

ÉTUDE DE L'ÉROSION ET DU RUISSELLEMENT EN BASSE CÔTE D'IVOIRE

(Premiers résultats Mai 1956 - Mai 1958)

par

B. DABIN et N. LENEUF

Maîtres de Recherches de l'O.R.S.T.O.M.

INTRODUCTION

Des parcelles pour l'étude expérimentale de l'érosion ont été installées à la station d'ADIOPODOUMÉ (I.D.E.R.T.) en basse CÔTE D'IVOIRE, à 17 km d'ABIDJAN. Ces parcelles présentent non seulement un intérêt scientifique, mais également un intérêt pratique et économique considérable, car elles se trouvent placées dans les conditions types de la basse CÔTE D'IVOIRE, sur les sols formés sur sables néogènes qui, malgré une fertilité assez médiocre, sont mis en valeur sur de vastes surfaces et portent des cultures variées (ananas, bananier, palmier à huile, cultures vivrières) et le problème de lutte contre l'érosion est certainement capital pour ces sols.

DISPOSITIF

Le dispositif a été installé sur une défriche de forêt ; il comprend 5 parcelles de 15 m sur 6 m, sur une pente de 7 à 8 % et une parcelle témoin laissée sous forêt sur une pente de 12 à 15 %.

En 1957, une 7^e parcelle analogue aux cinq premières a été rajoutée au dispositif. Les parcelles sont limitées par une bordure de plaques d'évêrite dépassant de la surface du sol d'une hauteur de 10 cm. A la base des parcelles, se trouve un collecteur en ciment qui débouche dans un système de cuves réalisé selon une technique utilisée aux U.S.A. et dont les plans ont été rapportés par F. FOURNIER.

Ces cuves, au nombre de deux, ont un volume de 1,76 m³ chacune et sont reliées entre elles par un partiteur.

Ce partiteur ne laisse couler dans la deuxième cuve que 1/7 du liquide qui déborde de la première cuve ; en admettant que les deux cuves soient remplies, elles permettent de mesurer un écoulement maximum de :

$$1,76 \text{ m}^3 + 1,76 \times 7 = 14 \text{ mètres cubes.}$$

En admettant un ruissellement de 60 %, cela permet de recueillir une pluie de 250 mm, ce qui est voisin du maximum observé dans la région.

Pour faciliter l'écoulement dans les partiteurs, des tamis en nylon sont installés dans la première cuve et retiennent les éléments grossiers, feuilles, branches, animaux... qui pourraient obstruer les orifices des partiteurs.

MISE EN PLACE

La construction des collecteurs et la mise en place des premières cuves ont été effectuées en Avril 1956 ; les secondes cuves et les partiteurs ont été installés en Novembre. Durant la presque totalité de la saison 1956, le système n'a fonctionné qu'avec une seule cuve, et il n'a pas été possible de recueillir l'eau de débordement ; la terre érodée a pu, par contre, être recueillie en totalité. Dans la parcelle sous forêt, l'expérience a montré qu'une seule cuve était nécessaire.

PLUVIOMÉTRIE

Les mesures pluviométriques effectuées à la station d'ADIPODOUMÉ depuis 1947 donnent les chiffres moyens mensuels suivants :

Mois	Pluie en mm moyenne sur 10 ans	Variations maximum enregistrées sur 10 ans	Jours de pluie moyenne
J	18,3	0 à 70,4	2,3
F	66,2	2,6 à 137,3	3,2
M	118,9	40,4 à 243,7	7,3
A	122,5	73,4 à 326,5	8,1
M	336,9	178,4 à 499,1	15,8
J	653,8	236,9 à 996,1	20,5
J	238,4	24,4 à 438,1	11,6
A	32,9	4,9 à 91,6	6,8
S	109,6	34,7 à 311,8	12,6
O	245,1	79,1 à 515,3	16,1
N	188,3	96,5 à 289,6	12,5
D	122,6	4,6 à 309,5	8,1
Total	2110,0	1546,4 à 2934,7	124,9

Ces moyennes montrent une pluviométrie répartie sur l'ensemble de l'année, mais avec deux minima bien caractérisés, l'un en Janvier-Février où ces derniers mois peuvent être complètement secs, l'autre en Août.

Les mois de Janvier-Février peuvent avoir de violents orages avec fortes chutes de pluie; dans ces deux mois, en 10 ans, nous avons enregistré 54 pluies dont le 1/3 dépasse 10 mm et dont certaines dépassent 80 mm. Les dangers d'érosion ne sont donc pas négligeables à cette époque.

Par contre, au mois d'Août, les pluies sont fines, plus fréquentes, peu abondantes et ne donnent pas lieu à des phénomènes d'érosion : 76 chutes de pluie en 10 ans, dont 9 seulement dépassent 10 mm.

La période du minimum d'Août débute pratiquement au 15 Juillet et se prolonge jusqu'à mi-Septembre.

Les plus fortes chutes de pluie sont enregistrées au mois de Juin. Elles peuvent dépasser 200 mm en 24 heures. L'intensité maximum enregistrée a été de 47 mm en 15 minutes.

Au point de vue intensité des pluies, cinq périodes se répartissent comme suit dans le cours de l'année :

Période I (Mi-Janvier/mi-Mars): "sèche", avec de rares orages parfois violents.

Période II (Mi-Mars/mi-Mai): "humide", avec orages fréquents et violents.

Période III (Mi-Mai/mi-Juillet): "très humide", avec pluies continues centrées sur le mois de Juin.

Période IV (Mi-Juillet/mi-Septembre): "sèche", avec pluies fines intermittentes, relativement fréquentes, mais peu abondantes.

Période V (Mi-Septembre/mi-Janvier): "humide", avec pluies discontinues, abondantes, avec leur maximum centré sur Octobre-Novembre ou Novembre-Décembre.

Cette répartition a été vérifiée sur les deux années d'études des parcelles où les incidences sur l'érosion et le ruissellement sont particulièrement remarquables. Les dates formulées donnent une idée de la répartition dans le temps de ces 5 périodes; elles peuvent être sujettes à de légères variations suivant les années.

SOL - CARACTÈRES PHYSIQUES

Le sol des parcelles est un sol riche en sable grossier, peu argileux, moyennement pourvu en matière organique en surface, fortement acide. Noter que le sol sous forêt dont la pente est plus forte, est plus argileux et plus humifère que le sol des parcelles cultivées.

La porosité exceptionnelle de l'horizon supérieur et sa faible rétention d'eau correspondent à une perméabilité élevée.

Dans les horizons inférieurs (0,6 m et 1,20 m), la porosité est correcte, la rétention d'eau moyenne et la perméabilité normale.

Ces sols conviennent aux plantes à enracinement profond, les plantes à enracinement superficiel peuvent y souffrir rapidement de la sécheresse.

Lorsque le sol est sec, il absorbe très rapidement l'eau de pluie; lorsqu'il est saturé d'eau, les horizons inférieurs ralentissent l'écoulement en profondeur et le ruissellement s'accroît.

D'autre part, il faut noter la très faible cohésion du sol en surface qui le rend sensible à l'entraînement mécanique par la pluie.

L'hétérogénéité entre l'horizon supérieur très perméable et l'horizon inférieur moins perméable a amené, dans certains cas, des glissements spectaculaires du sol sur les couches inférieures saturées d'eau.

ANALYSE PHYSIQUE

	Parcelles cultivées	Parcelle sous forêt
Refus > 2 mm	0	0
Argile %	10,4	14,6
Limon	1,4	1,8
Sable fin	27,3	28,9
Sable grossier	57,0	50,0
Matière organique	1,8	2,3

Profondeur	0/20 cm	60 cm	120 cm
Porosité max. %	51,0	50,0	51,5
Humidité équivalente % volume	11,6	21,3	23,7
Point de Flétrissement % volume	6,3	7,5	8,7
Eau utile % volume	5,3	13,8	15,0
Perméabilité K cm/heure	70,0	5,3	3,1

OBSERVATIONS SUR L'ÉROSION ET LE RUISSELLEMENT DANS LES PARCELLES

A - PARCELLE NUE (3) ET PARCELLE SOUS FORÊT (6)

La parcelle n° 3, située sur pente de 7 à 8%, a été dépourvue de toute végétation pendant 2 ans, afin d'enregistrer le maximum d'érosion et de ruissellement sur terrain plat et nu pendant deux années successives.

Les phénomènes d'érosion en nappe avec formation de petites rigoles dans la partie centrale de la parcelle se sont développés rapidement, entraînant les fractions colloïdales et sableuses superficielles. Le tonnage de terre arrachée a été plus important en 1956, 1^{ère} année d'expérimentation, qu'en 1957, alors que les chutes de pluies étaient équivalentes. Ce fait s'explique par un tassement plus fort du sol en 2^e année et une plus grande compacité, offrant une résistance légèrement plus grande à l'arrachement par les eaux.

Cette constatation a été vérifiée par une comparaison pour la deuxième saison des pluies 1957, avec la parcelle 2 récemment ameublée par un labour superficiel et où nous avons eu une érosion de 26,7 tonnes/ha, alors que nous n'avions que 15,2 tonnes/ha dans la parcelle 3 (terre nue - année) pour la même période.

	Pluies en mm	Parcelle nue Terre érodée: kg/ha	Ruissel- lement max.	Parcelle sous forêt Terre érodée: kg/ha	Ruissel- lement max.
<u>1956</u>					
I ...	-	-	-	-	-
II ...	-	-	-	-	-
III 15 Mai/17 Juil.	1434,5	78.017	52,2%	1.947	7,8%
IV 18 Juil./27 Sept.	35,1	0		0	
V 28 Sept/20 Janv.	665,0	50.094	48,0 %	464	3,2%
<u>1957</u>					
I 21 Janv./18 Mars	2,9	0		0	
II 18 Mars/18 Mai	250,1	2.505	24,6%	39	16,7%
III 18 Mai/10 Juil.	1397,9	76.029	57,6%	213	3,3%
IV 10 Juil./11 Sept.	103,9	0		0	
V 11 Sept./1 ^{er} Janv.	647,3	19.210	53,9%	40	3,1 %
<u>1958</u>					
I 2 Janv./15 Mars	79,3	3.598	35,3 %	5	0,8 %
II 15 Mars/3 Mai	350,4	9.640	25,2 %	1	0,4 %
TOTAL		239.093		2.709	

Dans la parcelle sous forêt, l'érosion a été très limitée et moins importante en 1957 qu'en 1956, ceci étant dû à un meilleur compactage du sol du périmètre où ont été installées les bordures d'évêrite.

Le feuillage de la forêt est suffisant pour diminuer dans de fortes proportions l'effet de "splash" de la pluie sur le sol, qui ne reçoit plus que de fines gouttelettes ayant perdu leur vitesse initiale. D'autre part, la litière de débris organiques (feuilles mortes et branchages) recouvrant le sol diminue encore les risques d'arrachement et d'entraînement du sol.

B - PARCELLES CULTIVÉES

PARCELLE 1

- Un semis de *Crotalaria Usaramoensis* y fut effectué en Mai 1956, sur le débroussement. Sur ce terrain, pratiquement nu au début de la grande saison des pluies, les phénomènes d'érosion y sont comparables à ceux de la parcelle 3, sauf en Juillet 1956 où la *Crotalaire* est déjà suffisamment dense pour provoquer un ralentissement de l'érosion.

Pendant la période V-56, l'érosion y est très limitée (0,4 t/ha).

- Une culture d'ignames succède en 1957 à la couverture de *Crotalaire* qui a été enfouie au cours de la saison sèche (I-57). La végétation de l'igname a été satisfaisante pendant les trois premiers mois, puis des attaques cryptogamiques ont fait disparaître complètement cette culture. Aussi, l'expérimentation n'est-elle valable que pour le début de la plantation (Juillet). Les phénomènes d'érosion sur buttes se sont manifestés d'une manière aussi intense qu'en 1956 sur les buttes de Manioc, mais plus tardivement, car l'enfouissement de la *Crotalaire* a favorisé une absorption plus forte de l'eau en début de saison.

En Mars 1958, une nouvelle couverture de *Crotalaire* est installée dans cette parcelle. Les semis, bien qu'effectués après une pluie, démarrent difficilement et la couverture n'est pas suffisamment protectrice à l'approche des pluies.

Les tonnages de terre érodée se répartissent comme suit durant les différentes périodes pluviométriques :

	Terre érodée kg/ha	Ruissellement maximum %
<u>1956</u>		
Crotalaire III 15 Mai/17 Juillet	46.861	48,9
" IV 18 Juillet/27 Septembre	0	0
" V 28 Septembre/20 Janvier	351	-
<u>1957</u>		
I 21 Janvier/18 Mars	0	0
Igname II 18 Mars/18 Mai	216	15,0
" III 18 Mai/10 Juillet	42.682	53,6
" IV 10 Juillet/11 Septembre	0	0
" V 11 Septembre/1er Janvier	6.936	34,9
<u>1958</u>		
I 2 Janvier/15 Mars	370	7,7
Crotalaire II 15 Mars/4 Mai	8.595	31,3
TOTAL	106.011	

PARCELLE 2

Une culture de Manioc sur buttes a été mise en place dans cette parcelle début Mai 1956. L'érosion a été plus forte que dans la parcelle nue au cours de la période III/56. Le couvert végétal du Manioc étant alors inexistant, les buttes confèrent au sol une susceptibilité plus grande à l'érosion. Même phénomène observé sur l'Igname en 1957.

Le feuillage du Manioc en deuxième saison des pluies 1956 ralentit déjà considérablement l'érosion et jusqu'à la récolte le sol est relativement bien protégé : 1,6 t/ha pendant la période III/57, alors que la parcelle nue enregistre 76,0 t/ha et la parcelle Igname sur buttes : 42,6 t/ha.

Une couverture de Mimosa Invisa, variété inerme, a été semée en Octobre après la récolte du Manioc. Les germinations ont été difficiles et la couverture n'a présenté aucune efficacité antiérosive durant la période V/57. Le Mimosa Invisa a commencé réellement son développement pendant la période II/58 et en Mai, il assurait déjà une bonne protection contre le ruissellement.

		Terre érodée kg/ha	Ruissellement maximum %
<u>1956</u>			
Manioc	III 15 Mai/17 Juillet	89.585	47,9
"	IV 18 Juillet/27 Septembre	0	
"	V 28 Septembre/20 Janvier	3.453	33,0
<u>1957</u>			
Manioc	I 21 Janvier/18 Mars	0	
"	II 18 Mars/18 Mai	51	2,4
"	III 18 Mai/10 Juillet	1.648	23,4
"	IV 10 Juillet/11 Septembre	0	
Mimosa	V 11 Septembre/1er Janvier	30.684	48,3
<u>1958</u>			
Mimosa	I 2 Janvier/15 Mars	1.742	25,1
"	II 15 Mars/4 Mai	9.640	25,3
TOTAL		136.803	

PARCELLE 4

Une couverture pérenne de Flemingia Congesta a occupé cette parcelle en 1956-1957.

Le Flemingia a une croissance peu rapide, aussi la protection pendant la période III/56 a-t-elle été peu efficace et les chiffres enregistrés sont de l'ordre de 40 t/ha, comme dans la parcelle Crotalaire (n° 1).

Par contre, en 1957, après un recépage du Flemingia en Mars, la protection a été quasi-totale et même supérieure à celle d'un couvert forestier. Le ruissellement enregistré est très faible; les eaux ruisselées sont parfaitement limpides.

		Terre érodée kg/ha	Ruissellement maximum %
<u>1956</u>			
Semis du Flemingia	III	41.463	43,3
"	IV	0	
"	V	939	8,7
<u>1957</u>			
Semis du Flemingia	I	0	0
Recépage du Flemingia	II	40	0,8
"	III	50	2,7
"	IV	0	0
"	V	15	2,0
<u>1958</u>			
Enfouissement du Flemingia	I	3	2,2
Semis de maïs	II	370	5,7
TOTAL		42.880	

PARCELLES 5 ET 7

Une expérimentation culturale sur l'ananas est en cours sur 2 parcelles :

- La parcelle 5, installée en 1956, porte une culture d'ananas en lignes parallèles aux courbes de niveau, sans buttage;

- La parcelle 7, installée en 1957, est plantée également suivant les lignes de niveau, mais les façons culturales ont été complétées par un buttage sur deux lignes, environ 1 mois 1/2 après la plantation.

La mise en place des lignes de rejets constitue déjà un facteur limitatif de l'érosion, dans une parcelle débroussée. Cependant, de graves dégâts peuvent être occasionnés sur pentes fortes par des orages violents dans les jeunes plantations (observations faites à la SALCI). Ces dégâts ont été caractérisés par l'entraînement de toute la couche arable, ameublée par les labours mécanisés et l'arrachage des plans repiqués. A l'état adulte, l'ananas constitue une remarquable plante anti-érosive.

Dans la parcelle 5, l'érosion a surtout été observée pendant la période III/56, lorsque les plants venaient d'être mis en place : terre érodée 13,7 t/ha.

Dans la parcelle 7, la plantation fut faite à une date plus précoce et le buttage, après 1 mois 1/2 de végétation, a complètement stoppé le ruissellement. Terre érodée pendant la période III/57 : 1,5 t/ha.

Deux types d'assolement seront également étudiés dans ces parcelles :

- parcelle 5 : ananas/ananas,

- parcelle 7 : ananas/pennissetum purpureum/ananas afin d'obtenir des renseignements complémentaires sur les effets de l'érosion dans les intercampagnes et l'utilité d'une jachère à graminées ou légumineuses.

PARCELLE 5 - ASSOLEMENT ANANAS/ANANAS - LIGNES NON BUTTÉES

Périodes	Façons culturales	Terre érodée kg/ha	Ruissellement maximum %
<u>1956</u>			
III	Labour et Plantations	13,773	44,3
IV	"	0	0
V	"	65	9,2
<u>1957</u>			
I	"	0	0
II	"	135	0,9
III	"	104	2,4
IV	Récolte	0	0
V		19	1,1
<u>1958</u>			
I		7	6,3
II	Labour et replantation	19	1,3

PARCELLE 7 - ASSOLEMENT ANANAS/PENNISSETUM - LIGNES BUTTÉES

Périodes	Façons culturales	Terre érodée kg/ha	Ruissellement maximum %
<u>1957</u>			
II	Labour et Plantation		
III	Buttage	1,526	38,6
IV	"	0	0
V	"	40	2,8
<u>1958</u>			
I	"	4	2,7
II	"	0	0,1

CONCLUSIONS

Ces deux années complètes de mesures (Mai 1956-Mai 1958) apportent déjà d'utiles renseignements sur l'intensité de l'érosion et du ruissellement dans certaines conditions naturelles et agricoles de la basse CÔTE D'IVOIRE, dans la zone pédologique des sols sur sables tertiaires.

Elles ont permis :

1°) de préciser l'importance des tonnages exportés sur une pente expérimentale de 7% en terrain nu, où plus de 100 tonnes/hectare de terre peuvent être arrachées ou remaniées annuellement : perte totale des fractions colloïdales et limoneuses, formation de zones colluviales sableuses plus ou moins stériles dans les zones les plus basses où le ruissellement est ralenti ;

2°) de montrer que malgré une pente légère et une forte perméabilité de terrain (70 cm/heure), l'érosion par fortes pluies peut être très active et le ruissellement dépasser fréquemment 50% (chiffre exceptionnel de 75% sur terrain nu en Mai 1958);

3°) de montrer que le ruissellement, même lors des plus fortes chutes de pluie, est pratiquement stoppé par une plante de couverture suffisamment développée (*Flemingia* deuxième année) et que son action est au moins comparable à celle de la couverture forestière naturelle, surtout sur des sols ayant une aussi forte perméabilité que les sols sur sables tertiaires ;

4°) de montrer que les couvertures végétales artificielles du sol sont en général très efficaces à l'état adulte, mais qu'un retard apporté dans la date de leur semis, qu'une croissance plus ou moins rapide de ces plantes risquent de compromettre sérieusement l'action antiérosive qui leur est demandée et qu'il est sans doute utile de prévoir une association de plantes plutôt qu'une culture pure ;

5°) de montrer que les diverses façons culturales (labour, sarclage, culture à plat, culture sur buttes, billonnage...) ont chacune des incidences sur l'intensité de l'érosion et que leurs dates de réalisation doivent être étudiées avec soin ;

- pour éviter de découvrir un sol à une époque où les risques d'érosion sont dangereux (labour ameublissant le sol qui devient plus sensible à l'arrachement);

- pour stopper l'érosion préventivement par des façons culturales appropriées (ex. : billonnage sur ananas) ;

6°) de montrer qu'une perte importante de fertilité est provoquée par l'arrachement et l'entraînement des fractions colloïdales et organiques de l'horizon superficiel qui constituent la meilleure part des sols tropicaux et que cette perte peut se chiffrer annuellement par plusieurs dizaines de milliers de francs si l'on veut la compenser par des engrais minéraux et organiques ;

7°) de montrer que le milieu biologique superficiel du sol peut être détruit par des érosions répétées et qu'il est souvent très difficile de restaurer ultérieurement la fertilité de parcelles dégradées par l'érosion.