1/2, 1/10, 1/20 ans.
- \* pour les plantations, acheter de très jeunes plants dont les racines n'ont pas encore dépassé la hauteur des pots. Le mieux serait de semer directement dans les poquets de façon à garder l'enracinement pivotant naturel.

### **Annexe 3. Proposition de panneaux pédagogiques**

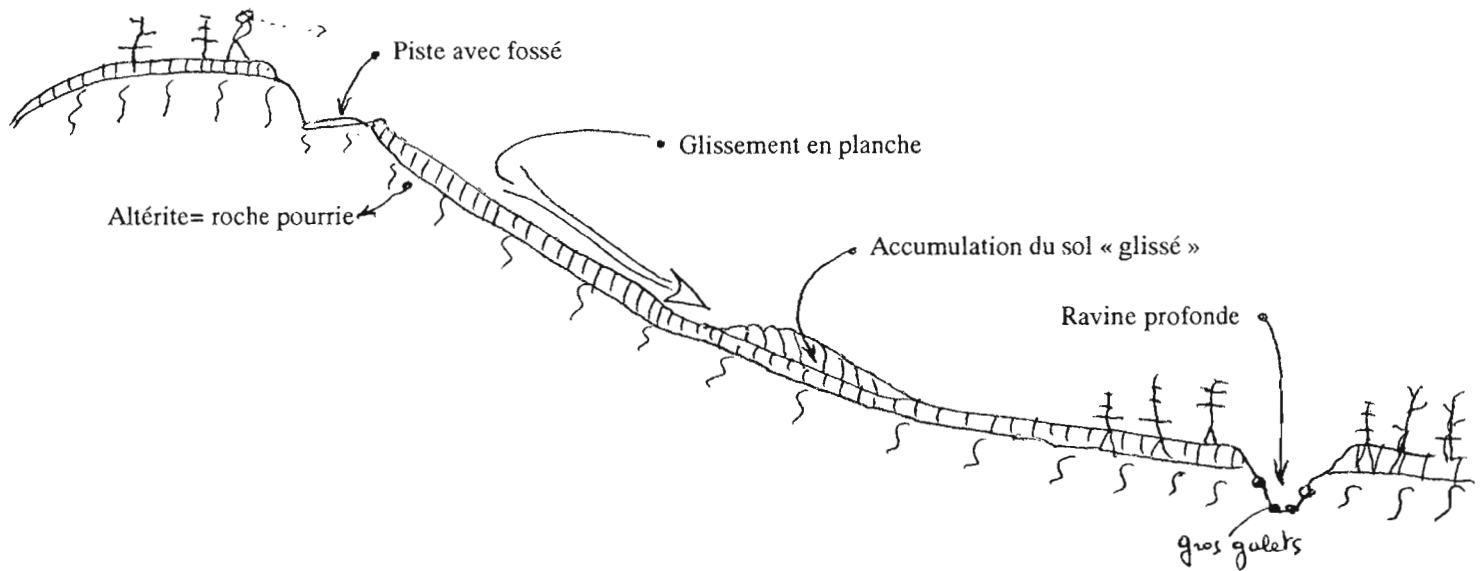
Les versants décapés représentent une excellente occasion de montrer au grand public qui visite la Réserve de la Caravelle (200 000 visiteurs /an) la fragilité de la couverture pédologique, les divers processus d'érosion et les méthodes de lutte antiérosive et de restauration assistée de la végétation naturelle. C'est aussi pour nous une occasion de démontrer l'efficacité de la démarche nouvelle " GCES "qui consiste plus à valoriser les terres et les eaux de surface plutôt qu'à " lutter contre " l'érosion (DRS).

C'est aussi une tentative d'un scientifique de transmettre au public, tous âges confondus, quelques repères dans la connaissance du milieu tropical fragile dans lequel nous vivons et que nous aurons à transmettre à nos descendants.

**Nous espérons enfin que ce qui sera mieux connu  
sera moins facilement dégradé  
mieux respecté.**

## Panneau 1 : Les versants de la Baie du Trésor.

A poser sur le point de vue au-dessus de la piste



### 1/ Formation du relief :

- \* par coulées volcaniques localisées, en partie sous la mer ==> le socle et les orgues andésitiques
- \* par apports de cendres volcaniques ==> placages sur les versants

### 2/ Altération et désagrégation de la roche :

- \* par actions combinées des eaux acides (enrichies en humus ou en Soufre)
- \* des activités biologiques (lichens, racines, humus, microflore, faune)
- \* des variations de température différentielles ==> désagrégation en grains de sable
- \* recombinaisons chimiques ==> genèse des argiles

**==> formation des sols argileux rouges fersiallitiques**

### 3/ Défrichage et mise en culture au 18<sup>ème</sup> siècle :

- ==> \* érosion en nappe et rigoles
- \* érosion aratoire, à chaque labour

### 4/ Lors d'une averse tropicale ou cyclonique :

- \* saturation en eau du sol, puis
- \* glissement de terrain décapant tout le sol jusqu'au niveau de la roche altérée
- \* accumulation de colluvions en bas de pente,
- \* enfin, actuellement, érosion en nappe et rigoles de l'altérite exposée à la battance des pluies et à l'énergie du ruissellement ( $E=30$  à  $40$  t/ha en 2001).

## Panneau 2. De la roche==> au sol...

La planète Terre se présente comme une grosse orange(ou prune) formée :

- \* d'un centre = magma en fusion sous hautes pressions et haute température qui sort des volcans,
- \* d'une couche de roches solides de >de 8 à 12 km = couche qui migre en plaques, à l'origine des montagnes
- \* d'une mince pellicule de sol qui a des propriétés très différentes de la roche-mère.

La roche se désagrège sous l'effet des pluies et des différences de température jour/nuit. Les minéraux s'altèrent chimiquement pour donner des argiles (<2 microns), beaucoup plus capables de stocker l'eau et les nutriments

Les activités biologiques transforment les résidus organiques en humus.

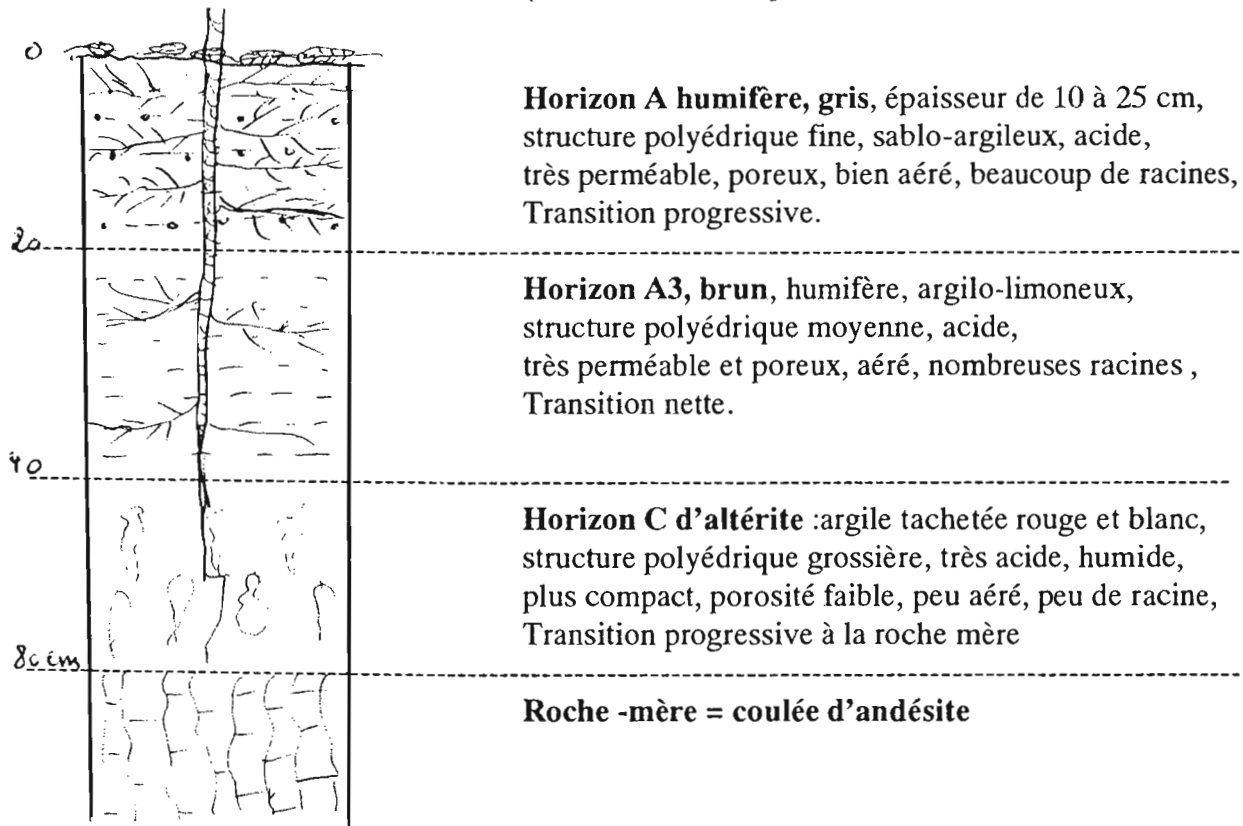
### HUMUS + ARGILES

==>

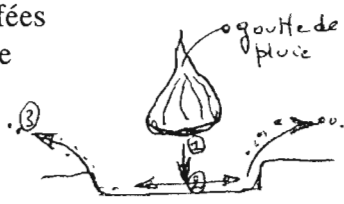
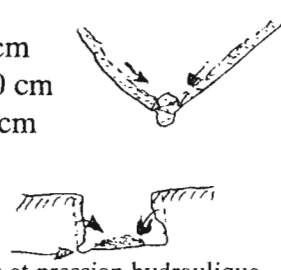
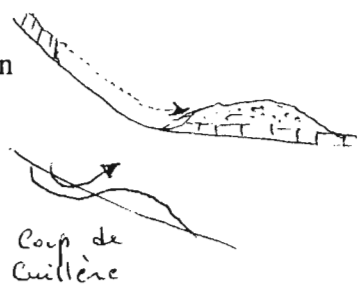
- \* amélioration de l'agrégation, de la structure du sol
- \* stockage en eau,
- \* stockage des nutriments.

### ====> développement d'un profil pédologique

(voir à l'arrière du panneau 1 à côté de l'arbuste)



## Panneau 3. Les types d'érosion.

TYPE/SYMPTOMES	ENERGIE	PROCESSUS	CONSEQUENCES
<p><b><u>Erosion en nappe</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* nappe de sable clair <math>E=MV^2/2</math></li> <li>* microdemoiselles coiffées</li> <li>* taches de couleur claire du sol</li> <li>* décapage des horizons de surface du sol</li> </ul>	<p><b>des pluies</b></p> 	<p><b>battance</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>tassement</li> <li>cisaillement</li> <li>projection alentour</li> </ul>	<p><b>restructuration</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>lissage de la surface</li> <li>pellicules de battance</li> <li>croûte de sédimentation</li> <li>E. sélective des fines</li> <li>Sédimentation sélective</li> <li>baisse de la fertilité</li> </ul>
① tassement → cisaillement → projection des particules en toutes directions → lissage			
<p><b><u>Erosion linéaire</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* griffes <math>h &lt; 10</math> cm</li> <li>* rigoles <math>h &lt; 30</math> cm</li> <li>* ravineau <math>h = 30</math> cm</li> <li>* ravine <math>h &gt; 100</math> cm</li> <li>* Badland ou surface ravinée</li> </ul>  <p style="text-align: center;">nappe d'eau et pression hydraulique</p>	<p><b>du ruissellement</b></p> <p><math>E + MGH/2</math></p>	<p><b>cisaillement du fond</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>des versants</li> <li>éboulements</li> <li>décapage en V</li> <li>en U</li> </ul>	<p><b>décapage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* drainage accélérée d'où inondations des vallées</li> <li>* dissection des surfaces</li> <li>* E. non sélective</li> <li>* Sédimentation sélective</li> <li>ensablement des vallées</li> <li>cônes de déjection</li> </ul>
<p><b><u>Erosion en masse</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* progressif = E. Aratoire</li> <li>* lent = creeping</li> <li>* visqueux = solifluxion</li> <li>* rapide: en nappe</li> <li>* en coup de cuillère</li> </ul>  <p style="text-align: center;">Coup de Cuillère</p>	<p><b>de la pesanteur</b></p> <p><math>E = MGH/2</math></p>	<p><b>glissement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>pression des outils</li> <li>éboulement</li> <li>écoulement</li> <li>glissement</li> <li>glissement</li> </ul>	<p><b>décapage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>des horizons labourés</li> <li>de l'horizon de surface jusqu'au plan de glissement</li> <li>décapage jusqu'à l'altérite ou la roche pourrie imperméable</li> <li>E. non sélective</li> <li>Dépôts non sélectifs</li> </ul>

**Nombreuses formes d'érosion d'où nombreuses techniques de lutte antiérosives adaptées à chaque processus, chaque milieu et système écologique**

**Aucune recette universelle : nécessité d'un diagnostic des processus avant toute intervention**

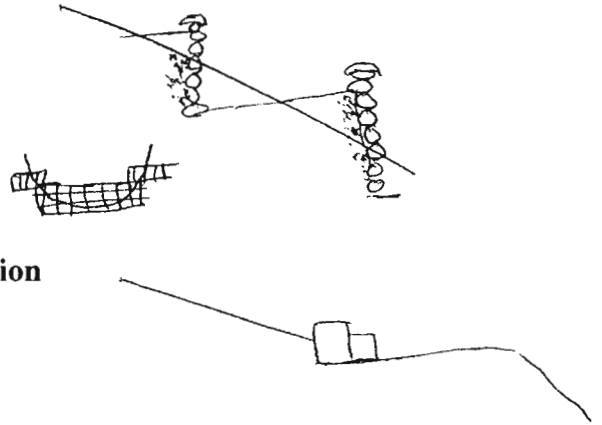
## Panneau 4. Stratégies de lutte antiérosive

### LUTTE ANTIEROSIVE MECANIQUE

E. en NAPPE → terraces

E. en RAVINE → seuils

E. en MASSE → mur, gabion



### LUTTE antiérosive biologique

E. en NAPPE →

↑ couvert végétal, paillage,  
gestion en surface matières organiques,  
semis direct/litières, travail réduit,

E. en RAVINE →

végétalisation herbacée et arborée

E. en MASSE →

plantation d'herbes et d'arbres  
(Eucalyptus) exploités en taillis ↑ ETR  
pour augmenter l'évapo-transpiration  
et assécher le plan de glissement



Ici, observer l'effet des planches et des seuils (LAE mécanique)

Et le paillage avec les résidus de canne à sucre, plantation d'arbres dans des cuvettes fertilisées ou non (GCES)



## Panneau 5. La restauration assistée de la végétation et de la productivité des sols

Adaptation du ZAï, leçon venue d'Afrique occidentale

PROBLEMES	Lutte antiérosive
1/ Bcp de ruissellement	* gestion des eaux de surface par * cordons de pierres ou bandes enherbées
2/ Sol compact, peu poreux, tassé	* piochage profond du fond d'une cuvette * travail du sol limité aux poquets
3/ Décapage de l'horizon humifère	* Revitaliser l'horizon de surface par apport de compost /fumier (3 à 6t/ha/an)
4/ Structure instable du sol	Apport de MO en même temps que le travail du sol
5/ Le pH est trop acide <4,5	relever le pH à 5 pour éliminer l'alumine libre toxique par apport de chaux, dolomie, cendres végétales, fumier ou compost
6/ carences en N, P, K et oligo-éléments	nourrir les plantes : fumier , engrais minéraux

### CONCLUSION :

\* Si la roche est altérable (marnes, schiste tendre, basalte), ou s'il reste des horizons meubles, on peut restaurer rapidement sa capacité de production (ex La technique du Zaï d'Afrique semi-aride), mais cela a un prix (Travail + Nutriments des plantes + de l'Eau)

\* Si la roche est peu altérable (granite, calcaire, grès), l'altération d'un mètre de roche prend 20.000 à 100.000 ans et n'est pas rentable à échelle humaine.

