

Écoulements et érosion sous prairies artificielles après défrichement de la forêt tropicale humide

J. M. FRITSCH

Orstom, BP 165, 97323 Cayenne Cedex, Guyane
Française

RESUME Au moyen de bassins jumelés, on constate des accroissements importants du ruissellement et des transports solides à l'exutoire de 2 petits bassins expérimentaux lorsque l'on remplace la forêt naturelle par des prairies. Selon le type de sol et de l'espèce fourragère, le ruissellement annuel augmente dans des proportions de 1.6 à 2.9, les débits de pointe de 1.9 à 2.4 et les transports solides de 2.4 à 3.2.

Runoff and erosion in clearings following cutting of the humid tropical forest

ABSTRACT Increases in runoff and erosion on two small drainage basins were detected, using the paired watershed method, after replacing the amazonian forest cover with grass. One basin, with impervious soils, received a *Digitaria swazilandensis* cover. Annual runoff increased by a factor of 1.7, peak-discharge by 1.9, while erosion increased by 3.2. The other basin, with pervious soils, was planted with *Brachiaria USDA*, and relative increases of annual runoff, peak-discharges, and erosion were 2.9, 2.4 and 2.4, respectively.

INTRODUCTION

Dans le contexte du programme de bassins-versants expérimentaux ECEREX en Guyane Française (Sarrailh, 1984), on présente les impacts créés par l'implantation de prairies artificielles sur l'hydrologie de surface et l'érosion de 2 bassins-versants élémentaires, notés A et C, tels que mesurés par rapport à un bassin témoin, noté B.

Le bassin A draine 1.3 hectares de sols dits "à drainage superficiel et latéral" (Boulet, 1984), très favorables au ruissellement et aux écoulements hypodermiques rapides (Fritsch et al., 1987). Le bassin C englobe des sols perméables "à drainage vertical" sur pratiquement 100% de ses 1.6 hectares. Les deux bassins présentent des pentes de 17-20%. Les sols du bassin témoin B sont du même type que ceux du bassin A. Ces trois bassins ne sont séparés que par quelques centaines de mètres.

La précipitation moyenne annuelle est de 3255 mm. Le régime annuel comporte deux saisons des pluies. Le premier épisode couvre

07 JUL. 1993

123

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 41606

Cote : B

décembre et janvier, et reçoit environ 600 mm. La "grande saison des pluies", de fin mars à juillet, en reçoit environ 2080 mm.

Le tableau 1 présente le sommaire des traitements. Les trois bassins étaient au départ entièrement occupés par la forêt tropicale humide. Les bassins A et C ont été déboisés à l'aide de tracteurs à pneus et à chenilles, avec arrachement des racines. Le pâturage sur la bassin A a été établi par bouturage de *Digitaria swazilandensis* et a été brouté par une charge de trois bovins par hectare (Béreau et al., 1986). Le bassin C a été planté avec 500 jeunes pieds de pomélos. Un couvert herbeux de *Brachiaria USDA* a été bouturé entre les plants.

TABLEAU 1 Sommaire des traitements

DATE	BASSIN A	BASSIN C
mai 1977	Début des mesures	Début des mesures
sep. - déc. 1978	Déboisement	Déboisement
mai 1979	Plantation du pâturage	
juillet 1979		Plantation du verger
décembre 1979		Couvert herbeux ajouté
mai 1980	Début du broutage	
décembre 1981		Fin des mesures
décembre 1983	Fin des mesures	

LES ECOULEMENTS SOUS PRAIRIE

Le bassin A

Le Tableau 2 résume les effets du traitement sur l'hydrologie des bassins A et C. Pendant la période d'étalonnage sous forêt naturelle, les coefficients de ruissellement K_e (le rapport entre la lame ruissellée et la précipitation totale) des bassins A et B (témoin) ont été de 15.2% et de 15.6%. Pendant la période après traitement, de décembre 1979 à décembre 1983, ils ont été de 18.4% et 11.2%. La lame ruissellée est la somme des débits de crues tels que séparés sur l'hydrogramme selon la méthode de Dunne (1978).

En tenant compte du ruissellement du bassin témoin, on constate que le ruissellement global du pâturage à *Digitaria swazilandensis* a été en moyenne 1.7 fois plus élevé que celui de la forêt primaire de l'écosystème amazonien préexistant. Le pâturage, brouté avec une charge animale assez forte, était géré de façon optimale par rotation continue du bétail dans des placettes clôturées, de façon à permettre la reconstitution du couvert végétal (Béreau et al., 1986).

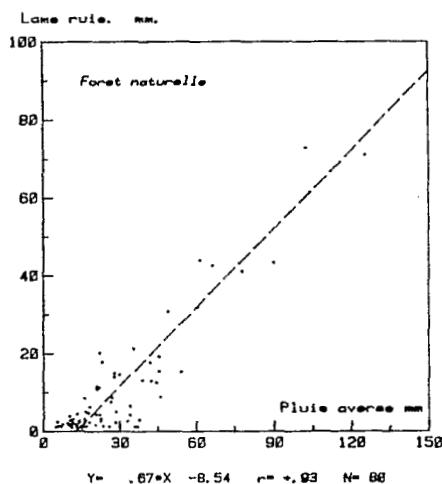
Sur ce type de sol, le ruissellement domine les écoulements de surface; les écoulements retardés sont faibles et cessent complètement quelques heures après les crues. L'écoulement global du pâturage s'est avéré 1.6 fois supérieur à celui de la forêt natu-

relle avec un Ke passant de 18.4% avant traitement à 23.1% après traitement.

TABLEAU 2 Facteurs d'accroissement des paramètres hydrologiques et de l'érosion sur pâturage par rapport à la forêt tropicale humide

	Bassin A	Bassin C
Aménagement sols	<i>Digitaria swaz. imperméables</i>	<i>Brachiaria USDA perméables</i>
Ruissellement	X 1.7	X 2.9
Écoulement total	X 1.6	X 2.3
Nombre de crues	X 2.2	X 2.3
Débits de pointe	X 1.9	X 2.4
Durée du ruissellement	X 1.7	X 1.9
Fonction de production	stable	en augmentation
Erosion mécanique	X 3.2	X 2.4

Bassin A Période du 01/01/77 au 30/09/78



Bassin A Période du 01/12/79 au 31/12/83

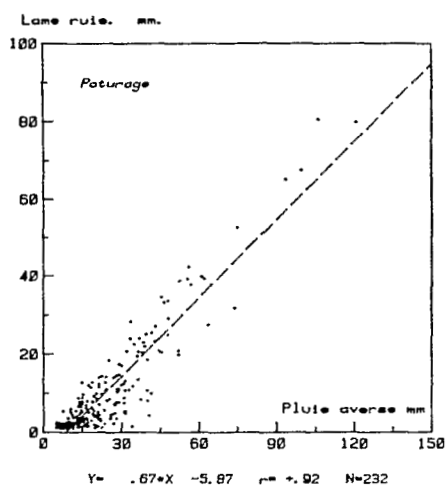


FIG.1 Lame ruissellée en fonction de la pluie de l'averse sur le bassin A, sous forêt naturelle, puis sous pâturage à *Digitaria swazilandensis*.

Ces chiffres représentent un accroissement très sensible des écoulements de surface par rapport à ceux qui existaient dans l'écosystème forestier, mais constituent néanmoins une nette amélioration de la situation sur sol nu, pour laquelle on avait observé sur ce bassin des ruissellements 2.5 fois plus élevés qu'en forêt sur l'ensemble de la période janvier-juillet 1979, avec des gains allant jusqu'à 3.3 en mai et juin, au maximum de la saison des pluies (Fritsch, 1986).

Les fonctions de production du ruissellement sont peu différentes sous forêt et sous pâturage (Fig.1). On doit en conclure, que sur ces sols à drainage bloqué, à fortes potentialités de ruissellement, le volume de l'hydrogramme est sensiblement le même pour une averse donnée, sous forêt et sous pâturage. Par contre le nombre de crues sur le pâturage est nettement plus élevé que sous forêt. C'est ainsi que les nombres de crues enregistrées sur le bassin A et le témoin B sont passés de 113 et 183 pendant la période d'étalonnage, à 518 et 370 pendant la période après traitement. Cette augmentation de fréquence des crues pourrait avoir été causée par une diminution des pertes de précipitation par interception, et par une modification mécanique des sols suite au défrichement mécanisé.

Comme l'indique la Fig.2, la modification du couvert végétal influence aussi les débits de pointe des hydrogrammes. Le gain effectif des débits maximums instantanés après aménagement est de 1.9 sur le bassin A. Finalement, la Fig. 3 indique les tendances de la durée du ruissellement au cours des trois états successifs du bassin, la forêt naturelle, le sol nu, et le pâturage. La durée du ruissellement sur le bassin A est 1.7 fois plus grande avec *Digitaria swazilandensis* que sous forêt naturelle.

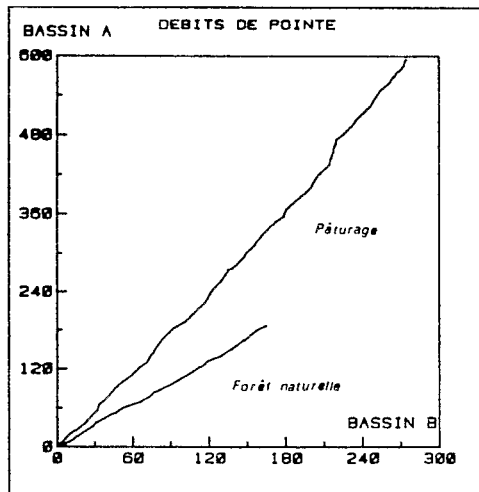


FIG.2 Doubles-cumuls des débits de pointe, en $m^3s^{-1}km^{-2}$, au bassin A et au bassin B, sous forêt primaire et sous pâturage. (crues supérieures à $20 l s^{-1}ha^{-1}$)

Ce dernier résultat est cohérent avec les précédents : la durée du ruissellement augmente après l'installation du pâturage, mais moins vite cependant que le nombre de crues. Cela implique qu'il y ait changement dans la forme des hydrogrammes, hypothèse confirmée par l'augmentation des débits de pointe.

Le bassin C

Les ruissellements sont très faibles sur ce bassin-versant et le témoin B, couvert à 90% de sols imperméables, ne constitue pas un

modèle comparatif aussi parfait que pour le bassin A. En outre, le scénario d'aménagement est plus complexe que celui du bassin A de par l'existence des jeunes pamplemoussiers et le maintien artificiel de plages de sol nu autour des plants. Enfin la période de résultats significatifs du stade pâturage est courte - un an seulement -. Par conséquent, l'incertitude dans l'estimation de l'effet du traitement est plus forte pour le bassin C que pour le bassin A.

La lame ruisselée sous forêt de juin 1977 à septembre 1978 a été de 185 mm et celle de l'année 1980 avec le couvert de *Brachiaria USDA* de 353 mm, ce qui donne des Ke respectifs de 4.3% et 11.2% pour ces deux périodes. Après correction par les écoulements du témoin, le ruissellement avec *Brachiaria USDA* se révèle être 2.9 fois supérieur à celui de la forêt naturelle. Dans le même temps, les écoulements de surface dans leur ensemble ont augmenté dans un rapport 2.3. Ces augmentations sont plus importantes que celles du bassin A alors que sur parcelles et sur sols à drainage bloqué, *Brachiaria USDA* avait produit un plus faible ruissellement que *Digitaria swazilandensis* (Sarrailh, 1983).

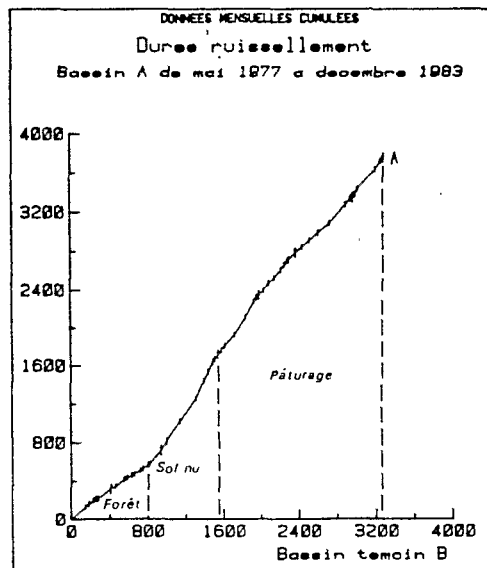


FIG.3 Doubles-cumulés des temps de base des hydrogrammes du bassin A et du témoin B. (unité = heure)

Contrairement au bassin A, on constate une forte augmentation du ruissellement par averse sur le bassin C après traitement (Fig.4). Cette modification, déjà du même ordre de grandeur immédiatement après le défrichement, signifie que le décapage et le tassement des sols par les engins ont provoqué des dégradations durables sur les "bons sols" du bassin C, alors que les sols imperméables du bassin A ont simplement maintenu leurs performances originelles très favorables au ruissellement.

En 1980, les crues ont été 2.3 fois plus fréquentes sur le pâturage à *Brachiaria USDA* que sous forêt naturelle. Dans le même

temps, les débits de pointe ont augmenté de 2.4 et la durée du ruissellement de 1.9.

L'EROSION SOUS PRAIRIES

De janvier 1980 à décembre 1981, la moyenne annuelle des transports solides en suspension et par charriage à l'exutoire du bassin A était de 541 kg ha^{-1} (Fritsch & Sarrailh, 1986), soit 3.2 fois plus que sous forêt primaire. Cet accroissement de l'érosion s'explique par l'accroissement du ruissellement et par celui des concentrations en matières solides (suspensions + "charriages"), qui seraient passées de 46 mg l^{-1} sous forêt à 89 mg l^{-1} après traitement. Grâce à la bonne gestion du pâturage, les effets de la charge animale sont peu perceptibles au niveau de l'érosion, puisque pendant les essais de ce fourrage sur une parcelle implantée sur le même type de sol, on a obtenu une concentration moyenne de 77 mg l^{-1} , pour l'ensemble des transports solides mesurés entre 1979 et 1982 (Sarrailh, 1983).

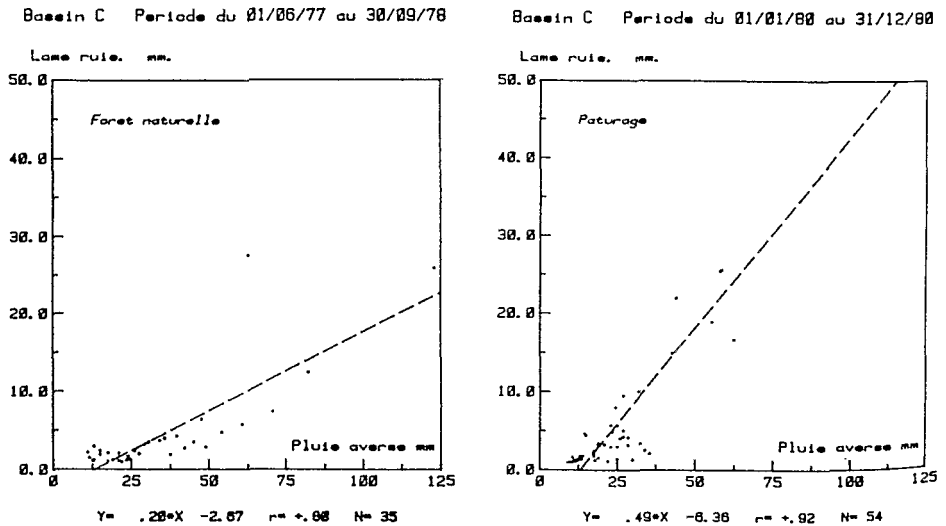


FIG.4 Lames ruisselées en fonction de la pluie de l'averseau bassin C, sous forêt naturelle puis sous couvert de *Brachiaria* USDA.

En prenant pour référence les deux années 1980 et 1981, on a estimé l'érosion sur le bassin C recouvert de *Brachiaria* USDA à 106 kg ha^{-1} par an, ce qui représente un facteur d'accroissement de 2.4 par rapport aux conditions naturelles. La concentration moyenne 33 mg l^{-1} , alors que sur parcelle de 200 m^2 on obtenait 19 mg l^{-1} . Cet écart est sans doute dû aux couronnes de sol nu autour des plants d'arbres fruitiers.

CONCLUSIONS

L'utilisation de la méthode du bassin jumelé a mis en évidence des changements importants dans les débits et dans l'érosion de 2 bas-

sins-versants élémentaires lorsque la forêt primaire est remplacée par des prairies artificielles. Ces résultats sont très fiables pour le bassin A, dont le scénario d'aménagement est simple (pâturage à *Digitaria swazilandensis*, brouté), et dont les sols possèdent le même comportement hydrologique que ceux du bassin-témoin. Les résultats sont plus incertains pour le bassin C, car l'aménagement de ce bassin est double (pâturage à *Brachiaria* USDA et verger de pomelos) et les sols très perméables ont des réponses hydrologiques différentes de celles des sols du bassin témoin B.

Au vu de ces résultats (Tableau 1), il ne fait aucun doute que la substitution de la forêt primaire par des prairies a pour effet d'accroître fortement les écoulements rapides, l'occurrence des crues, les débits de pointe et l'érosion d'origine mécanique.

REFERENCES

- Béreau M., Sarrailh J.M., Andrieux P., De Rouville S., Patient A. (1986) Etude de la pérennité des productions fourragères en Guyane Française. INRA - CTFT. *Compte-rendu d'une aide financée par le Ministère de la Recherche et de la Technologie*. Kourou, sept. 1986.
- Boulet R. (1983) Organisation des couvertures pédologiques des bassins-versants. Hypothèses sur leur dynamique. in: *Le projet ECEREX - compte-rendu des journées de Cayenne 4-8 mars 1983*, GERDAT, INRA, MUSEUM, ORSTOM, p.23-52.
- Dunne, T. (1978) Field studies of hillslope flow process. In *Hillslope Hydrology*, M.J. Kirby ed, p. 227-293.
- Fritsch J.M. (1986) L'augmentation du ruissellement après défrichement mécanisé de la forêt amazonienne. Comptes-rendus des *XIXièmes journées de l'hydraulique*, Paris, sept.1986. *Société hydrotechnique de France*. question I-8.
- Fritsch J.M., Sarrailh J.M. (1986) Les transports solides dans l'écosystème forestier tropical humide guyanais. Effets du défrichement et de l'aménagement de pâturages. *Cah. ORSTOM, série Pédologie*, Vol XXII, p.93-106.
- Fritsch J.M., Dubreuil P.L., Sarrailh J.M. (1987) De la parcelle au petit bassin-versant: effet d'échelle dans l'écosystème forestier amazonien. in: *proceedings of IAHS Symposium on Forest Hydrology and Watershed Management*. XIXième assemblée générale de l'UGGI, Vancouver, 9-22 août 1987.
- Sarrailh J.M. (1983) Les parcelles élémentaires d'étude du ruissellement et de l'érosion. in: *Le projet ECEREX - compte rendu des journées de Cayenne 4-8 mars 1983*, GERDAT, INRA, MUSEUM, ORSTOM, p.394-403.
- Sarrailh J.M. (1984) Mise en valeur de l'écosystème forestier guyanais - Opération ECEREX: résumé des premiers résultats. *Bois et Forêts des Tropiques*, n°206, p.13-32.