

(1)

Mise en valeur de l'écosystème
forestier guyanais.- Sarrailh (coord.).
INRA, CTFT, 1990

CHAPITRE III

Hydrologie et érosion de l'écosystème forestier guyanais

A. Etude du milieu naturel

M.A. ROCHE

I. Principes de l'étude

L'étude de l'écosystème forestier et de ses modifications s'appuie sur un dispositif d'étude en bassins versants expérimentaux, afin de permettre l'étude du bilan de l'eau et de l'érosion.

Le programme hydrologique sur les bassins ECEREX s'attache à mesurer les effets que les transformations de l'écosystème primaire pourraient entraîner sur l'équilibre des phénomènes d'écoulement (cycle de l'eau, bilan hydrique) et d'érosion contribuant ainsi à évaluer les conséquences des différentes possibilités de mise en valeur sur les facteurs naturels de production eau-sol.

Ces recherches comparatives nécessitent une caractérisation préalable des phénomènes dans l'écosystème original, c'est-à-dire sous forêt, en s'appuyant sur l'étude pédologique dont on soupçonne l'importance sur ces paramètres.

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 31.438 ep1

Cote : B M P29

11 MARS 1991

II. Dispositif et méthodologie

En ce qui concerne les bassins versants, leurs caractéristiques et les mises en valeur ont déjà été décrites précédemment.

Pour l'équipement, notons qu'ils comportent tous un poste pluviographique placé dans des clairières. La mesure des débits liquides et des sédiments exportés par charriage a nécessité la construction de déversoirs fosses en maçonnerie à lame V ou H Flume. L'équipement des bassins a été effectué progressivement de 1976 à 1978. En décembre 1978, les dix bassins ont pu être observés. Basée sur un traitement informatique de données, une méthodologie d'analyse comparative de l'évolution des phénomènes d'écoulement et d'érosion a été mise au point. Le comportement hydrologique et l'érosion de chaque bassin sont caractérisés par les valeurs spécifiques des événements individuels, à l'échelle de l'averse et de la crue par le bilan hydrologique mensuel et annuel et par les corrélations établies entre les diverses valeurs précédentes, à différentes échelles de temps. Ce sont des corrélations entre les mêmes caractéristiques d'un bassin ou entre les mêmes caractéristiques du bassin en cause et du témoin.

III. Etude sous forêt naturelle

1. Les pluies

1.1. Les pluies annuelles

La moyenne des pluies sur les bassins A, B et C a été de 3 475 mm en 1977. En 1978, elle a varié selon les bassins A et H de 3 110 mm. La définition d'une station pluviométrique, observée depuis quelques dizaines d'années dans le cadre du réseau climatologique régional, s'impose pour la caractérisation fréquentielle des pluies à ECEREX. Bien que Sinnamary semble, compte-tenu de son rapprochement, le mieux convenir, Rochambeau, malgré un éloignement de 95 km, paraît présenter un régime plus semblable à celui qui règne à ECEREX, en effet à l'échelle mensuelle, le coefficient de corrélation établi sur 31 mois est meilleur (0,92) qu'avec Sinnamary (0,87). La pluviométrie des années 1977 et 1978, d'après la distribution statistique établie par ajustement à la loi de Galton pour la période 1908-1978 (fig. III.A1), apparaît médiane à Rochambeau et déficitaire à Sinnamary, avec une période de retour de 4 ans. Ainsi, à ECEREX la pluviométrie de ces deux premières années serait médiane ou légèrement déficitaire, selon la station prise pour référence; ce qui confère à ECEREX une pluviométrie moyenne comprise entre 3 500 mm et 3 900 mm.

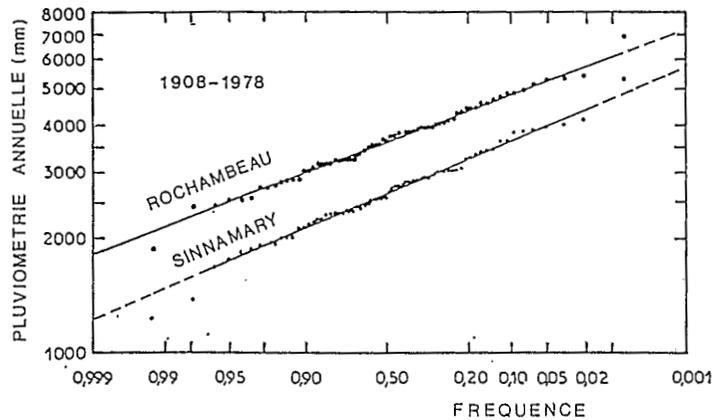


FIG. III. A1. — Fréquence des pluies annuelles à Rochambeau et à Sinnamary.

1.2. Distribution saisonnière des pluies

Les mouvements de la zone intertropicale de convergence (ZIC) déterminés en Guyane et à ECEREX en particulier, deux saisons :

— *La saison des pluies* débute vers la mi-novembre, lorsque la zone intertropicale de convergence aborde le pays par le Nord. Elle se termine vers la mi-août avec l'éloignement de la ZIC vers les Antilles. Des précipitations abondantes se produisent, particulièrement en décembre-janvier et de mi-avril à juin, quand la ZIC oscille sur le pays. Par contre, le passage de sa bordure sud engendre en juillet-août des averses de caractère orageux. Les mois les plus pluvieux sont généralement mai et juin.

Toutefois, les périodes de beau temps, dues à une faible activité de la zone intertropicale de convergence ou à ses oscillations de part et d'autre de la Guyane, apparaissent au cours de cette saison. De telles accalmies sont plus fréquentes de février à mars-avril parce que la ZIC tend à occuper sa position la plus méridionale, proche de l'Equateur. C'est alors la petite saison sèche ou «petit été de mars», plus ou moins marquée, fractionnée et étalée qui, en les séparant, permet ainsi de distinguer la petite saison des pluies de la grande saison des pluies.

— *La grande saison sèche*, caractérisée par une faible pluviosité, s'étend de mi-août à mi-novembre. Les précipitations localisées et souvent orageuses sont observées fréquemment en fin d'après-midi. Il peut ne pas pleuvoir pendant plus d'un mois.

1.3. Pluviométrie journalière

On observe en 1977 à ECEREX un nombre élevé de fortes pluies journalières puisque trois à six d'entre elles, selon les postes, dépassent les 100 mm (sur la station climatologique de Grégoire située plus au sud, de telles précipitations n'ont

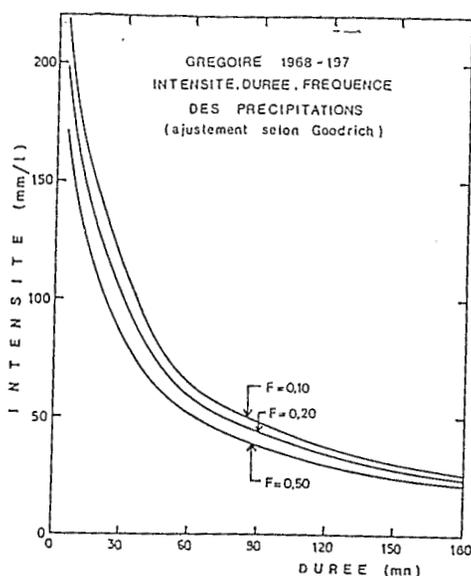


FIG. III. A2. — Fréquence des intensités des précipitations en fonction de leur durée à Grégoire durant la période 1968-1976.

été enregistrées que onze fois sur neuf ans). En 1978, on ne note plus que de zéro à trois pluies supérieures à 100 mm.

Il est à noter que ces fortes pluies journalières sont généralement engendrées par des passages accentués de la zone intertropicale de convergence et ne constitue alors qu'une part d'épisode pluvieux. Le nombre de jours de pluie : 266 en 1977, 259 en 1978 est proche de la moyenne de Grégoire : 268.

1.4. Averses individuelles

A l'échelle des crues individuelles, la variable pluie utilisée est extraite par une procédure de calcul automatique sur des fichiers pluviographiques selon le protocole suivant : on appelle «averse» toute pluie d'au moins 1 mm séparée de l'averse précédente par une intensité inférieure à 1 mm/h pendant au moins 60 mm.

Ce seuil de 1 mm, extrêmement bas, a dû être retenu après examen des écoulements des bassins versants, qui peuvent se produire ou se modifier pour des pluies de l'ordre de 2 mm; cette méthodologie aboutit à l'individualisation de 450 averses par an pour la période 1978-1981. Malgré la sévérité de ces critères, on n'englobe ainsi que 90 % de la pluie annuelle, ce qui témoigne de l'importance des «averses» de moins de 1 mm qui représentent, par exemple, 307 mm en 1981.

Il est à noter que les fortes pluies journalières, liées aux passages de la ZIC, ne sont généralement pas caractérisées par des intensités élevées. Celles-ci seraient plutôt associées aux pluies orageuses.

2. Les écoulements

L'individualisation des événements ruissellement-érosion en crues indépendantes a été réalisée selon deux groupes de 5 bassins A à E et F à J, ayant respectivement pour témoin B et F.

Les bassins témoins ont été choisis parmi les premiers observés dans chaque groupe pour leurs ruissellements les plus fréquents. Par la suite, ce choix a pu être entériné par l'étude de corrélations établies entre les diverses caractéristiques des bassins.

Le nombre de crues s'élève à 121 sur le groupe A-C en 1977. En 1978, 102 crues sont comptées sur le groupe A-E et 107 sur le groupe F-H.

Les volumes maximums ruisselés au cours de crues individuelles (en m³/ha) sont mentionnés ci-après :

A	B	C	D	E	F	G	H
554	490	214	458	306	515	548	645

Les volumes ruisselés annuellement sont assurés en grande partie par les plus fortes crues, comme l'indiquent les proportions revenant aux 10, 20 et 30 plus fortes crues survenues en 1977-1978 sur les bassins A, B, C :

	A	B	C
10 crues	38 %	35 %	49 %
20 crues	56 %	55 %	66 %
30 crues	66 %	66 %	71 %

Les débits spécifiques d'écoulement maximums observés au cours des crues, présentés (en l.s⁻¹.ha⁻¹) dans le tableau ci-après, sont compris entre 82 et 285 l.s⁻¹.ha⁻¹.

Les débits spécifiques de ruissellement maximums sont peu différents de ceux-ci, les débits de base étant compris généralement entre 0,1 et 5 l.s⁻¹.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1 ^{re} crue	198	143	82	179	108	279	246	285
2 ^e crue	188	126	49	133	81	137	105	159

Les temps de montée sont normalement compris, pour des crues simples entre 10 mn et une heure, tandis que les temps de base sont généralement de quelques heures, dépassant rarement une dizaine d'heures.

3. Les phases du cycle de l'eau et leurs corrélations : comportements hydrologiques comparés

3.1. Homogénéité des résultats

Les bilans ont été établis pour chaque bassin après qu'une homogénéisation des données ait été effectuée sur la base des corrélations entre diverses caractéristiques pluvio-hydrologiques du bassin, ou entre les mêmes caractéristiques du bassin en cause et du témoin. Les valeurs des principaux termes du bilan 1977 et 1978, mesurées sur les différents bassins sous forêt, sont présentées dans les tableaux en annexe.

3.2 Définition et mode d'estimation des principales phases du cycle de l'eau sous forêt

Les phases majeures du cycle de l'eau sur un bassin forestier du type ECEREX, telles qu'elles sont schématisées sur les figures III.A3 et A4, peuvent être formulées par une équation simple du bilan :

$$Pb = He + De$$

Pb étant la pluie brute sur la forêt, mesurée en clairière,

He l'écoulement superficiel mesuré à l'exutoire,

De le déficit d'écoulement constaté, lequel est évalué par différence des deux termes précédents.

Par ailleurs, l'examen de l'hydrogramme, permet de distinguer :

$$He = Hr + Hb$$

l'écoulement superficiel étant composé en ruissellement Hr et en écoulement retardé et de base Hb. Cet écoulement, appelé simplement de base par la suite, correspond au ressuyage des sols depuis leur surface jusqu'au tarissement des horizons pédologiques plus ou moins profonds drainés par le thalweg.

Le déficit d'écoulement est provoqué par l'évapotranspiration ETR et par la vidange Hs de la nappe qui, tel à ECEREX, se réalise en partie en aval des stations hydrométriques limitant les bassins et échappe donc à l'écoulement de base mesuré. D'autre part, l'équilibre du bilan impliquant un état des réserves souterraines analogue en début et en fin de période, il convient d'introduire le terme +/- dR qui correspond à la variation excédentaire ou déficitaire des réserves.

$$\begin{aligned} \text{Le déficit devient :} & \quad DE = ETR + Hs \pm dR \\ \text{et le bilan peut s'écrire ainsi :} & \quad Pb = Hr + Hs \pm dR + ETR \end{aligned}$$

3.3. Evapotranspiration, interception

Nous étudierons en premier ces termes car ils ont été mesurés par ailleurs (surtout en ce qui concerne l'interception). L'évapotranspiration réelle ETR a été évaluée premièrement par la méthode du bilan hydrologique des grands bassins

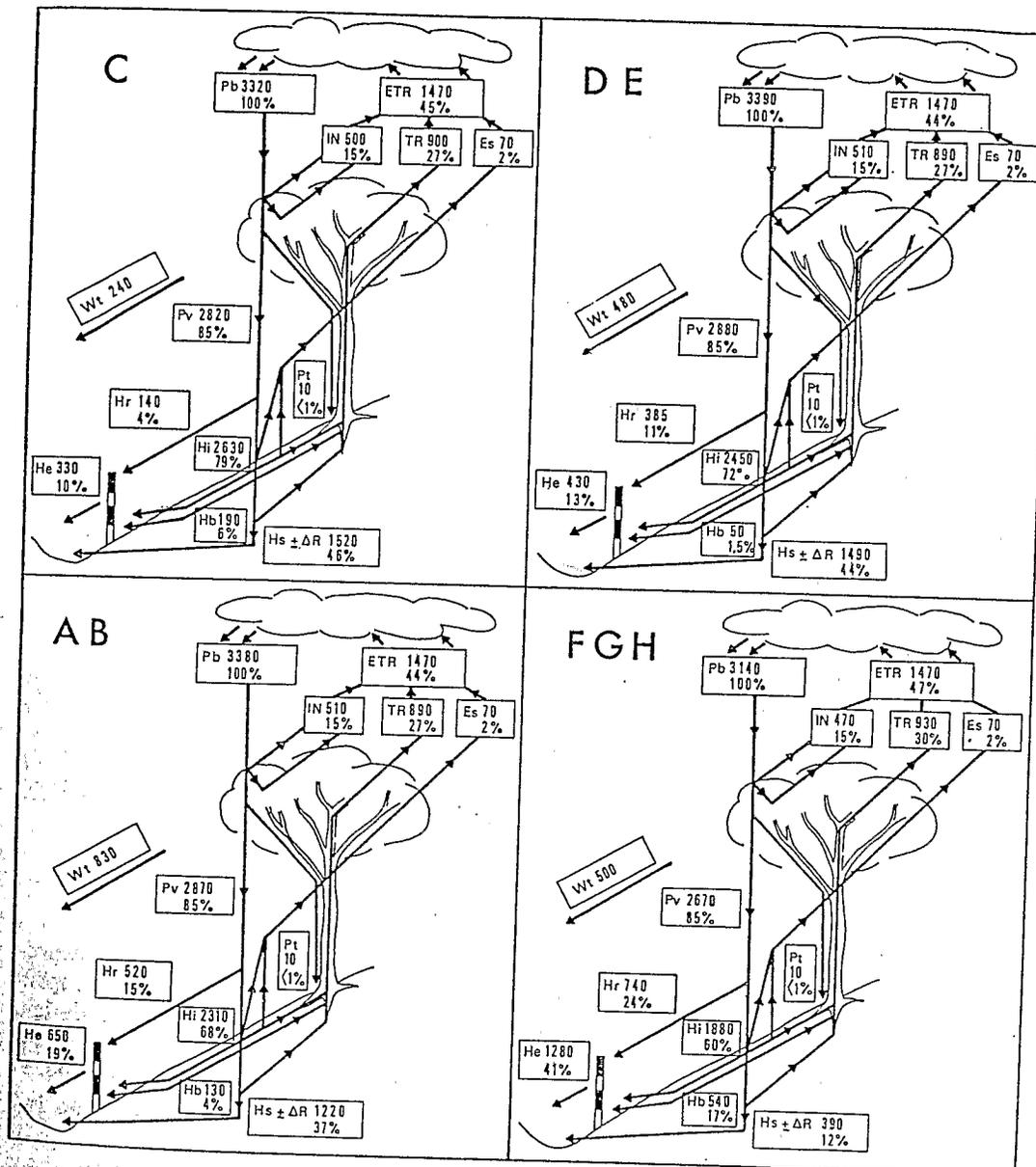


FIG. III. A3 - ECÉREX 1978. Bilan hydrologique des groupes de bassins versants expérimentaux. PB : pluie brute sur la forêt; IN : interception par la voûte forestière; TR : transpiration à partir de l'eau des sols; Es : évaporation des sols; ETR : évapotranspiration; Pv : pluie à travers la voûte; Pt : écoulement le long des troncs; Hr : ruissellement; Hi : écoulement en contact prolongé avec le sol; Hb : écoulement de base; He : écoulement; Hs : pertes souterraines; R : variations des réserves hydriques.

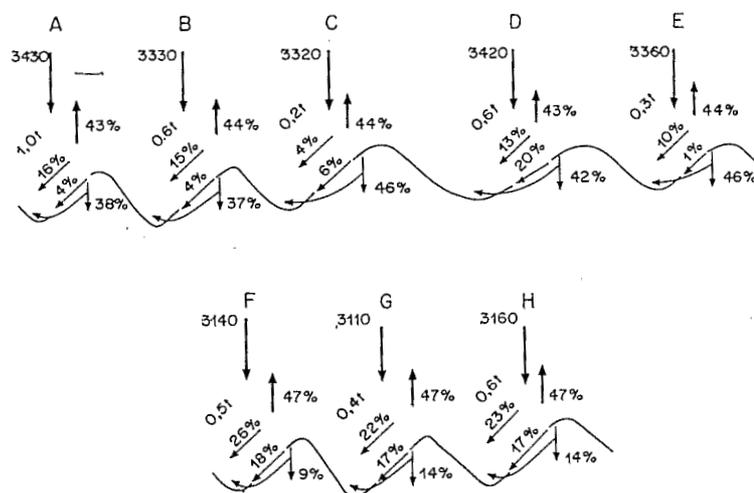


FIG. III. A4 - ECÉREX 1978. Schématisation de la répartition des principales phases du cycle de l'eau dans les bassins versants ECÉREX sous forêt tropicale humide.
A titre d'exemple, sur le bassin B, il est tombé 3 380 mm de pluie (Pb) dont 44 % ont été évapotranspirés (ETR), 15 % ont ruisselé (Hr), 4 % ont constitué l'écoulement de base (Hb), quelques heures à quelques jours après la pluie, 37 % ont été évacués par les nappes souterraines (Hs). L'érosion mécanique (W) exporte 0,6 t/ha/an de sédiments.

versants de Guyane. Il ressort que la valeur moyenne annuelle de l'ETR à Grégoire, soit 1 470 mm peut être attribuée aux bassins ECEREX. En ce qui concerne l'interception IN, toujours à Grégoire, elle représente 15 % de la pluviométrie annuelle. L'évaporation est peut-être estimée proche de 70 mm, le complément de l'ETR est assuré par la transpiration TR des végétaux. L'écoulement le long des troncs d'arbres mesuré à Grégoire est inférieur de 1 % de la pluie. Interception et écoulement le long des troncs ont aussi été étudiés en un autre site à ECEREX par Ducrey et Finkelstein, postérieurement à cette étude (voir chap. IV).

3.4. Variations spatio-temporelles des termes du bilan

Si la pluviométrie annuelle varie peu entre bassins, l'écoulement global représente 10 à 44 % des pertes. Ce dernier se partage entre le ruissellement compris entre 4 et 26 % et un écoulement de base compris entre 1 et 18 %. Le déficit d'écoulement varie de 56 % à 90 %. Les intervalles de variation de chaque terme du bilan apparaissent donc très larges sur l'ensemble du dispositif de bassins.

Par contre, il ressort, entre les années 1977 et 1978, une faible dispersion interannuelle sans rapport avec la dispersion spatiale.

La dispersion spatiale traduit donc des conditions de drainage très différentes selon les sites.

Il existe cependant des analogies entre certains bassins. Aussi pour faciliter les comparaisons, a-t-il été distingué quatre groupes composés d'un, de deux, ou trois bassins pour lesquels les écarts entre les différents termes du bilan sont voisins.

Il s'agit par ordre de ruissellement croissant, ou de drainage souterrain décroissant des groupes(1) C, (2) D, (3) E, A, B et (4) F, G, H.

La figure illustre pour chacun de ces groupes la distribution détaillée des termes du bilan.

Il convient ainsi de rechercher l'influence respective des facteurs sols et pentes qui déterminent des comportements hydrologiques aussi bien distincts. C'est l'étude du ruissellement, le terme du bilan le plus variable sur le dispositif, qui va permettre un tel examen.

3.5 Ruissellement, systèmes pédologiques de drainage et pentes

Valeurs comparées

Les rapports des coefficients du ruissellement (Hr %), indiqués ci-dessous, varient dans une gamme de 1 à 6, le bassin C qui ruisselle le moins étant pris pour référence.

	A	B	C	D	E	F	G	H
Ruissellement Hr % de C	3,7	3,6	1	3,1	2,3	6,1	5,1	5,5

Les ruissellements spécifiques annuels sont compris entre 45 et 255 l/s/km².

La corrélation entre la lame ruisselée à chaque crue et la hauteur de l'averse correspondante (fig. III.A5) établie pour chaque bassin confirme les résultats du tableau ci-dessus. On remarque que le bassin H ruisselle mieux que le F au cours des averses les plus fortes.

Les courbes de corrélation peuvent être chacune assimilées à deux segments de droite différenciés par une rupture de pente correspondant à des hauteurs d'averses comprises entre 20 et 60 mm, mais d'autant plus élevées que le bassin est

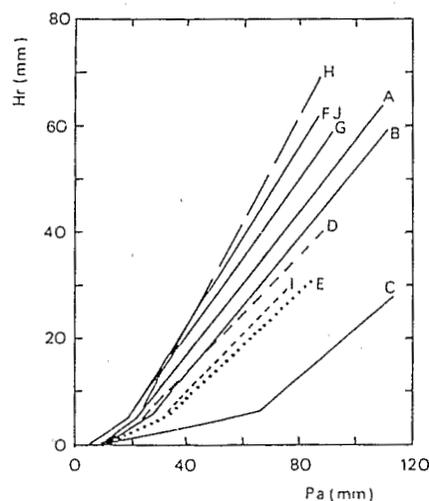


Fig. III. A5 - ECÉREX 1977-1978. Corrélation entre la lame ruisselée à chaque crue et la hauteur de l'averse correspondante.

perméable. Ce point critique marque un seuil de saturation de l'horizon pédologique supérieur, au-delà duquel le ruissellement est maximum.

Influence des sols et des pentes

Si les potentialités de ruissellement concordent bien avec les caractéristiques hydrodynamiques des sols (Boulet, chap. II), en revanche, les caractéristiques morphologiques (tabl. III.A1, en annexe), notamment *les pentes topographiques*, n'apparaissent pas un facteur primordial des écarts constatés entre les bassins. Les indices de pente varient de 0,34 à 0,47 selon les bassins, soit dans le rapport 1, 4, mais, par exemple, sont analogues pour les C et G entre lesquels le ruissellement augmente dans le rapport 5. Les pentes maximales des versants varient sur l'ensemble des bassins dans le rapport 2. Il est vrai que les ruissellements les plus intenses ont lieu sur les bassins F et G où les pentes maximales, de 32 %, sont les plus fortes du dispositif. Cependant, elles ne sont que de 20 % sur le H qui ruisselle tout autant, et de 21 % sur le C qui ruisselle 5 à 6 fois moins.

Il ressort donc que *les sols sont l'élément déterminant des ruissellements sur le dispositif*, alors que l'influence des pentes topographiques apparaît moins nettement.

Capacité de rétention des bassins

Grâce notamment aux évaluations des diverses phases de l'ETR, la capacité de rétention globale des sols Hi peut être évaluée. Elle correspond à l'eau qui, après avoir atteint la litière, échappe au ruissellement et à l'évaporation E1; c'est-à-dire la quantité d'eau qui a un rapport plus ou moins profond et prolongé avec le sol.

La capacité de rétention globale des bassins, Hi, varie en sens contraire du ruissellement mais dans un intervalle plus restreint, passant de 79 % sur le bassin C à 60 % sur les F, G, H. En prenant le bassin F pour référence, on obtient :

	A	B	C	D	E	F	G	H
Capacité de rétention Hi % de F	1,2	1,1	1,4	1,2	1,3	1	1,1	1,0

La gamme de variation, de 1 à 1,4, paraît donc faible. Les bassins à drainage vertical le plus ralenti, à pentes maximales, possèdent malgré tout une capacité de rétention égale au 3/4 de celle du bassin C où le drainage vertical est le plus libre.

Ecoulement de base

La restitution au thalweg, en amont de la station, c'est-à-dire l'écoulement de base Hb est très variable. Il est de 6 % pour C, de 1,5 % pour D, E, 4 % pour A, B et 17 % pour F, G, H, soit dans ce dernier cas 3 fois plus que pour le C. On constate que cet écoulement de base est plus élevé sur F, G, H que sur les autres bassins, alors qu'il s'agit des plus imperméables.

D'autre part, cet écoulement de base est plus faible sur D, E que C et A, B alors que les sols sont d'un type intermédiaire à ces deux derniers groupes. Ce

TABLEAU III.A1. - ECEREX. Caractéristiques morphologiques des bassins versants

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Aire (m ²)	11 500	14 500	14 500	13 300	15 500	14 000	15 000	10 100	11 200	13 700
Périmètre (m)	442	530	465	455	470	475	470	435	410	460
K Gravelius	1,15	1,23	1,08	1,10	1,06	1,12	1,08	1,21	1,08	1,10
Longueur rectangle (m)	137	188	116	113	119	129	118	150	102	115
Largeur rectangle (m)	84	77	125	117	132	109	128	67	110	119
Indice de pente	0,33	0,34	0,47			0,43	0,47	0,39		
Pente maximale (%)	20	17	21	25	29	32	32	20		
Longueur thalweg (m)	170	170	160	110	165	122	140	140		
Pente thalweg (%)	8	9	17	11	15	6	19	10		
Altitude max./déversoir (m)	16	23	28	23		24	28	25		

terme écoulement de base Hb correspond à un ensemble de plusieurs phénomènes, depuis le ressuyage superficiel du bassin jusqu'à la vidange d'une épaisseur variable d'horizons pédologiques divers.

En effet, le tarissement, tel qu'il est mesuré dans le thalweg, est constitué de plusieurs phases, de plus en plus longues correspondant aux arrêts successifs de la participation des différents horizons.

Il apparaît alors une autre notion importante pour appréhender la signification des comparaisons entre bassins à ECEREX. C'est celle de l'enfoncement du thalweg d'une part, et du bassin d'autre part, dans la couverture pédologique, consécutif aux jeux conjugués de la pédogenèse et de l'érosion.

Par conséquent, la position de la station hydrométrique, plus ou moins en aval, est aussi un facteur déterminant des quantités d'eau souterraines récupérées pour l'écoulement de base.

La meilleure signification de l'écoulement de base paraît finalement rattachée à l'enfoncement du thalweg dans la couverture pédologique ainsi qu'au profil pédologique ou sédimentaire de la zone du thalweg dans laquelle s'écoule l'inféro-flux. Ainsi les thalwegs F, G, H sont établis dans leur partie aval sur l'horizon d'altération et drainent la plus grande part des eaux infiltrées qui ont échappé à la transpiration des végétaux. Par contre, la faible part de l'écoulement de base en D, E de 1,5 % doit correspondre essentiellement à la résurgence des eaux infiltrées dans les sols.

Variation du stock hydrique et évacuation souterraine

Ces bilans étant établis, à l'échelle annuelle, il semble préférable de considérer globalement le terme Hs (+/-dr), même si l'essentiel revient à la décharge Hs, qui traduit la potentialité d'infiltration «profonde» du bassin et l'importance de l'écoulement des nappes dans les horizons inférieurs. Evidemment, ce terme est en partie conditionné par la position de la station par rapport au complexe aquifère.

Le groupe F, G, H se distingue nettement, avec des valeurs de Hz comprises entre 9 % et 14 %, des autres bassins pour lesquels les valeurs sont comprises entre 37 % et 46 %. Dans ces premiers, l'essentiel du drainage des nappes est capté aux stations où il donne lieu à un écoulement permanent, sauf en fin de saison sèche moyenne, alors que les autres thalwegs A à I s'assèchent peu après les crues.

	A	B	C	D	E	F	G	H
Evacuation souterraine Hs % de F	4,1	4,0	4,9	4,5	4,9	1	1,5	1,5

Elle est 4 à 5 fois plus forte sur les bassins A à E que sur bassin F.

L'enfoncement du thalweg par rapport à la couverture pédologique, au niveau de la station, apparaît finalement le facteur déterminant de l'évacuation souterraine. Pour un bassin, il dépend donc de la position plus ou moins aval de la station hydrométrique.

Écoulement global des nappes souterraines

Une fois prélevées sur H_i , la transpiration des végétaux Tr et l'évaporation du sol Et , il s'écoule une part H , qui regroupe les quantités d'eaux souterraines restituées pour constituer l'écoulement de base H_b et celles, H_s (+/- dr) qui sont évacuées souterrainement, soit :

$$H_n = H_b + H_s (+/- dr)$$

Elle peut être évaluée aussi tel que :

$$H_n = H_i - (TR + ET)$$

Ce terme H_n traduit assez bien la transmissivité globale des nappes des bassins mais contient encore la part du ressuyage quasi superficiel incluse dans H_b .

Les valeurs varient de 52 % pour le bassin C, le plus perméable à 29 % sur F, G, H, les moins perméables, soit dans le rapport 2 environ.

	A	B	C	D	E	F	G	H
Transit souterrain global H_n % de F	1,5	1,5	1,9	1,6	1,7	1	1,1	1,1

Conséquences des pertes et apports souterrains latéraux sur le bilan

Dans des conditions d'altération et d'organisation pédologique reconnues dans ce milieu tropical humide, il est probable que les lignes de crête de la topographie ne correspondent pas toujours avec celles des horizons les moins perméables ou avec celles du socle sain.

Il convient donc de préciser les conséquences d'apports ou de pertes souterraines sur certains termes du bilan.

La vidange des nappes H_s et la variation du stock hydrique du bassin +/- dr sont évaluées par différence entre les pluies, l'écoulement et l'évapotranspiration, tel que :

$$H_s (+/- dr) = P_b - H_e - ETR$$

Des pertes latérales sont donc bien prises en considération et mises au crédit de l'évacuation souterraine.

Des apports latéraux, si leur localisation est profonde, risquent de surgir en aval de la station hydrométrique, sans modifier le bilan propre du bassin. Au contraire, si leur localisation est plus superficielle, ils peuvent accroître le ruissellement en augmentant l'humectation des sols, mais aussi participer à l'écoulement de base. L'enfoncement du thalweg dans la couverture pédologique apparaît, dans ce cas, déterminant.

4. L'érosion sous forêt

Les quantités de sédiments exportées W_t varient entre 0,2 t/ha/an et 0,8 t/ha/an selon les bassins (tabl. III.A2, fig. III.A6 et A7). Toutefois, une valeur de 1,1 t/ha/an a été mesurée sur les bassins A en 1978, alors qu'elle n'était que de 0,7 t/ha/an en 1977. Cette valeur maximale, entraînée par un charriage élevé,

TABLEAU III.A2. - ECEREX. Bilan hydrologique et exportations de sédiments de groupes de bassins-versants sous forêt primaire

P (référence) (mm)	Année 1978				Moyenne 1977, 1978	
	C	D,E	A, B	F, G, H	A, B	C
	3 323	3 392	3 380	3 138	3 419	3 417
Hr (mm)	140 4,2 %	385 11,4 %	518 15,3 %	736 23,5 %	563 16,4 %	183 5,4 %
Hb (mm)	189 5,7 %	49 1,4 %	127 3,8 %	542 17,3 %	205 6,0 %	221 6,5 %
He (mm)	329 9,9 %	434 12,8 %	645 19,1 %	1 278 40,7 %	768 22,4 %	404 11,8 %
DE (mm)	2 994 90,1 %	2 958 87,2 %	2 735 80,9 %	1 860 59,3 %	2 651 77,5 %	3 013 88,2 %
ETR (mm)	1 470 44,2 %	1 470 43,3 %	1 470 43,5 %	1 470 46,9 %	1 470 43,0 %	1 470 43,0 %
Hi (mm)	2 635 79,3 %	2 448 72,2 %	2 305 68,2 %	1 881 59,9 %	2 293 67,1 %	2 671 78,2 %
Hs (\pm R) (mm)	1 524 45,9 %	1 488 43,9 %	1 265 37,4 %	390 12,4 %	1 182 34,6 %	1 543 45,2 %
Hn (\pm R) (mm)	1 713 51,5 %	1 537 45,3 %	1 392 41,2 %	932 29,7 %	1 387 40,6 %	1 764 51,6 %
Ws (kg/ha)	41 17 %	238 49 %	255 31 %	344 69 %	305 38 %	47 22 %
Wc (kg/ha)	200 83 %	244 51 %	575 69 %	152 31 %	490 62 %	168 78 %
Wt (référence) (kg/ha)	241	482	830	496	795	215

doit être attribuée aux derniers travaux de prospection et d'installation sur le bassin. Excepté ce bassin A, les valeurs maximales sont observées sur les B, H et F. Les valeurs minimales le sont sur le bassin C le plus perméable.

Les quantités exportées en suspension Ws, non mesurées lors de certains événements individuels au cours de l'année, ont été estimées à l'aide des corrélations poids transportées en suspension - lame ruisselées, établies pour chaque bassin avec les résultats obtenus pour les crues échantillonnées.

Les concentrations minimales, observées en fin de phase de tarissement, sont le plus souvent comprises entre 2 et 10 mg/l. Les valeurs maximales, indiquées ci-après pour chaque bassin, ne dépassent guère 300 à 400 mg/l. Elles sont observées au voisinage de la pointe de crue.

C max	A	B	C	D	E	F	G	H
1 ^{er}	416	278	112	275	243	270	183	227
2 ^e	342	207	102	259	174	185	170	188

FIG. III. A6 - ECÉREX 1977-1978. Corrélation entre la quantité de matières en suspension exportée et la lame ruisselée sur les différents bassins.

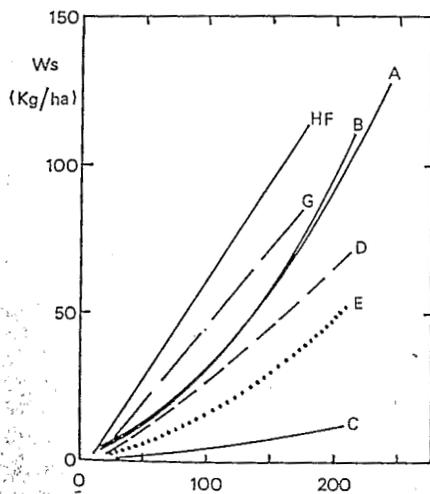
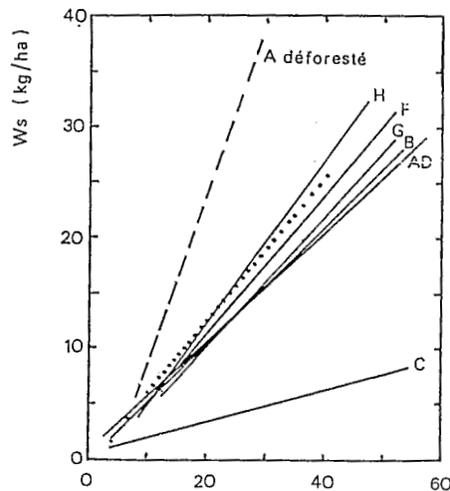


FIG. III. A7 - ECÉREX 1977-1978. Corrélation entre les quantités mensuelles de matières en suspension exportées des bassins et la somme mensuelle des indices de Wischmeyer des averse ayant provoqué un ruissellement.

Les quantités maximales exportées (en kg/ha) au cours des crues individuelles sont indiquées ci-après.

Ws max	A	B	C	D	E	F	G	H
1 ^{er}	35	30	10	26	23	84	44	61
2 ^e	28	26	5	20	19	91	21	27

Les plus fortes valeurs ne dépassent donc pas quelques kilogrammes ou quelques dizaines de kilogrammes. Il convient également de souligner que l'essentiel de l'exportation annuelle est réalisée lors de quelques dizaines de crues.

L'exportation de matières en suspension varie de 0,04 t/ha/an à 0,38 t/ha/an selon les bassins. Les concentrations extrêmes correspondantes, rapportées aux volumes annuels de ruissellement, étant de 23 mg/l et 60 mg/l.

L'exportation de sédiments par charriage, W_c , est comprise selon les bassins entre 0,09 t/ha/an et 0,4 t/ha/an avec une valeur maximale isolée de 0,8 t/ha/an sur le A en 1978. Le charriage minimal est observé sur le C. Ces valeurs de W_c représentent de 23 à 83 % de l'exportation totale. Il apparaît donc que les rôles respectifs des deux types d'exportation sont très variables selon les bassins.

Il est ainsi confirmé en Guyane que l'érosion mécanique sous forêt, inférieure à 0,8 t/ha/an, est très faible, en raison de la protection assurée par le réseau de racines, la litière et la voûte forestière.

Les teneurs en éléments dans les eaux de crues sont en moyenne de 10 à 13 mg/l pour les ions, valeurs très légèrement plus faibles que celles des eaux des grandes rivières guyanaises, et de 2 à 4 mg/l de silice dissoute. Les eaux souterraines évacuées hors des bassins doivent avoir des teneurs sensiblement plus élevées. Compte tenu de l'écoulement total, superficiel et souterrain, c'est plus de 0,5 t/ha/an d'éléments dissous qui serait exportée du bassin. Cette estimation préliminaire devrait cependant, pour représenter l'érosion chimique, être diminuée des apports non négligeables en sels d'origine météorique.

IV. Conclusion

L'hydrologie superficielle et souterraine ainsi que l'érosion de l'écosystème forestier guyanais ont été étudiées par l'analyse et l'évaluation des différentes phases du cycle de l'eau et les exportations de matières solides et en solution. La comparaison des termes du bilan, ou des corrélations établies entre les termes mensuels et des caractéristiques pluvio-hydrométriques d'événements individuels d'un même bassin ou de deux bassins dont un témoin, permet de disposer des éléments de référence pour suivre les effets de la déforestation et des aménagements qui marqueront le deuxième stade de ce projet.

Selon les bassins, pour une pluviométrie de 3 100 à 3 500 mm par an, le déficit d'écoulement varie de 56 à 90 %, l'évapotranspiration assurant de 43 à 47 % des pertes. L'écoulement global, de 10 à 44 % se partage entre le ruissellement compris entre 4 à 26 % et un écoulement de vase variant de 1 à 18 %. Les quantités d'eau évacuées hors des bassins par les nappes sont évaluées entre 9 et 46 %.

La forte dispersion spatiale de ces valeurs indique des conditions de drainage très différentes selon les sites, mais en accord avec les caractéristiques hydrodynamiques des sols. Des bassins où le drainage vertical est le plus libre à ceux où il est le plus ralenti, le ruissellement augmente ainsi dans le rapport 6 alors que la capacité de rétention diminue dans le rapport 1, 3 et le débit des nappes dans le rapport 2.

Ces valeurs relatives, propres à chaque bassin, sont résumées ci-après :

		A	B	C	D	E	F	G	H
Ruissellement	Hr	3,7	3,6	1	3,1	2,3	6,1	5,1	5,5
Capacité de rétention	Hi	1,2	1,1	1,4	1,2	1,3	1	1,1	1,0
Evacuation souterraine	Hs	4,1	4,0	4,9	4,5	4,9	1	1,5	1,5
Ecouil. souterrain global	Hn	1,5	1,5	1,9	1,6	1,7	1	1,1	1,1

		Drainage libre	Drainage mixte	Drainage ralenti type 1	Drainage ralenti type 2
Ruissellement	Hr	C < E < D < B # A < G < H < F			
Capacité de rétention	Hi	C > E > D # A > B # G > H # F			
Evacuation souterraine	Hs	C # E > D > A # B > G # H > F			
Ecouil. souterrain global	Hn	C > E > D > A # B > G # H > F			

Le bassin I semble s'affilier aux D et E, tandis que le J s'apparenterait aux F, G, H.

L'érosion mécanique sous forêt est comprise entre 0,2 et 1,0 t/ha/an selon les bassins, les matières en suspension représentant de 17 à 77 % de cette exportation. L'érosion chimique est de l'ordre de 0,5 t/ha/an.

Il convient de souligner l'importance, pour les objectifs d'une telle opération, d'avoir pu prendre en considération des termes du bilan spécifiques des relations eau-sol tels que la capacité de rétention, l'évacuation souterraine, le débit global des nappes du bassin. Ceci nécessitait que soient connues avec une précision acceptable l'évapotranspiration réelle et ses différentes composantes. Les mesures d'interception et d'évaporation sous forêt et d'ETR réalisées en d'autres sites de Guyane ont pu fournir les résultats nécessaires. Il paraît cependant important de continuer à développer, parallèlement aux observations pluvio-hydrométriques, de telles mesures tant sous forêt que sur les bassins versants déforestés et aménagés où des méthodes adéquates sont à adapter.

Références bibliographiques

- Atlas de la Guyane, 1979.
- U.S. Atomic energy commission. 1970 - *A tropical rain forest*. 3 vol.
- BOULET R., FRITSCH E., HUMBEL F.X., 1978 - Méthode d'étude et de représentation des couvertures pédologiques de Guyane française. Sect. Pédol. ORSTOM, 23 p.
- BOULET R., BRUGIERE J.M., HUMBEL F.X., 1979 - Relations entre organisation des sols et dynamique de l'eau en Guyane française septentrionale : conséquences agronomiques d'une évolution déterminée par un déséquilibre d'origine principalement tectonique. *Sci. Sol.*, 1, 3-17.
- BOULET R., 1979 - Cartographie pédologique des bassins versants. Etat d'avancement des travaux et premiers résultats. *Bull. liaison DGRST, ECEREX*, n° 2, p. 12-18, 3 fig.

- DUBREUIL P., 1972 - *Recueil des données de base de bassins représentatifs et expérimentaux, 1951-1969*. ORSTOM, 916 p.
- DAVIGNEAUD P., 1974 - La synthèse économique. *Dion*.
- FRITSCH E., 1979 - Etude des organisations pédologiques et représentation cartographique détaillée de quatre bassins versants expérimentaux sur schistes de Bonidoro de Guyane française. Sect. pédol. ORSTOM, 30 p.
- HIEZ G., DUBREUIL P., 1963 - Les régimes hydrologiques de Guyane française. Mém. ORSTOM, 119 p., 49 fig.
- HOEPFFNER M., 1974 - Les bassins versants de la Crique Grégoire. Serv. Hydrol. ORSTOM Guyane, 107 p.
- HUMBEL F.X., 1978 - Caractérisation, par des mesures physiques, hydriques et d'enracinement, de sols de Guyane française à dynamique de l'eau superficielle, *Sci. Sol*, n° 2, p. 83-94. Productivité des écosystèmes forestiers. Ecologie et conservation. Actes Coll. Bruxelles, UNESCO, Paris, 1971.
- ROCHE M.A., 1977 - Hydrodynamique et évaluation du risque de pollution dans un estuaire à marées (Guyane française). *Cah. ORSTOM, Sér. Hydrol.*, XIV, 4, p. 345-382, 21 fig.
- ROCHE M.A., 1978 - Objectifs et méthodologie d'étude comparative sur l'hydrologie et l'érosion des bassins versants expérimentaux. Ecerex. *Bull. liaison DGRST*. N° 1, 8 p., 2 fig.
- ROCHE M.A., 1979 - Etude sur bassins versants expérimentaux des possibilités d'exploitation et d'aménagement de la forêt amazonienne en Guyane. *Conf. Intern. sur l'hydrol. en agri. et l'aménagement de bassins versants dans la zone tropicale*, Ibadan, 10 p., 5 fig.
- ROCHE M.A., 1980 - Evapotranspiration réelle de la forêt amazonienne en Guyane, 9 p., 2 fig.
- ROCHE M.A., 1982 - Comportements hydrologiques comparés et érosion de l'écosystème tropical humide à ECEREX, en Guyane. *Cah. ORSTOM, Sér. Hydrol.*, 81-114.
- SCHNOCK G., 1971 - Le bilan de l'eau dans l'écosystème forêt. Application à une chênaie mélangée de Haute Belgique. Actes Coll. Productivité des écosystèmes forestiers, UNESCO, 1969, Bruxelles, p. 41-47, 2 fig.
- SOLLINS P., DREWRY G., 1970 - Electrical Conductivity and Flow Rate of Water Through the Forest Canopy. *A Tropical Rain forest*. U.S. Atomic Energy Commission, III p. 137-153.
- SOPPER W.E., LUL H.W., 1967 - International Symposium on Forest Hydrology. Pergamon Press, 813 p.
- THORNTON C.W., 1945 - The Water Balance of Tropical Climates. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 32, 116-173.