

Seuillage du réseau hydrographique à partir de Modèle Numérique de Terrain en fonction du critère de surface drainée.

C Depraetere
Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM
Centre de Montpellier

Les réseaux hydrographiques figurés sur les cartes sont utilisés en Hydrologie pour décrire et comparer les bassins versants: structure et hiérarchisation du réseau, densité de drainage par exemples. Le fait que ces "lignes bleues" soient tracées de façon empirique par les cartographes peut être source d'erreur dans la caractérisation de ces réseaux. Leur extraction à partir de Modèle Numérique de Terrain (MNT) permet de s'affranchir de l'incertitude sur la fiabilité des informations hydrographiques fournies par les cartes.

La surface drainée en tant que critère d'extraction des réseaux hydrographiques à partir de MNT:

La surface drainée est le critère le plus communément utilisé pour extraire un réseau hydrographique à partir d'un MNT, l'hypothèse sous-jacente étant que, *mutatis mutandis*, la quantité d'eau s'écoulant en un point est proportionnelle à la surface située à l'amont de celui-ci. Il reste à définir le seuil de surface drainée au delà duquel un écoulement concentré suffisamment important donne naissance à une rivière.

Soit un bassin de superficie S couvert par un MNT de résolution s (s taille des mailles élémentaires du MNT, $s \ll S$). Soit S_r le seuil d'apparition des rivières. Si S_r est égal à s l'ensemble du bassin appartient au réseau. Inversement, si S_r est supérieur à S aucune maille du MNT n'appartient au réseau. Ces deux cas limites étant sans intérêts, il faut donc rechercher le seuil S_r compris entre s et S permettant de restituer de la façon la plus objective possible le réseau hydrographique. Lorsque l'on fait varier le seuil S_r de S à s le réseau devient de plus en plus long et ramifié.

Seuillage du réseau hydrographique:

La méthode la plus communément utilisée consiste à comparer le réseau obtenu en faisant varier le seuil S_r au réseau figuré sur la carte. Cette approche est simple mais ne s'affranchit pas des erreurs introduites par le cartographe.

L'approche que nous proposons se base sur le fait suivant: une rivière en tant qu'agent d'érosion donne naissance à un talweg et à une vallée. Les formes liées à la présence d'un talweg ou d'une vallée peuvent être repérées en fonction de critères morphologiques à partir d'un MNT (Cf. Notice OVNIh n°4, Depraetere, 1989). Ces critères peuvent être soit des courbures (verticales, horizontales ou transversales) soit des encaissements, tous ces paramètres morphologiques étant mesurés à l'échelle locale (fenêtre 3×3 mailles sur le MNT). L'étude des relations entre la surface drainée d'une part et ces différents paramètres morphologiques devraient permettre une définition plus objective du réseau hydrographique. Cette démarche tente donc de substituer à l'empirisme des méthodes précédentes, une approche qui tente de prendre en compte l'équilibre dynamique entre les formes de terrain et les processus morphogéniques.

Applications de la méthodes à deux bassins:

Les deux bassins servant de test à la méthode sont les suivants:

- Bassin de Bras-David, Basse-Terre, Guadeloupe (figure 1):
 - . superficie $S = 34 \text{ km}^2$
 - . altitudes comprises entre 200 et 1200 mètres
 - . terrains volcaniques
 - . Climat tropical humide sur versant au vent (2000 à 3500 mm/an)
 MNT au pas de 40 mètres ($s = 0,16$ hectare).
- Bassin de Cilaos, Réunion (figure 2):
 - . superficie $S = 220 \text{ km}^2$
 - . altitudes comprises entre 0 et 3070 mètres
 - . terrains volcaniques
 - . Climat tropical humide sur versant au vent (1500 à 5000 mm/an)
 MNT au pas de 100 mètres ($s = 1$ hectare).

L'étude de la relation entre la surface drainée d'une part et les quatre paramètres morphologiques d'autre part (convexités verticales, horizontales et transversales ainsi que l'encaissement) sera présentée sous la forme de graphique: des classes de logarithme de surface drainée sont représentées en abscisses, les moyennes des critères morphologiques pour ces classes étant reportées en ordonnées.

Les résultats montrent une tendance à l'accentuation de la morphologie de fond de vallée lorsque la surface drainée s'accroît aussi bien dans le cas du bassin de Bras-David (figure 3) que dans celui de Cilaos (figure 4). Quelques nuances apparaissent en fonction du critère morphologique considéré:

- Les convexités verticales et horizontales présentent une faible corrélation linéaire avec le logarithme des surfaces drainées (figure 3 a et b, figure 4 a et b).
- Les convexités transversales et les encaissements présentent en revanche une corrélation linéaire avec le logarithme des surfaces drainées jusqu'à un certain seuil au delà duquel cette corrélation change de nature et devient moins nette (figure 3 c et d, figure 4 c et d).

Une relation du même type que celle des convexités transversales et des encaissements s'observe de façon encore plus nette si l'on considère les fréquences de classes de surfaces drainées. Pour les classes de surfaces drainées faibles, les fréquences décroissent régulièrement jusqu'à un seuil. Au delà de cette valeur, la fréquence des classes restent du même ordre de grandeur tout en présentant des variations chaotiques. Ce seuil de changement de tendance se situe vers 5,3 hectares pour le bassin de Bras-David (figure 5) et 37 hectares pour le bassin de Cilaos (figure 6). Ces seuils sont utilisés pour obtenir le réseau de rivières sur ces deux bassins (figure 7 et 8). Le fait que ces seuils soient fort différents pour les deux bassins alors qu'ils se situent tout deux dans des contextes géologiques et climatiques assez semblables doit s'expliquer en partie par la différence de résolution des MNT utilisés (0,16 hectare pour Bras-David, 1 hectare pour Cilaos).

Ces résultats démontrent l'intérêt de tels outils dans la définition du réseau hydrographique en fonction de critères morphologiques et statistiques. Leur interprétation suppose une réflexion approfondie sur les interrelations entre formes et processus mais aussi sur les méthodes utilisées pour quantifier le relief et le drainage à partir de MNT.

Conclusions:

Les résultats présentés sont trop partiels et ponctuels pour pouvoir prétendre valider la méthode proposée. Il serait souhaitable de la tester dans des contextes variés et avec différentes échelles de résolution.

Cette approche découle des besoins d'une "nouvelle" Hydrologie qui se veut davantage explicative. Dans cette perspective, toutes méthodes permettant de mieux comprendre les relations entre les phénomènes hydrologiques et les multiples facteurs qui les conditionnent contribuent à son désenclavement. L'utilisation des MNT n'est qu'une des manifestations de l'évolution nécessaire de la discipline. Encore faut-il convaincre que loin d'être de simples "gadgets", ils peuvent devenir de véritables outils de recherche applicables à l'Hydrologie.

Références:

Depraetere C., 1989

LAMONT, Logiciel d'Application des MOdèles Numériques de Terrain, Notice OVNIh n°4, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Montpellier.

Figure 1 : Localisation du bassin de Bras-David sur l'île de Basse-Terre (Guadeloupe).

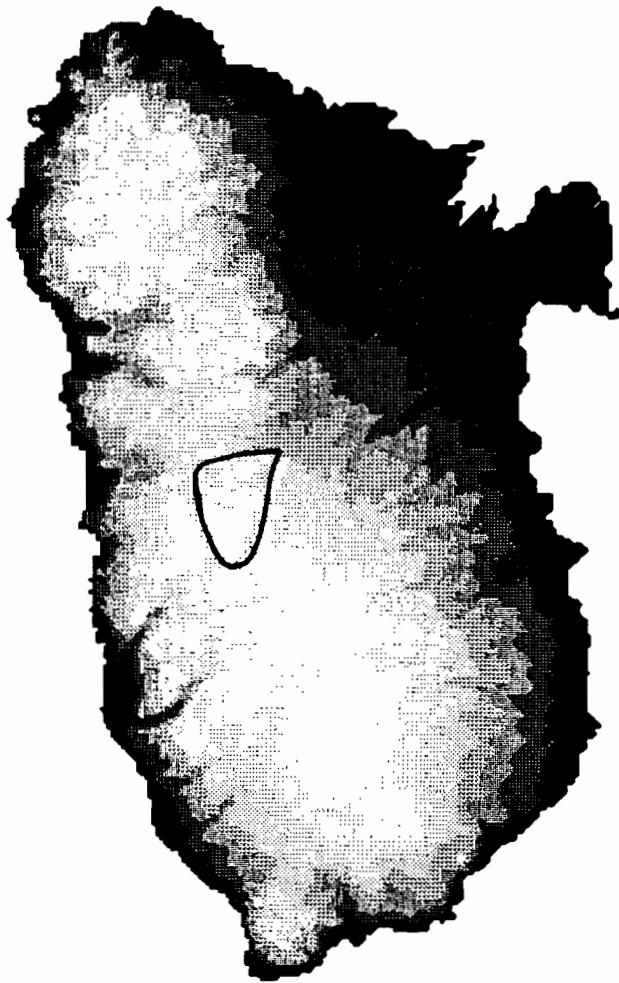


Figure 2 : Localisation du bassin de Cilaos sur l'île de la Réunion.

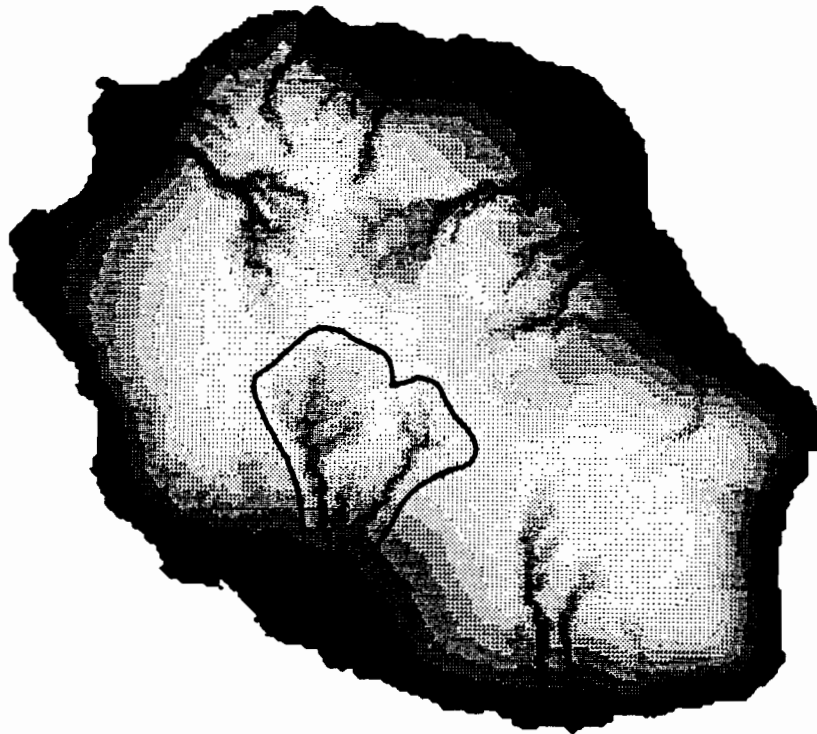
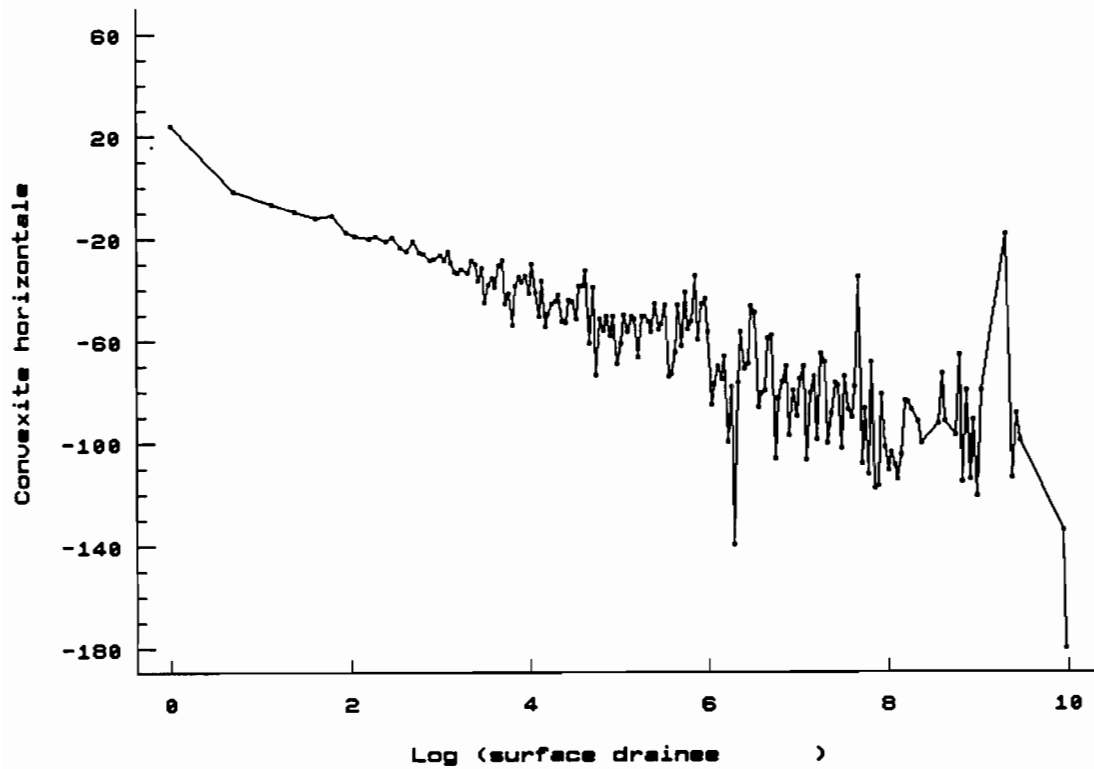
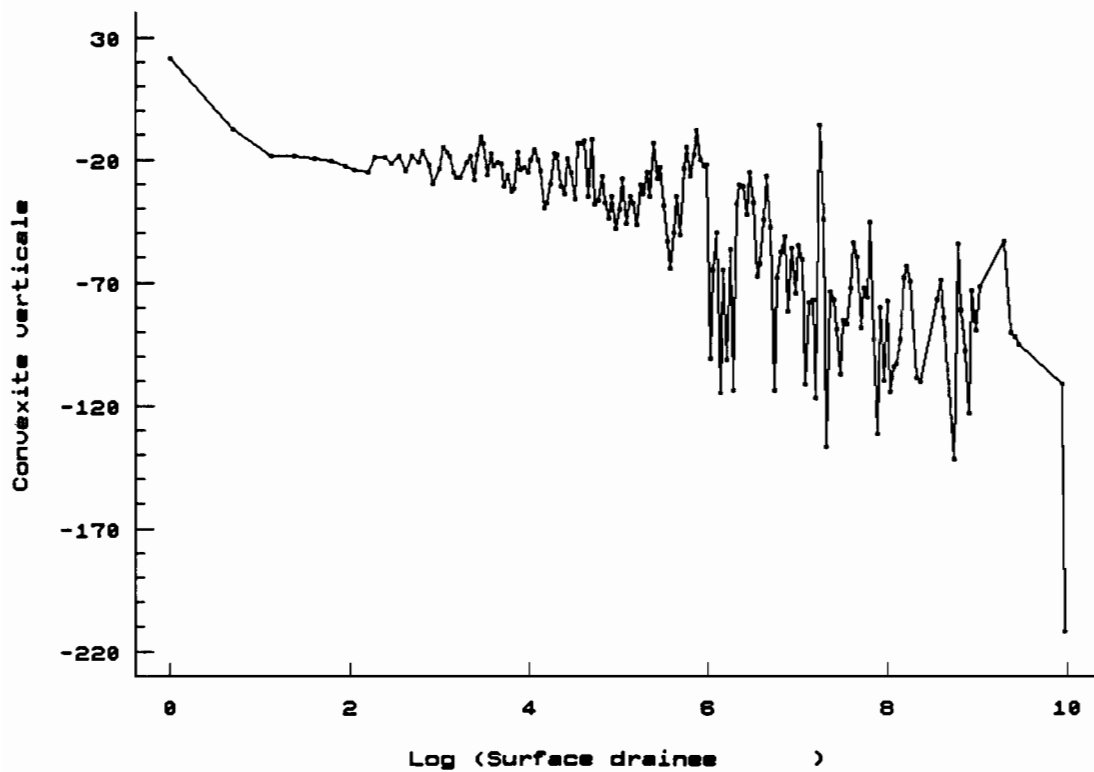


Figure 3 : Relation entre la surface drainée et différents critères morphologiques d'encassement sur le bassin de Bras-David.

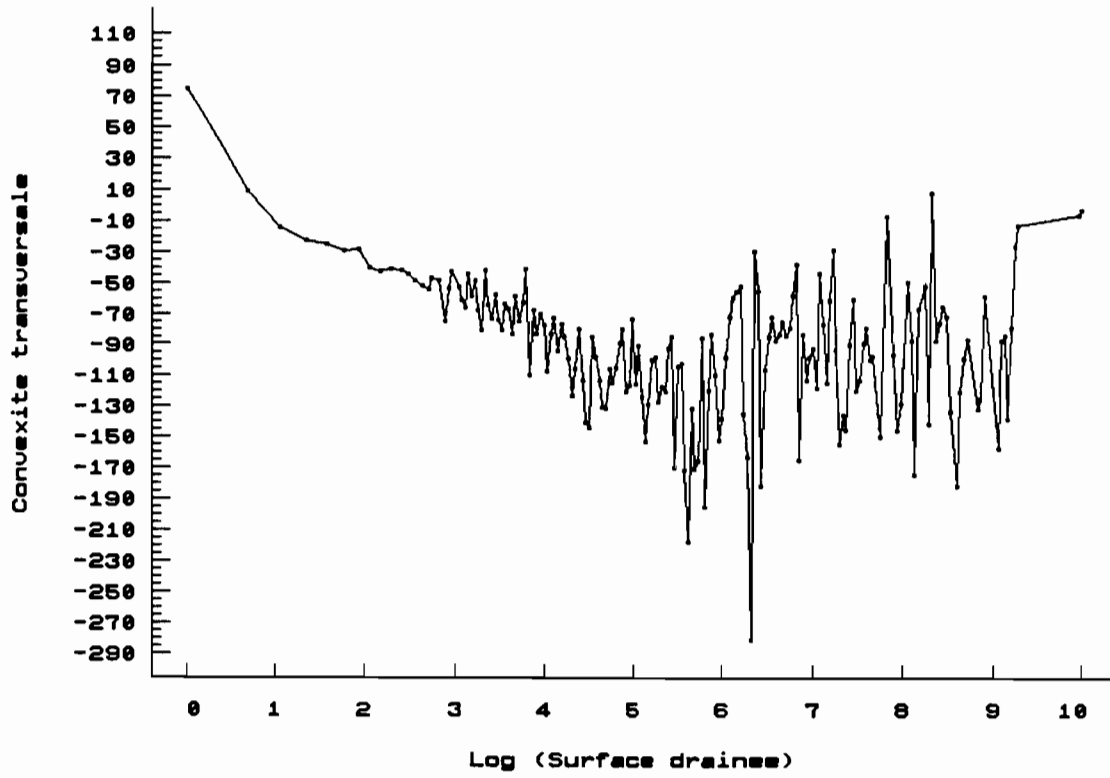
a/ surface drainée x convexité horizontale:



b/ surface drainée x convexité verticale:



c/ surface drainée x convexité transversale:



d/ surface drainée x encaissement:

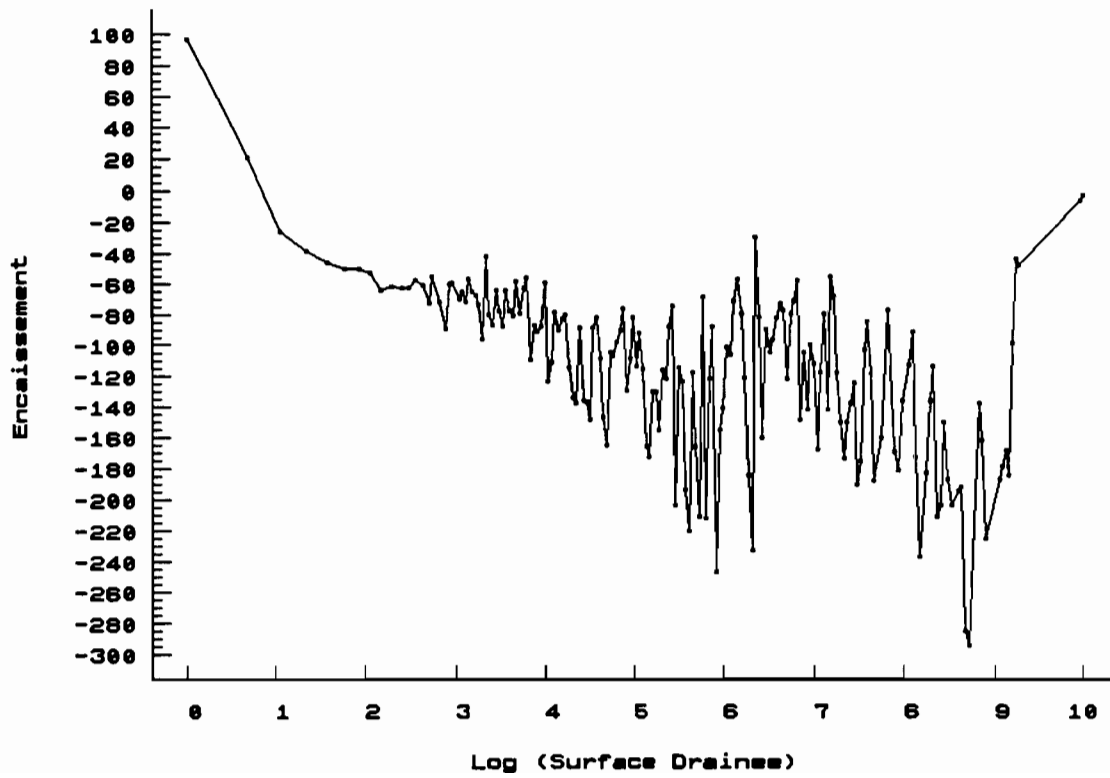
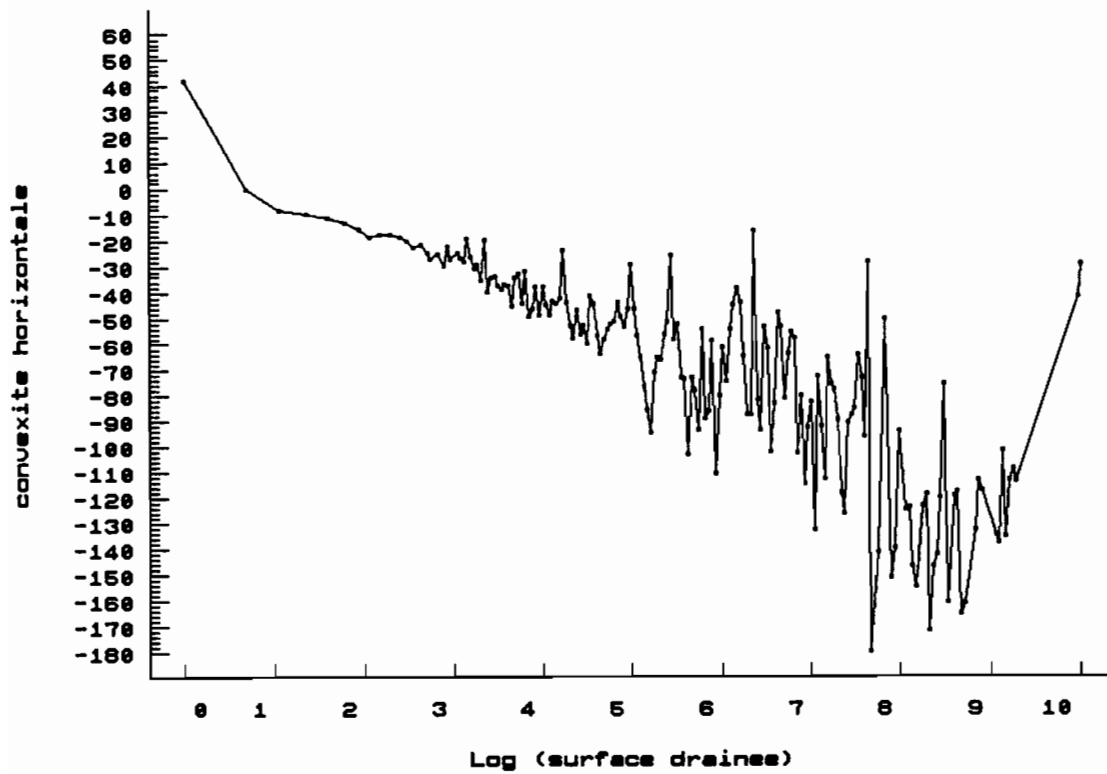
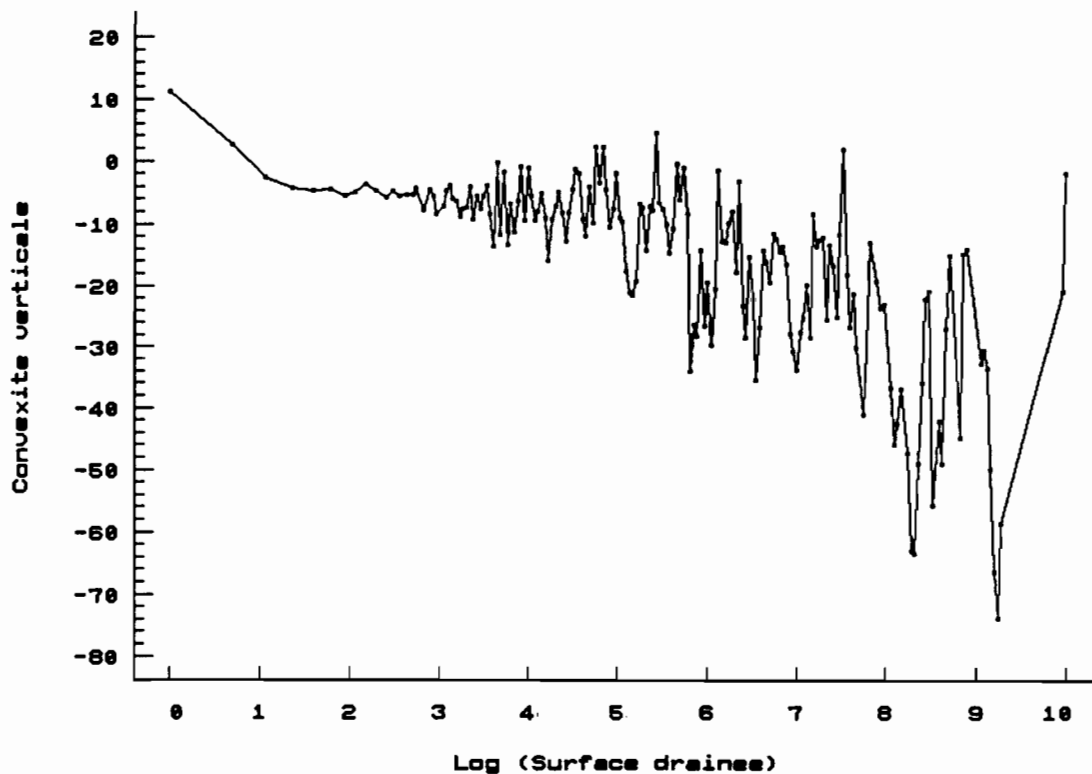


Figure 4 : Relation entre la surface drainée et différents critères morphologiques d'encaissement sur le bassin de Cilaos.

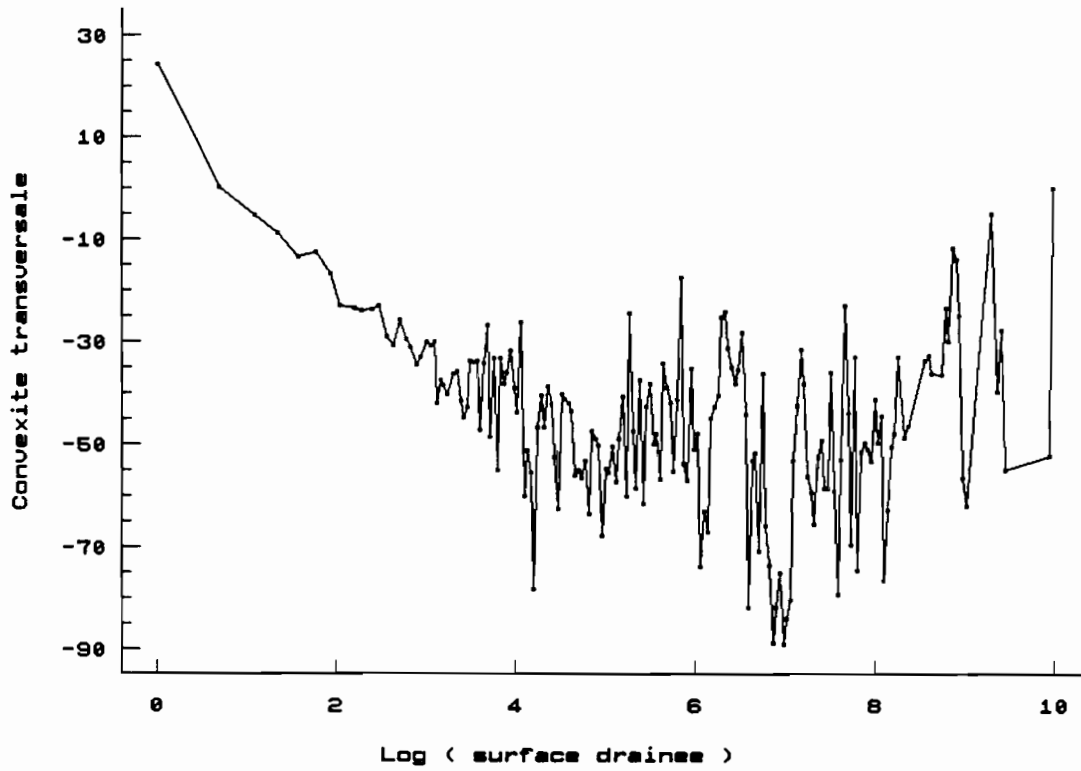
a/ surface drainée x convexité horizontale:



b/ surface drainée x convexité verticale:



c/ surface drainée x convexité transversale:



d/ surface drainée x encaissement:

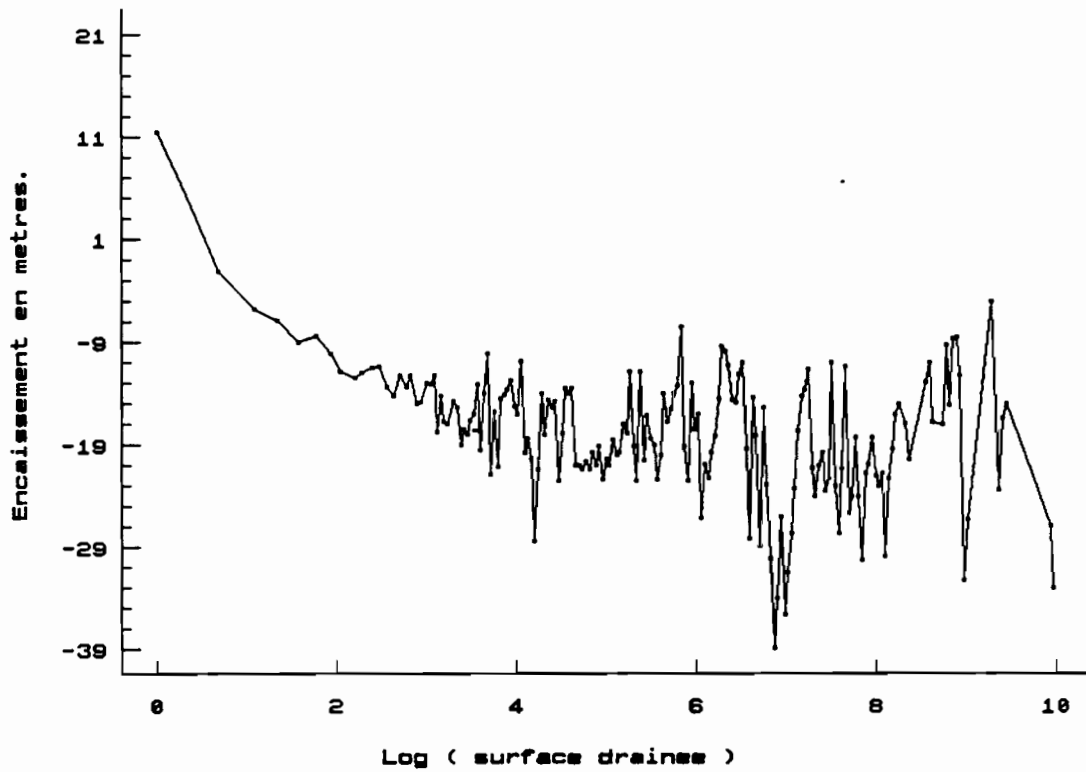


Figure 5 : Fréquences des surfaces drainées sur le bassin de Bras-David.

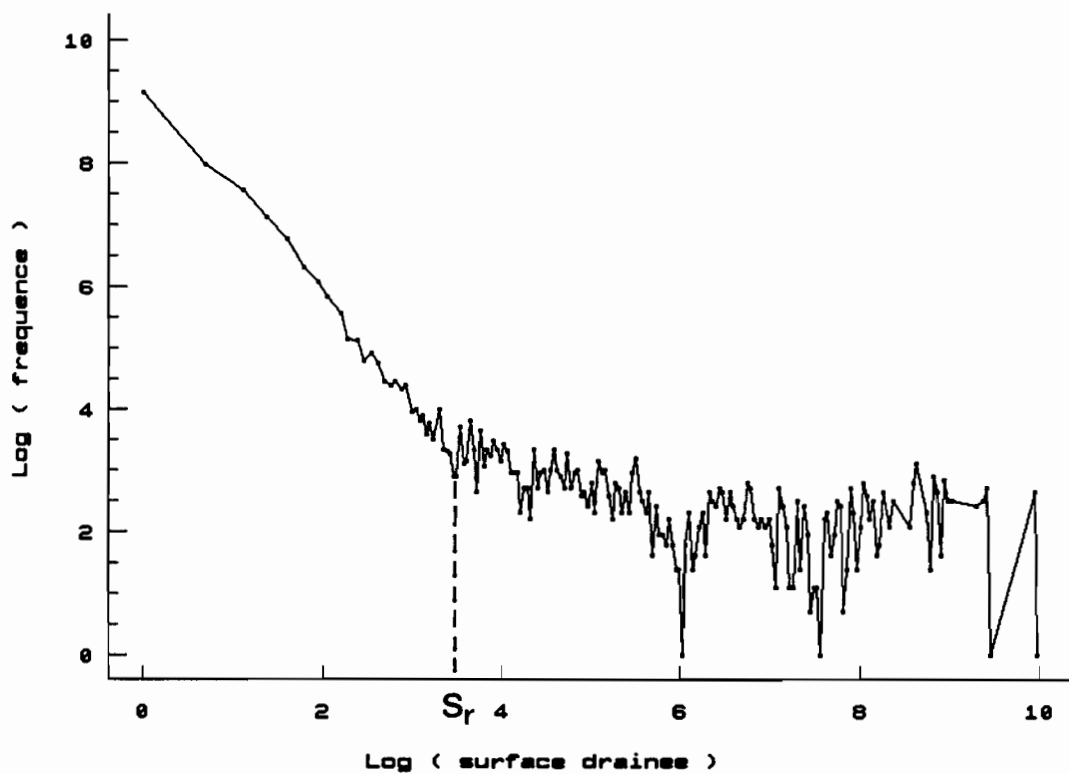


Figure 6 : Fréquences des surfaces drainées sur le bassin de Cilaos.

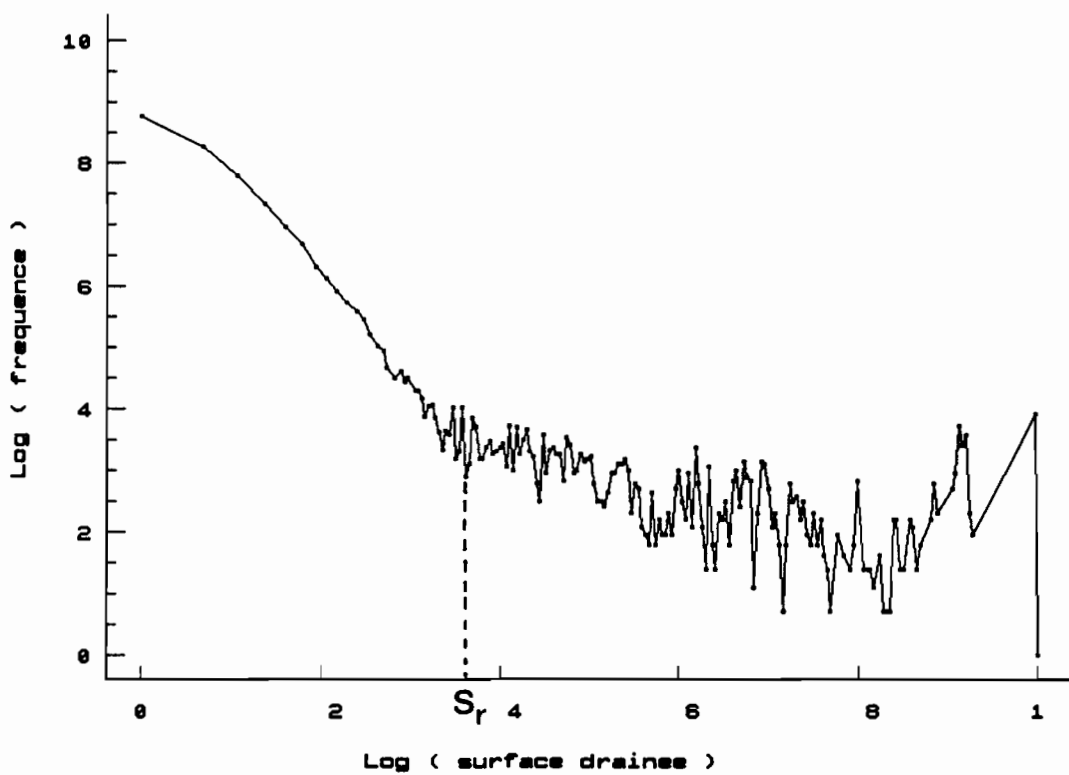


Figure 7 : Seuillage du réseau de rivières à 5,3 hectares de surface drainée dans le bassin de Bras-David.

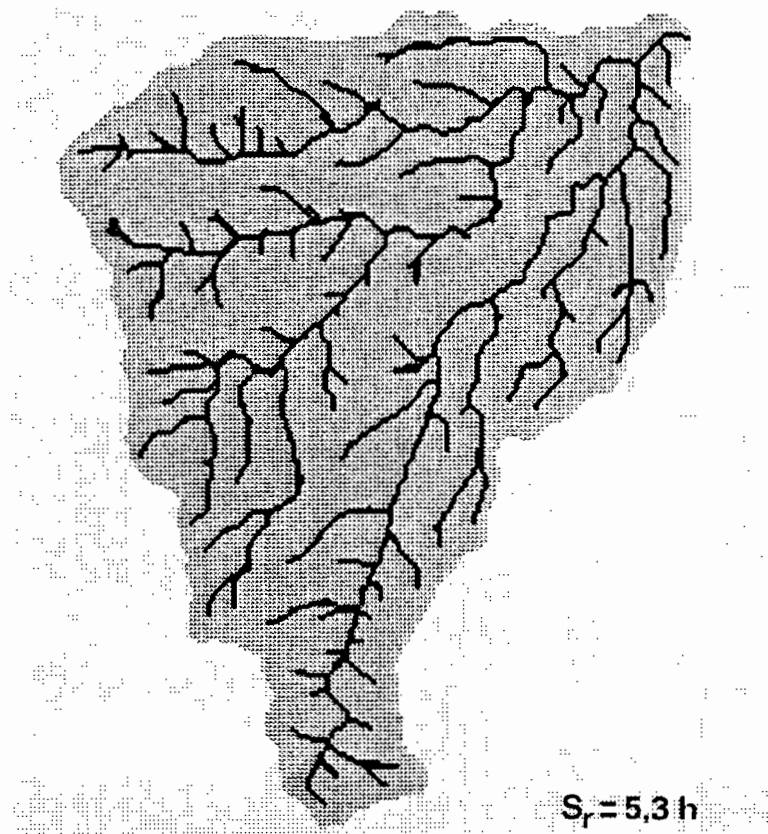
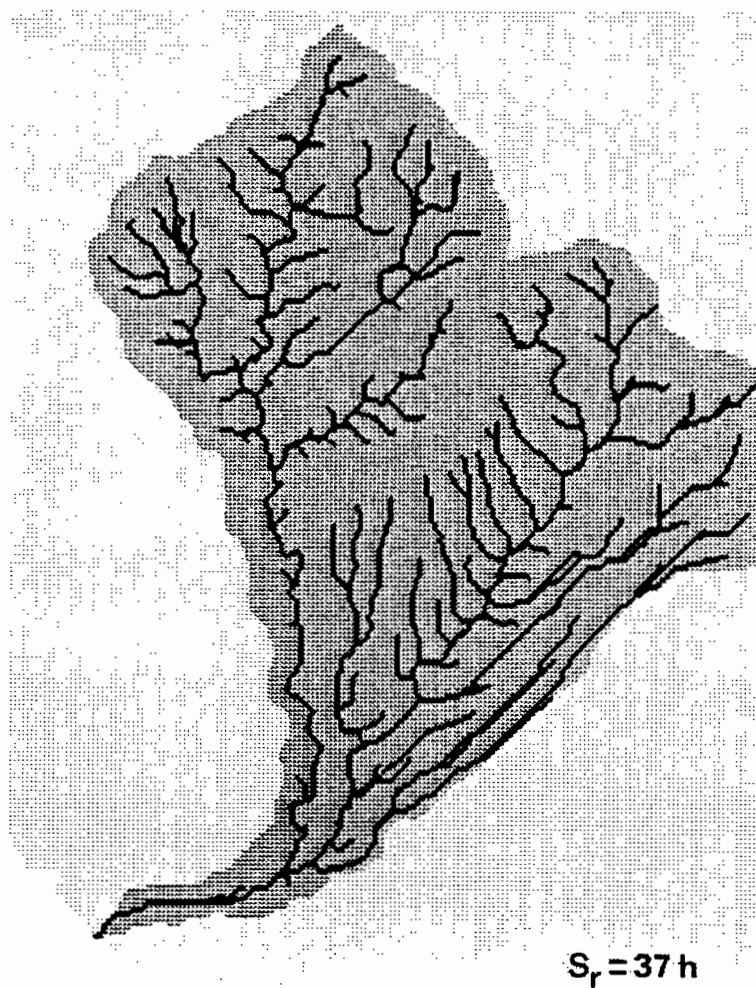
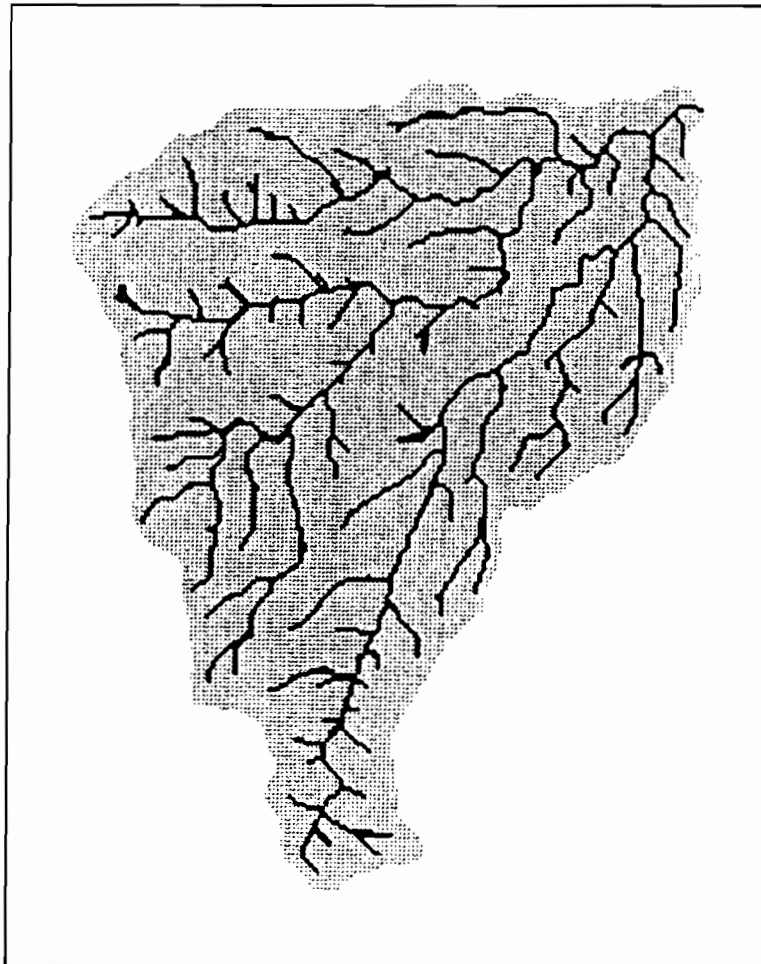


Figure 8 : Seuillage du réseau de rivières à 37 hectares de surface drainée dans le bassin de cilaos.



TROISIEME JOURNEE U. L. M.

UTILITE ET LIMITES DES MODELES EN HYDROLOGIE



Laboratoire d'Hydrologie
ORSTOM
2051 Avenue du Val de Montferrand
BP 5045
34032 Montpellier Cedex 1

28 Juin 1990