

**SÉDIMENTOLOGIE.** — *Apports chimiques par les eaux de pluie et action des eaux de ruissellement en milieu forestier tropical (Côte-d'Ivoire).* Note (\*) de M. Philippe Mathieu, présentée par M. Jean Wyart.

Des résultats portant sur 900 analyses d'eaux de pluie et de ruissellement montrent l'importance du lessivage de la forêt dense tropicale par les précipitations, sur la composition des eaux de surface. Les mauvaises conditions de ruissellement ne permettent qu'une érosion peu active et des transports solides modestes.

En 1963, l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer a mis en place en Côte-d'Ivoire, sur l'initiative de J. Ph. Mangin <sup>(1)</sup>, un dispositif destiné à l'étude des phénomènes actuels d'érosion, de transport et de sédimentation en milieu intertropical.

Le bassin versant choisi a une superficie de 170 km<sup>2</sup>. Son altitude moyenne est de 65 m et sa pente moyenne de 3 ‰. Le réseau hydrographique, tributaire de la rivière Amitioro est dense et bien ramifié. Il se développe perpendiculairement à la direction tectonique. Le substratum schisteux est recouvert par des sols distingués suivant leur position topographique : 1. En sols faiblement ferrallitiques, gravillonnaires, sur interfluves ; 2. En sols hydromorphes minéraux à engorgement temporaire de surface dans les bas-fonds. Ils sont fortement limoneux et l'horizon superficiel se caractérise généralement par la prédominance des fractions sableuses fines, par de faibles teneurs en argile et par leur pauvreté en matière organique témoignant de la minéralisation rapide de la litière. La forêt est du type mésophile à Celtis, à tendance hygrophile et appartient au domaine guinéen qui possède un climat de forêt dense humide semi-décidue.

Les échantillons d'eau de pluie sont recueillis simultanément en clairière et sous la voûte forestière. Les eaux de ruissellement correspondantes sont prélevées à deux stations hydrométriques : l'une à l'amont du bassin, représentative d'une surface drainée de 2 ha, l'autre à l'aval, avant la confluence de l'Amitioro avec le fleuve collecteur.

**APPORTS CHIMIQUES PAR LES EAUX DE PLUIE.** — L'atmosphère constitue une source appréciable d'éléments minéraux [(<sup>2</sup>), (<sup>3</sup>)]. Sa participation à la composition des eaux de ruissellement intervient au cours du lessivage par les précipitations et par dépôt « à sec » des particules qu'elle contient en suspension. La végétation forestière ayant la possibilité d'écumer les éléments minéraux contenus dans l'atmosphère [(<sup>3</sup>) à (<sup>6</sup>)], elle ne peut être considérée comme un pourvoyeur direct pour une partie des éléments arrivant au sol. J'ai ainsi constaté de très fortes concentrations en substances dissoutes au début des pluies précoces recueillies sous la voûte. Les teneurs moyennes calculées sur 56 pluies passent de 2,5 mg/l en clairière, à 18,1 mg/l sous forêt dense, bicarbonates exclus. Tous les éléments ne se concentrent pas de manière uniforme. Les résultats (tableau) montrent que chlore et sulfate prédominent dans la composition chimique en clairière et que la végétation enrichit

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 29 130 ex 1

Cote : B

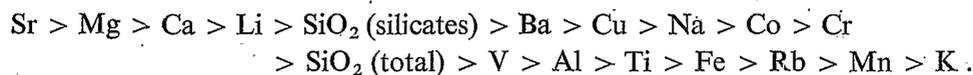
les eaux qui la lessivent en  $\text{SO}_4$ ,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{SiO}_2$ , K, Ca, Mg, Fe, Al, Li, Rb, Sr, Ba, ~~Cu~~ et Ni. Le chlore est peu influencé et, parmi les cations majeurs, le sodium semble être le plus indépendant vis-à-vis de la végétation alors que potassium et rubidium, géochimiquement voisins, subissent un enrichissement relatif considérable. Parmi les éléments de transition, seuls nickel et cuivre se concentrent de façon significative.

TABLEAU

Valeurs médianes des concentrations dans les eaux de pluie (P) et de ruissellement (R)

		Majeurs (mg/l)	Cl	$\text{SO}_4$	$\text{PO}_4$	$\text{SiO}_2$	K	Na	Ca	Mg						
P	{ Clairière .....	1,15	0,78	0,10	1,00	0,50	0,50	1,00	0,10							
	{ Forêt .....	1,45	2,30	0,39	1,90	6,20	0,58	1,35	0,48							
R	{ Ravineau (2 ha)...	1,00	3,60	0,24	13,3	2,70	1,00	5,00	2,50							
	{ Amitioro (170 km <sup>2</sup> )...	10,1	7,60	0,20	17,8	4,40	6,30	10,0	4,50							
		Traces (µg/l)	Fe	Al	Li	Rb	Sr	Ba	Ti	V	Cr	Mn	Ni	Cu		
P	{ Clairière .....	17,5	5,2	0,4	0,8	7,6	3,3	1,2	0,3	1,0	4,1	0,8	2,0			
	{ Forêt .....	30,0	9,4	1,1	3,0	16,0	5,0	1,5	0,7	1,2	3,8	1,3	3,2			
R	{ Ravineau (2 ha).....	105	14,5	2,6	2,9	37,0	18,0	4,3	1,5	2,1	3,6	4,8	4,7			
	{ Amitioro (170 km <sup>2</sup> )....	88,0	17,2	4,9	4,0	128	40,0	9,0	3,2	2,7	7,3	5,2	5,0			

RELATIONS ENTRE LES EAUX DE PLUIE ET LES EAUX DE RUISSÈLEMENT. — L'eau de pluie au contact du sol subit non seulement un enrichissement de ses différents constituants, mais un véritable changement de composition [(<sup>6</sup>), (<sup>7</sup>), (<sup>8</sup>)], celle-ci étant en variation constante au fur et à mesure que le ruissellement progresse. L'accroissement des teneurs dans les eaux de ruissellement sous forêt ne concerne que les éléments suivants :  $\text{SO}_4$ ,  $\text{SiO}_2$ , Na, Ca, Mg, Fe, Al, Li, Sr, Ba, Ti, V, Cr, Ni et Cu. Par contre Cl,  $\text{PO}_4$ , K, Rb et Mn, conservent les mêmes concentrations que dans les eaux de pluie ou sont même moins concentrés. *Ceci peut être attribué aux échanges ioniques qui se produisent au contact du sol avec les argiles et à la consommation par les plantes.* La diminution des valeurs est spectaculaire pour le potassium qui passe de 6,20 mg/l dans les pluies sous voûte forestière à 2,70 mg/l dans les eaux qui ruissellent en tête du bassin et à 4,40 mg/l à l'aval du bassin (tableau). Parmi les cations, le magnésium, cinq fois plus concentré dans les eaux de ruissellement que dans les eaux de pluie, semble être l'élément le plus mobile devant le calcium (quatre fois plus), le sodium (deux fois plus) et le potassium. Le calcul des mobilités relatives des éléments effectué à l'aide de la formule de Tardy (<sup>9</sup>) modifiée de manière à faire intervenir la composition des précipitations sous forêt, confirme ce résultat. L'échelle obtenue est la suivante :



A l'aval du bassin, où l'écoulement est semi-permanent, le tarissement n'intervenant qu'en saison sèche, les basses eaux, les débuts et les fins de crues se caracté-

risent par de très fortes charges ioniques dont les éléments majeurs et mineurs suivants sont responsables : Cl, SO<sub>4</sub>, Na, Ca, Mg, Li, Sr, Ba, Ti, V et Mn. Il semble que les teneurs très élevées de ces éléments à certaines périodes correspondent à des apports par un « écoulement retardé » (décharges de nappes temporaires localisées, écoulement hypodermique) qui assure un temps de contact plus long entre l'eau et les niveaux superficiels du sol et avec la litière en décomposition. Singulièrement, il ressort que le chlore, constituant principal de l'eau de pluie avant que celle-ci ne traverse la voûte forestière, faiblement enrichi lors du lessivage de cette dernière, atteint de plus fortes teneurs sur le fleuve collecteur en période de crues forestières.

**ACTION ÉROSIVE DU RUISSELLEMENT.** — Les observations sur les transports solides réalisées sur ce bassin rendent compte de la prédominance des suspensions sur le charriage, ce dernier ne représentant que 5 à 10 % du tonnage exporté. Ceci est dû au mode d'érosion en nappe sur les versants, qui assure un départ privilégié d'éléments fins (<sup>10</sup>). Dans les suspensions, la kaolinite qui représente l'essentiel de la fraction argileuse est deux fois plus concentrée que dans les sols.

Les charges solides, très modestes (50 à 400 g/m<sup>3</sup>) ne disposent que d'un volume d'eau réduit. Les coefficients d'écoulement observés pendant six ans sont en effet compris entre 2,4 et 8,9 %. Les dégradations spécifiques qui en résultent sont faibles (33 à 289 kg/ha/an pour les années considérées).

D'un point de vue dynamique, l'intensité érosive du ruissellement est la plus élevée lorsque l'accélération du débit est maximale. Les plus fortes charges se situent généralement au sommet de la partie de la courbe de concentration de l'hydrogramme dont la pente est la plus forte. En pointe de crue, cette charge a déjà fortement diminué.

L'examen des pluies limites montre que les premières averses ne peuvent correspondre à un maximum d'intensité érosive comme cela a été constaté ailleurs (<sup>11</sup>). Je n'ai, du reste, pas noté de concentrations particulièrement élevées pendant les crues précoces.

*En conclusion*, le rôle de la végétation sur les teneurs en éléments dissous des cours d'eau forestiers tropicaux apparaît comme primordial. Au niveau du sol, où interviennent des processus d'échanges complexes, toute interprétation géochimique doit être conduite avec prudence tant que l'influence du milieu biologique n'est pas clairement définie. L'érosion modérée observée aujourd'hui sur ce bassin ne peut rendre compte du modelé actuel qui porte les traces d'un ravinement intense hérité de conditions climatiques probablement plus arides.

(\*) Séance du 14 juin 1971.

(1) J. Ph. MANGIN, *C. R. Somm. Soc. géol. Fr.*, 5, 1963, p. 153.

(2) P. J. VIRO, *Inst. Forest. Fenniae Commun.*, 42, 1, 1953, 51 pages.

(3) E. ERIKSSON, *Camberra Symposium Proc.*, UNESCO, 1958, p. 147-180.

(4) C. O. TAMM, *Skogsforskn. Inst. Stokholm Medd.*, 43, 1, 1953, 140 pages.

(5) E. GORHAM, *Géol. Soc. Amer. Bull.*, 72, 1961, p. 795-840.

(6) A. W. GAMBEL et D. W. FISHER, *Geol. Surv. Water Supply Paper*, 1535-K, 1966, p. 1-41.

- (7) J. H. FETH, S. M. ROGERS et C. E. ROBERTSON, *Geol. Surv. Water Supply Paper*, 1535-J, 1964.
- (8) R. L. LANEX, *Géol. Surv. Prof. Paper*, 525-C, 1965, p. 187-189.
- (9) Y. TARDY, *Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.*, 19, 3-4, 1966, p. 255-270.
- (10) I. DOUGLAS, *A. I. H. S.*, 75, 1967, p. 31-39.
- (11) G. ROUGERIE, *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 290-292.

*Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer,  
Laboratoire de Géologie et de Sédimentologie,  
Université de Nice,  
avenue Valrose, 06-Nice, Alpes-Maritimes.*