

- 4 -

ANALYSE COMPARATIVE
DES ECOULEMENTS ET DE L'EROSION
SUR LES BASSINS VERSANTS EXPERIMENTAUX ECEREX
SOUS FORET PRIMAIRE

M.A. ROCHE - ORSTOM Cayenne

-0-

INTRODUCTION

Dans le cadre de l'opération Ecérex, la mesure des pluies, des écoulements et de l'érosion a été assurée par l'ORSTOM sur trois bassins versants dès le 1er janvier 1977, sur six bassins à compter du 1er janvier 1978, puis sur huit bassins le 1er mars 1978. Le nombre en a été porté à dix le 1er janvier 1979.

Les données relatives à chaque bassin sont dépouillées au fur et à mesure mais leur traitement final s'effectuera dès l'achèvement d'un étalonnage satisfaisant de la station.

Ainsi, les données de l'année 1977 ont déjà pu être interprétées pour les bassins A, B, C. Ces résultats ont servi à la mise au point d'une méthodologie d'analyse comparative de l'évolution des écoulements et de l'érosion, qui sera utilisée pour étudier les effets de l'expérimentation menée sur l'ensemble des bassins (M.A. ROCHE, 1978). Basée sur l'établissement du bilan, sur les caractéristiques d'évènements individuels et de corrélations, l'application de cette méthodologie a permis d'atteindre pour les bassins en cause les premiers objectifs de l'opération : déterminer le comportement hydrologique et l'érosion sous forêt, dégager à la fois la spécificité de chaque bassin et l'homogénéité du dispositif original en relation avec les pluies, tout en prenant en considération les caractéristiques hydrodynamiques des sols et les pentes topographiques.

BILAN HYDROLOGIQUE. CARACTERISTIQUES D'EVENEMENTS INDIVIDUELS

1. Les pluies

La pluviosité de l'année 1977 (tableau I), de 3500 mm, avec 260 jours de pluie, apparaît légèrement inférieure à la valeur pluriannuelle estimée à 4000 mm, d'après la corrélation ébauchée avec la station voisine de Simamary.



Toutefois, il semble que soit survenu un nombre élevé de fortes pluies journalières puisque trois à six d'entre elles, selon les postes, dépassent 100 mm alors qu'à la station climatologique des BVR de Grégoire de telles précipitations n'ont été observées que 12 fois en 9 ans. Il est à noter que ces fortes pluies journalière, engendrées par des passages accentués de la zone intertropicale de convergence ne constituent généralement qu'une part d'épisodes pluvieux encore plus importants. Ainsi, l'un deux, avec une hauteur de 350 mm en 54 h présente une récurrence évaluée proche de la décennale.

L'étude des écoulements en relation avec les précipitations a conduit à individualiser 415 averses, supérieures à 3 mm, et séparées les unes des autres par des intensités inférieures à 1 mm/h pendant 1h30. Bien que des hauteurs de pluie journalière de faible fréquences soient survenues, il s'avère que les intensités, avec des valeurs maximales de 84 à 106 mm/h en 10 mn, n'ont pas dépassé la valeur de fréquence annuelle, ne pouvant alors donner lieu à quelques crues caractérisées par un débit de pointe élevé et une érosion particulièrement intense.

2. Les écoulements

Les bassins A, B, C, à pentes maximales de 15 à 25 %, couvrent des superficies respectives de 1,15 ha, 1,45 ha et 1,45 ha.

L'individualisation des écoulements sur les bassins A et C a été réalisée par similitude avec celle qui a été effectuée préalablement pour le bassin B sur lequel les crues apparaissent les plus fréquentes et les mieux marquées et donc choisi comme témoin principalement pour ces raisons. Par la suite, ce choix devait être confirmé par les relations établies entre les bassins étudiés. De 116 à 90 crues, selon les bassins, ont ainsi été individualisées.

Des termes du bilan mensuel et annuel (tableau II), établis d'après les valeurs obtenues pour tous les événements, il est à retenir que la lame écoulée a atteint 925 mm sur le bassin A, 845 mm sur le B et environ 500 mm sur le C, correspondant à des coefficients d'écoulement annuels respectifs de 27%, 24%, et 16%. La lame ruisselée annuelle a varié de 655 mm sur le bassin A, à 660 mm sur le B et environ 230 mm sur le C, équivalant à des coefficients de ruissellement annuels respectifs de 19%, 19% et 7% (fig. 1), les coefficients de ruissellement mensuels les plus élevés ayant atteint 32% sur les A et B et plus de 8% sur le C.

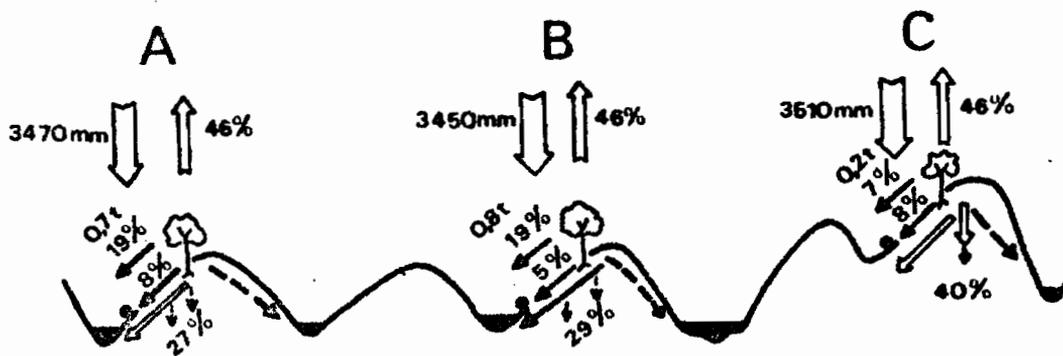


Fig. 1 : BVE ECEREX. Schéma montrant la distribution des différents termes du bilan hydrologique sur les bassins versants expérimentaux A, B, et C.

A titre d'exemple, sur le BVE A, il est tombé 3470 mm de pluie dont 46% environ ont été évapotranspirés, 19% ont ruisselé, 8% se sont écoulé en écoulement retardé, quelques heures à quelques jours après la pluie, 27% se sont infiltrés. L'érosion mécanique exporte 0,7t de sédiment par hectare et par an.

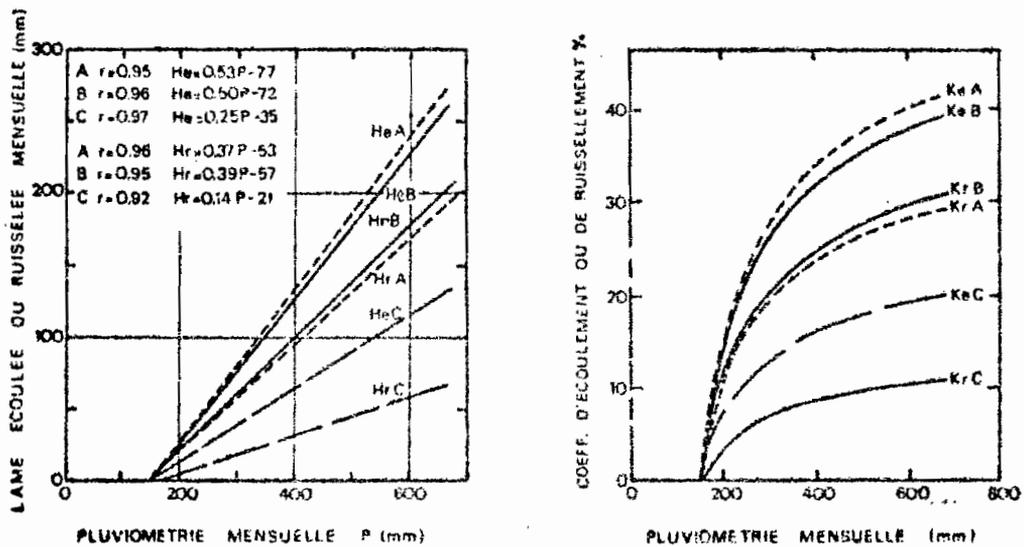


Fig. 2 : BVE ECEREX - Corrélations entre la lame écoulée mensuelle He ou ruisselée mensuelle Hr et la pluviométrie mensuelle P sur les bassins versants A, B, C, sous forêt primaire.

- Corrélations entre les coefficients d'écoulement Ke ou de ruissellement Kr moyens mensuels et la pluviométrie mensuelle sur les bassins versants A, B, C, sous forêt primaire. Ces courbes sont déduites des précédentes.

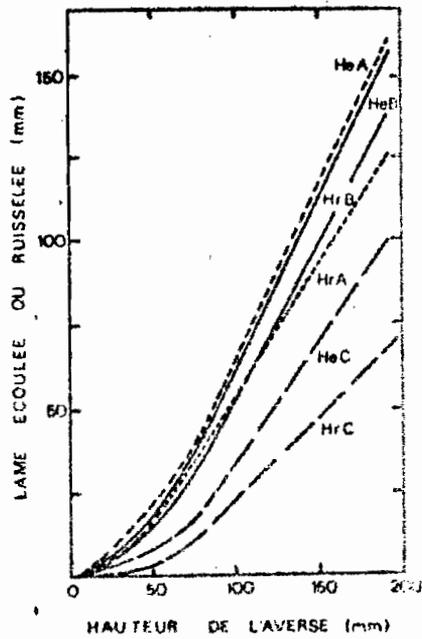


Fig. 3 : BVE ECEREX. Corrélations entre la lame écoulee He ou ruisselée Hr au cours des crues individualisées et la hauteur des averse correspondantes, sur les bassins versants A, B, C sous forêt primaire.

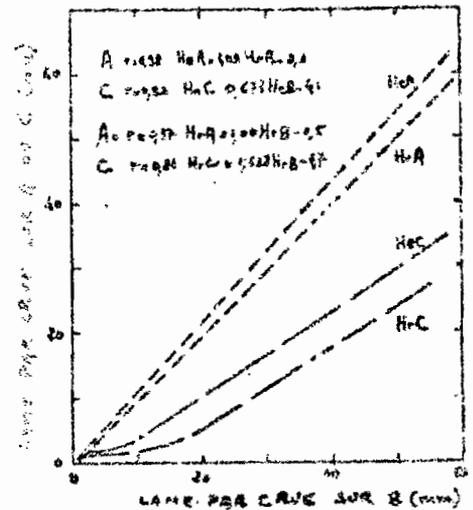
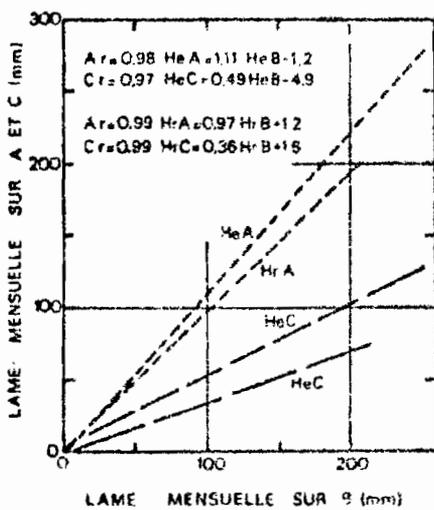


Fig. 4 : BVE ECEREX - Corrélations entre la lame écoulee mensuelle He ou ruisselée mensuelle Hr sur les bassins A et C et la lame écoulee mensuelle ou ruisselée mensuelle sur le bassin versant témoin B, sous forêt primaire.

- Corrélations entre la lame écoulee He ou ruisselée Hr lors des crues individualisées sur les bassins A et C et la lame écoulee ou ruisselée correspondante sur le bassin versant témoin B, sous forêt.

3. Les déficits d'écoulement et les relations avec les nappes souterraines

Le déficit d'écoulement des bassins A, B, C, respectivement de 2550, 2600 et 3000 mm/an, apparaît nettement supérieur aux valeurs pluriannuelles, d'environ 1600 mm, évaluées par l'ORSTOM sur de vastes bassins versants guyanais où elles peuvent être assimilées à l'évapotranspiration réelle. Ainsi, la lame alimentant vraiment les nappes souterraines serait environ de 1000 mm pour les bassins A et B et de 1400 mm pour le C. Ces eaux contribuent à l'alimentation de nappes dont les résurgences se manifestent à certaines époques dans les tranchées de vidange des fosses à sédiments ou, qui assurent la pérennité de l'écoulement dans les thalwegs les plus bas, tels ceux de bassins F et C. Toutefois, les pertes souterraines ne se réalisent probablement pas seulement sous le thalweg mais aussi en certaines zones sous les lignes de crête, les limites des bassins hydrologiques ne correspondant vraisemblablement pas à celles des bassins versants superficiels. Quoi qu'il en soit, si l'on ajoute l'écoulement retardé à l'infiltration "plus profonde", il apparaît que les eaux souterraines non évapotranspirées représentent, par rapport au total écoulé, 65 et 64% pour les bassins A et B et 88% pour le C.

Ainsi, il ressort que les bassins A et B présentent une grande analogie, les écoulements étant légèrement plus abondants sur le second. Par contre le bassin C se dégage nettement de l'ensemble par des coefficients d'écoulement, et surtout de ruissellement, moins élevés que ceux des deux premiers.

CORRELATIONS CONCERNANT L'ÉCOULEMENT ET LE RUISSÈLEMENT

Les courbes représentatives des corrélations de types 1 et 2 (cf. M.A. ROCHE, 1978) établies entre les pluies et les crues, tant à l'échelle mensuelle qu'à celle de l'événement, ont été superposées sur les figures 2 à 4 afin de pouvoir être facilement comparées entre elles. Ces courbes confirment, la différenciation entre la potentialité d'écoulement du couple A, B et celle du bassin C, mais aussi un écoulement global légèrement plus fort sur A que sur B alors que le ruissellement apparaît plus élevé sur B que sur A. Si, lors des observations ultérieures, cette distinction s'avérait significative, elle pourrait traduire que l'horizon pédologique superficiel, qui crée l'écoulement retardé, a une capacité de rétention momentanée plus grandes sur A que sur B.

L'EROSION

Les quantités de sédiments exportées par charriage (tableau II) sont respectivement d'environ 0,4 t/ha.an pour les bassins A et B et de 0,1 t/ha.an pour le C., Une diminution des premiers résultats obtenus a été opérée, compte-tenu des valeurs des densités apparentes des matériaux piégés dans les fosses. Les mesures ont révélé, en effet, des densités plus faibles (en raison des débris végétaux en grande quantité dans les sédiments) que celles qui avaient été initialement prises en considération.

Les corrélations entre les poids de sédiments exportés en suspension au cours des crues et l'indice de Wischmeyer des averses correspondantes (fig. 5) ont permis d'évaluer les quantités de sédiments évacuées hors des bassins par les crues non échantillonnées et, par suite, d'estimer les quantités exportées au cours de l'année (tableau II). Il convient de remarquer que ces corrélations constituent également des éléments de comparaison de l'érosion sur différents bassins ou sur un même bassin, avant et après aménagement.

Une exportation de sédiments en suspension de 0,34, 0,35 et 0,04 t/an.an a été évaluée respectivement sur les bassins A, B et C, correspondant à des teneurs moyennes des eaux de ruissellement de 46, 36 et 12 mg/l.

On retiendra donc que l'érosion mécanique, comme le ruissellement, apparaît analogue sur les bassins A et B, avec une valeur annuelle voisine de 0,7 à 0,8 t/ha.an, mais nettement inférieure, avec 0,2 t/ha.an, sur le bassin C. Ces valeurs permettent d'affirmer que l'érosion mécanique sous forêt est très faible, en raison du rôle protecteur de la végétation, intervenant par son réseau de racines, sa litière et sa voûte forestière.

D'après les premiers résultats d'analyses chimiques d'éléments dissous dans les eaux de crue, les teneurs sont en moyennes de 10 à 13 mg/l pour les ions dissous, valeurs très légèrement plus faibles que celles des eaux des grandes rivières guyanaises, et de 2 à 4 mg/l de silice dissoute. Il faut s'attendre à ce que les eaux souterraines, actuellement en cours d'échantillonnage, montrent des valeurs sensiblement plus élevées. Compte tenu de l'écoulement total, superficiel et souterrain, c'est donc plus de 0,5 t/ha.an d'éléments dissous qui serait exportée du bassin. Cette valeur, qui sera précisée par des analyses ultérieures, devra cependant, pour représenter l'érosion chimique, être diminuée des apports en sels d'origine météorique.

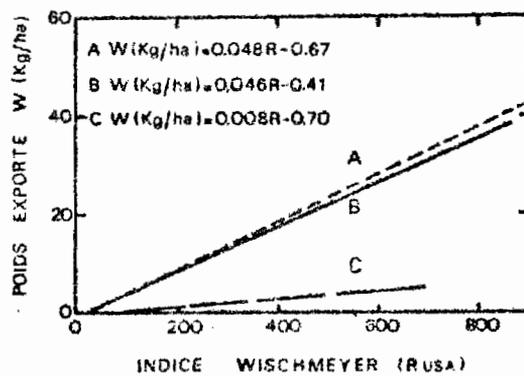


Fig. 5 : BVE ECEREX. Corrélations entre la quantité de matières en suspension exportée au cours des crues individualisées et l'indice de Wischmeyer des averses correspondantes sur les bassins versants A, B, C, sous forêt primaire.

CONCLUSION

De ces résultats, il ressort que la potentialité d'écoulement et d'érosion sur les bassins étudiés est en accord avec les caractéristiques hydrodynamiques des sols qui définissent un système à drainage vertical ralenti ou bloqué sur la plus grande superficie, tandis que subsiste sur certaines zone de crête un système d'organisation à drainage vertical libre de plus grande perméabilité. Ce dernier système, plus étendu sur l'un des bassins, le C, y détermine un écoulement nettement inférieur à celui qui est observé sur les deux autres. Les eaux provenant pour une forte part de l'écoulement retardé, la distinction y apparaît encore plus prononcée pour le ruissellement, lequel n'entraîne qu'une érosion mécanique annuelle très faible, de l'ordre de 0,2 t/ha. Les deux bassins A et B, couverts essentiellement de sols à drainage vertical ralenti ou bloqué, présentent entre eux des caractéristiques hydrologiques analogues, nettement plus marquées que celles du précédent bassin. Les forts ruissellements qui s'y produisent, avec des coefficients pouvant atteindre 60 à 70%, déterminent une érosion annuelle inférieure à 1 t/ha. Malgré ce, le taux d'érosion mécanique demeure faible sous forêt naturelle.

A la suite des derniers résultats 1978 - 1979 , acquis sur l'ensemble des 10 bassins, et actuellement en cours d'interprétation, les bassins B et F ont été respectivement choisis comme témoin des groupes A, C, D, E et G, H, I, J.

Au cours de la saison sèche 1978, ont été entrepris les premiers travaux d'aménagement sur les bassins A et C qui ont été déforestés selon des techniques d'exploitation forestière. Le A, avec le concours de l'INRA, est transformé en pâturage. Le C, avec le concours de l'I.R.F.A, est aménagé en un verger d'agrumes. Les superficies aménagées, d'environ 3 hectares, débordent des limites du bassin. Ainsi, avec ces premiers aménagements et l'observation de dix bassins versants, l'opération Ecérex aborde fin 1978, avec un dispositif complet en place, sa phase d'expérimentation.

Tableau I : Hauteurs mensuelles et annuelles des précipitations à Ecérex et Sinnamary (mm).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
moy. 1959-1977	296	233	244	315	477	407	204	74	43	62	110	271	2735
SINNAMARY 1977	120	164	164	379	387	272	203	155	(43)	(63)	75	355	2380
BVE A 1977	139	225	227	536	667	271	306	195	147	80	140	535	3468
BVE B 1977	140	214	221	532	640	267	306	210	152	96	132	535	3445
BVE C 1977	137	229	228	541	630	282	309	221	158	106	128	540	3510
BVE moy. 1977	139	223	225	536	646	273	307	209	152	94	133	537	3474
BVE/SINNAMARY 1977	1,16	1,36	1,37	1,41	1,67	1,00	1,51	1,35	-	-	1,77	1,51	1,46

Tableau II : BVE Ecérex A, B, C 1977. Pluviométrie, lame écoulée, ruisselée et de base (mm), coefficients correspondants (%).

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
Pm	A	139	225	227	536	667	271	306	195	148	80	140	535	3468
	B	140	214	221	532	640	267	306	210	153	96	132	535	3445
	C	137	229	228	541	630	282	310	221	158	107	128	540	3510
He	A	20,6	15,0	32,0	268	240	20,5	59,0	26,3	0	0	1,3	242	925
	B	15,0	19,5	17,5	213	212	22,5	56,7	32,5	3,1	2,3	3,4	246	843
	C	-	-	-	-	111	42,1	40,3	7,4	0	0	0,05	122	-
Hr	A	20,5	10,1	27,5	170	180	10,1	37,5	24,0	0	0	0,5	174	654
	B	9,3	14,3	11,5	168	164	15,8	39,9	30,8	2,4	2,1	3,1	200	661
	C	-	-	-	-	52	10,5	10,1	3,6	0	0	0,03	75	-
Hb	A	0,1	4,9	4,5	97,4	60,2	10,4	21,5	2,4	0	0	0,8	68,8	271
	B	5,7	5,2	6,0	44,2	48,6	6,7	16,9	1,7	0,7	0,2	0,3	45,8	182
	C	-	-	-	-	59	31,7	30,1	3,8	0	0	0,01	47,5	-
Ke	A	14,8	6,7	14,1	50,0	36,0	7,6	19,3	13,5	0	0	0,9	45,3	26,7
	B	10,7	9,1	7,9	40,0	33,1	8,4	18,5	15,5	2,1	2,4	2,6	45,9	24,5
	C	-	-	-	-	17,6	14,9	13,0	3,3	0	0	0,04	22,7	-
Kr	A	14,7	4,5	12,1	31,7	27,0	3,7	12,3	12,3	0	0	0,4	32,5	18,9
	B	6,6	6,7	5,2	31,7	25,6	5,9	13,0	14,6	1,6	2,2	2,3	37,4	19,2
	C	-	-	-	-	8,2	3,7	3,3	1,6	0	0	0,03	13,9	-
Kb	A	0	2,2	2,0	18,2	9,0	3,8	7,0	1,2	0	0	0,6	12,9	7,8
	B	4,1	2,4	2,7	8,3	7,6	2,5	5,5	0,8	0,5	0,2	0,2	8,6	5,3
	C	-	-	-	-	9,4	11,2	9,7	1,7	0	0	0,01	8,8	-

Tableau III : BVE Ecérex A, B, C 1977. Quantité de matières exportées par charriage (Wc), en suspension (Ws), et totale (Wt).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
Wc (kg/ha)	A	-	-	-	> 28	208	11	27	35	0	0	1	56 > 365
	B	-	-	-	> 55	199	9	34	62	1	1	6	69 > 435
	C	-	-	-	-	> 18	52	9	9	0	0	1	46 > 135
Ws (kg/ha)	A	3	3	2	77	128	17	41	19	0	0	6	47 345
	B	3	4	3	72	92	19	40	48	10	10	3	41 345
	C	0,1	// 0	// 0	15	7	3	4	3	0	0	1	7 40
Wt (kg/ha)	A	3	> 3	> 2	> 105	336	28	68	54	0	0	7	101 > 710
	B	3	> 4	> 3	> 127	291	28	74	110	11	11	9	110 > 780
	C	> 0,1	// 0	// 0	> 15	> 25	55	13	11	0	0	2	53 > 175