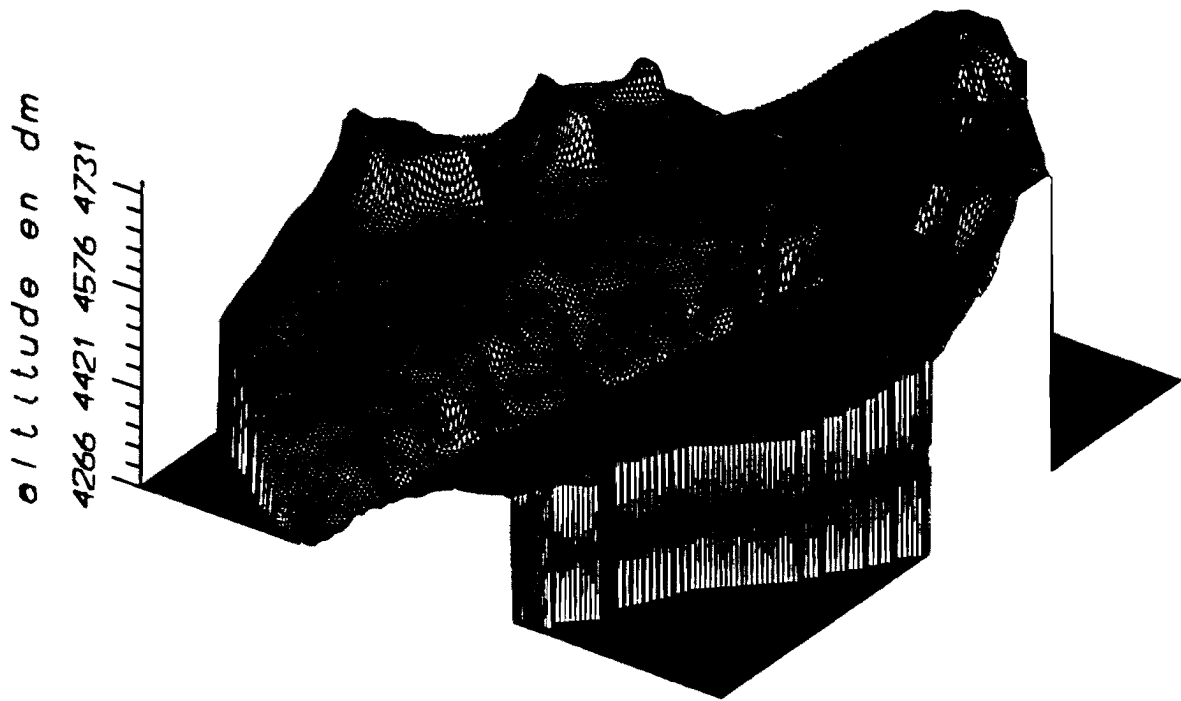


**DEUXIEMES JOURNEES U. L. M.
(Utilité et Limites des Modèles en hydrologie)**

Prise en compte du relief dans les études hydrologiques de bassins versants



MONTPELLIER - 6,7 AVRIL 1989

Matinée du 6 avril 1989

Lieu : Amphithéâtre de l'ENGREF (site Agropolis).

Thème : *Analyse et Quantification du Relief : aspects théoriques et techniques.*

- 10 H 00 Présentation des journées : Thierry LEBEL - ORSTOM - Montpellier
- 10 H 15 Ian S. EVANS - Département de Géographie - Université de Durham -U.K
"Principes généraux de la Géomorphométrie".
- 10 H 50 Jean-Yves BREARD - Institut Géographique National - St Mandé.
"Production et Utilisations des M.N.T. à l'I.G.N".
- 11 H 15 J. FAIRFIELD - Institut National de Recherche en Informatique et Automatique. (INRIA) - Sophia Antipolis.
"Détermination des lignes d'écoulement à partir de M.N.T.".
- 11 H 45 Eric LOURTIE - Université Catholique de Louvain - Faculté des Sciences Agronomiques - Unité de génie rural. Louvain-la-Neuve. Belgique.
"Réalisation d'un M.N.T. à partir de courbes de niveau digitalisées; reconstitution du réseau de drainage."
- 12 H 15 Pierre SOILLE - Université Catholique de Louvain - Faculté des Sciences Agronomiques - Unité de Génie Rural. Louvain-la-Neuve. Belgique.
"M.N.T. et Morphologie Mathématique : délimitation automatique de bassins versants".

Après-midi du 6 avril 1989

Lieu : Amphithéâtre de l'ENGREF (site Agropolis).

Thème : *Analyse et Quantification du Relief (suite).*

- 14 H 00 Patricia BRUNEAU - Laboratoire des Sciences du Sol - I.N.R.A. - Rennes
"Détermination des zones de rétention superficielle à l'échelle du m²".
- 14 H 20 Philippe LAGACHERIE - Laboratoire des Sciences du Sol - I.N.R.A. - Montpellier
"Relation sols-paysages à partir de M.N.T".
- 14 H 40 Christian DEPRAETERE - Laboratoire d'Hydrologie - ORSTOM
"Exemple de base de données hydromorphologiques sur le bassin versant de Booro Borotou en Côte d'Ivoire".
- 15 H 15 PAUSE
- 15 H 45 Table Ronde.
et
Présentation de logiciels : (LAMONT - ORSTOM; TOP MODEL - Université de Lancaster, ...).

Matinée du 7 avril 1989

Lieu : Amphithéâtre de l'ENGREF.

Thème : *Relief et Fonctionnement Hydrologique des Bassins Versants.*

- 9 H 00 Présentation de la journée.
- 9 H 10 Daniel SEMPERE-TORRES - Institut de Mécanique de Grenoble. - Grenoble.
"Modélisation de la fonction de production sur un bassin Cévenol à forte pente : limites des approches traditionnelles".
- 9 H 40 Olivier PLANCHON - Laboratoire d'Hydrologie - ORSTOM - Montpellier
"Relation entre formes de terrain et processus hydrologiques sur le bassin versant de Booro-Borotou (Côte d'Ivoire)".
- 10 H 25 Keith BEVEN - Université de Lancaster. Institut des Sciences de l'Environnement - U.K.
"Un modèle à aires contributives variables : TOP MODEL".
- 11 H 15 Pause
- 11 H 40 Philippe MEROT - Laboratoire des Sciences du Sol - I.N.R.A. - Rennes
"Application de l'Indice de saturation potentielle des sols $\text{Log} (a/\text{Tan } \beta)$ à l'étude de l'hydromorphie et des zones contributives".
- 12 H 00 Alain RANDRIAMAHERISOA - Université Catholique de Louvain - Faculté des Sciences Agronomiques - Unité de génie rural. Louvain-la-Neuve. Belgique.
"Utilisation d'un modèle maillé pour la prédétermination des crues à Madagascar."
- 12 H 25 Roger MOUSSA - Laboratoire Hydrologie et Modélisation - U.S.T.L - Montpellier.
"Nature fractale des réseaux hydrographiques".

Après-midi du 7 avril 1989

Lieu : Salle de Réunion (N° 161) - CENTRE ORSTOM.

Table-ronde sur les perspectives en matière de modélisation hydrologique.

Animateur : Professeur Claude BOCQUILLON - L.H.M. - Montpellier.

- * Tout modèle hydrologique repose sur une conceptualisation globale sur une unité considérée comme homogène :
 - . Comment peut-on déterminer l'échelle la mieux appropriée au traitement d'un problème donné ?
 - . Quels sont les processus pertinents à cette échelle ?

- * Le relief à la fois conséquence et cause du fonctionnement hydrologique :
 - . Peut-il être considéré comme un facteur descriptif et explicatif privilégié des processus hydrologiques ? A quelles échelles ?
 - . Sa prise en compte dans la modélisation hydrologique; vers des modèles morpho-hydrologiques ?

DEUXIEMES JOURNEES U.L.M.

ORSTOM - MONTPELLIER 6,7 AVRIL 1989

★ Où ?

**Le 6 et le 7 au matin : amphithéâtre de l'ENGREF.
Le 7 après-midi : salle 161 - centre ORSTOM.**

★ REPAS

Les repas de midi seront servis au restaurant du Centre ORSTOM à 13 H 00. On peut se rendre à pied de l'ENGREF à l'ORSTOM (~ 1 000 m), mais des voitures seront disponibles pour assurer le transport de ceux qui le désirent.

Ceux qui ne disposent pas de ticket ORSTOM acquitteront leur repas en remettant à la caisse le ticket bleu qui aura été donné le 6 au matin plus la somme de 32,00 F.

★ Démonstrations logiciels (à partir du 5 AVRIL).

- Sur PC :

Chaîne de production et de traitement des M.N.T. du Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM.

| | |
|-------------------------------------|--|
| Logiciel TOPOGRAF (ORSTOM) | Saisie de courbes de niveau |
| Logiciel OROLOG (ORSTOM) | Calcul du M.N.T. à partir de courbes de niveau |
| Logiciel LOURTIE (LOUVAIN-LA-NEUVE) | Calcul du M.N.T. à partir de courbes de niveau |
| Logiciel LAMONT (ORSTOM) | Traitement de M.N.T. |
| Logiciel XYZ (ORSTOM) | Logiciel cartographique et statistique pour M.N.T. |

- Sur MAC 2

Logiciels de traitement morphologique de M.N.T. en vue de l'extraction des limites de bassin-versant. (Université Catholique de Louvain-la-Neuve).

- Sur station de travail SUN

Logiciel de visualisation des M.N.T. (LIA ORSTOM Bondy).

MODALITES PRATIQUES

LIEU

Les conférences du 6 et du 7 au matin se tiendront dans l'amphithéâtre de l'ENGREF situé sur le site AGROPOLIS - Domaine de Lavalette à 500 m de l'ORSTOM.
La table ronde du 7 après-midi se tiendra au centre ORSTOM.

TRANSPORT

. Localement le site Agropolis - Lavalette est desservi directement depuis le centre ville (et en particulier la gare) par la ligne de bus #5 (ATTENTION : un bus sur deux seulement pour la destination CNEARC - AGROPOLIS; l'autre est pour le lycée agricole).

. En voiture depuis l'autoroute A9 :

--> en provenance de Nîmes, sortie Vendargues et rejoindre la rocade Nord en suivant le fléchage Millau - Ganges - Montpellier Facultés. Sortir de la rocade au 6^{eme} rond-point en faisant 320 ° sur le rond-point (fléchage **Domaine de Lavalette**; ne pas prendre parc scientifique Agropolis). Le centre ORSTOM est 300m plus loin sur la droite (avant la montée) et l'entrée du site de Lavalette se trouve en face de l'autre coté de la route. L'ENGREF est au bout de la petite route (fléchage).

--> en provenance de Béziers sortie Montpellier OUEST et rejoindre directement le site en suivant le fléchage Montpellier-facultés -Parc Agropolis.

HEBERGEMENT

Nous contacter si vous souhaitez notre aide. Un certain nombre de chambres ont été réservées à l'Hôtel d'Angleterre (centre ville; Tel : 67 58 59 50; coût entre 150 et 200 F).

CONTACTS

**ORSTOM,
2051 av. du Val de Montferrand, B.P. 5045,
34032 MONTPELLIER Cedex,
Telex Montpellier : 485 507 F**

**C. DEPRAETERE ou T. LEBEL au 67 61 75 30
67 61 74 35**

DEUXIEMES JOURNEES U.L.M.

(6-7 avril 1989)

En guise d'Introduction

Qu'est-ce qu' U.L.M. ?

(Utilité et Limites des Modèles en Hydrologie)

T. LEBEL

Il n'est peut-être pas inutile de rappeler ce qu'est un U.L.M, en particulier lorsqu'on s'intéresse à l'Hydrologie. L'ORSTOM a une longue tradition de gestion de réseau et de recueil de données sur des surfaces considérables aux caractéristiques très variées. L'ORSTOM a aussi développé un grand nombre d'expérimentations sur des petits bassins dits représentatifs dont la connaissance était supposée servir de référence pour des zones hydrologiquement analogues, c'est-à-dire, caractérisées par le même type d'association climat-physiographie-couverture de surface. Il est clair que par delà la simple description du bassin et des événements hydrologiques qui s'y déroulent, seule une représentation synthétique des mécanismes de l'écoulement peut permettre d'étendre à des bassins non observés les connaissances acquises sur un bassin expérimental. Cette représentation synthétique, c'est ce qu'on appelle un modèle, terme qui a une connotation positive, mais schéma ou caricature conviendraient tout aussi bien.

Confronté à la réalité des modèles, à leur mauvaise volonté évidente à remplir avec un minimum de réussite les fonctions pourtant bien naturelles qu'on leur assigne, un petit groupe de chercheurs de l'ORSTOM a pensé qu'avant de développer ou d'utiliser des modèles, il serait bon de réfléchir à ce qu'on attend d'eux.

Le doute sur l'utilité de nos modèles n'est pas une attitude très originale : beaucoup la partagent au sein de la communauté hydrologique française et internationale. Même lorsque ce doute n'est pas clairement exprimé (et il l'est de plus en plus) il est parfaitement reflété par les études entreprises pour comparer des modèles qu'à priori tout sépare : leur conception, les techniques utilisées, les processus pris en compte. Or ces modèles n'ont guère plus en commun qu'un autocar, une voiture et un camion : tous sont conçus pour transporter des objets ou des personnes sur des routes. Aucun journal automobile ne se hasarderait pourtant à comparer les performances d'une BMW avec celles d'un camion Volvo sous prétexte qu'ils sont tous deux équipés de pneumatiques.

Nous apprécions mal, ou nous refusons d'apprécier l'utilité réelle de nos modèles parce que ce sont des modèles de circonstance : ils sont développés pour résoudre le problème du moment, non pour répondre à des objectifs de connaissance. Cela ne signifie pas qu'ils soient inutiles, mais qu'ils sont mal employés parce que nous ne prenons pas assez en compte des limites que les auteurs de ces modèles ont parfois été les premiers à souligner. Il en résulte que l'hydrologie est devenue une collection de techniques qui a bien du mal à exister en tant que discipline scientifique.

La raison de l'existence d'U.L.M. est double : 1) l'ORSTOM a une mission technique d'aide au développement, il doit donc mettre au service de cet objectif des méthodologies et des outils dont les conditions d'emploi et la capacité de traitement soient parfaitement identifiées et documentées ; 2) l'ORSTOM est un institut de recherche qui doit contribuer à l'amélioration des connaissances dans chacune des disciplines qui le composent.

Pour atteindre notre premier objectif, nous avons commencé un inventaire d'un certain nombre de techniques de base (certaines transcrites sous forme de "modèles") dont nous documentons les principes, l'utilité, et l'utilisation dans des notices appropriées.

L'amélioration des connaissances passe, elle, par le développement d'une recherche avec un objectif précis, et non sur la base d'une quête au hasard ("telle nouvelle technique de mesure ou de traitement mathématique doit être essayée, il en sortira toujours quelque chose"). C'est à l'aune de l'objectif visé qu'on devrait mesurer la pertinence des idées qui ont présidé au lancement d'une recherche, et c'est ensuite seulement qu'on pourra en dériver des outils aptes à résoudre un certain nombre de problèmes techniques bien délimités.

C'est dans cet esprit que nous avons été amenés à nous intéresser à la manière d'explicitier les relations existant entre le relief et les mécanismes des écoulements sur un bassin versant. Aussi étrange que cela puisse paraître, aucun de nos modèles ne prend en effet en compte le relief comme facteur dominant de la formation des écoulements. Cependant, de nombreux hydrologues ont pris conscience de cette lacune et réfléchissent sur les possibilités de la combler.

Nous espérons, à travers ces deuxièmes journées U.L.M. faire le point sur les travaux déjà entrepris sur ce sujet au sein de la communauté francophone et contribuer à éclairer des lignes de recherche prioritaires pour les années à venir.

DIGITAL TERRAIN MODELS IN GEOMORPHOLOGY

Ian S. EVANS - University of DURHAM - Adresse postale 2 -
South Road - DURHAM CITY - ENGLAND DH13LE

Gridded digital terrain models (MNT) contain sufficient information for any geomorphological measure of surface form to be calculated - so long as their horizontal and vertical resolution is adequate to the purpose and the terrain. They may be enhanced by the addition of form lines (slope breaks, ridges and drainage channels), but on the other hand these lines themselves may be estimated from the gridded data. Two distinct types of computing are involved in the extraction of geomorphological information ; these are conceptually based on points or on lines. Point-based measures are local derivatives of the surface : slope (gradient and aspect) and curvature (convexity/concavity in profile and in plan). They are calculated from small neighbourhoods of the grid (e.g. 3 x 3) and the gridded nature of the data is an advantage : derivatives are very scale - sensitive, so it is essential to keep scale (grid mesh) constant in order that values may be compared. Areas such as drainage basins or landform types can be characterised by the frequency distributions of these derivatives and by their interrelationships.

Linear characteristics - the form lines listed above - are ignored by fractal or spectral models. They are more difficult to calculate than are derivatives ; lines must be threaded through the grid, which necessitates holding the whole grid in memory rather than just a few lines at a time. As yet measures such as drainage or ridge density are less objective - they depend more on arbitrary decisions - than are derivative - based statistics. Algorithms are improving and we should converge in the next decade on agreed procedures which will aid surface interpolation and portrayal as well as providing less subjective linear-based statistics. Hydrological modelling and dynamic geomorphology require the appropriate combination of derivatives and linear measures.

REFERENCES

EVANS, I. S., 1980

An integrated system of terrain analysis and slope mapping. Zeits. f. Geomorph. N. F. Supplementband 36, 274 - 295.

EVANS, I. S., 1987a

The morphometry of specific landforms. In International Geomorphology 1986 Part II, Gardiner, V. (ed) 105 - 124, Chichester : J. Wiley.

EVANS, I. S., 1981

General Geomorphometry. In Goudie, A. S. et al. (eds) Geomorphological Techniques 2nd edn. Allen & Unwin, p 31 - 7.

PRODUCTION ET UTILISATION DES M.N.T. A L'IGN

J.Y. BREARD - Institut Géographique National -
2 avenue Pasteur - 94160 SAINT-MANDE -

ORIGINE DES DONNEES.

L'IGN a numérisé de 1976 à 1983 des courbes de niveau et des points cotés sur la totalité de la France métropolitaine. Les courbes sont issues de la carte au 1/25000, par scannage ou suivi manuel, dans les régions de plaine. Les régions de montagne ont été traitées par restitution photogrammétrique de couples de photographies au 1/60000. Outre la géométrie et l'altitude, des attributs "TYPE DE COURBE" (sommet, cuvette, limite d'eau...) et "TYPE DE POINT" (sommet, col, cuvette, talweg...) ont été numérisés.

Depuis 1985, ces informations, qui représentent 1 Go, sont gérées par un SGBD spécifique développé à l'IGN. Elles constituent ce que nous appelons la BDZ. Le système permet de sélectionner des données sur des critères géographiques (appartenance à une zone) et sémantiques (nature des données, valeurs de différents attributs).

Notons que le SGBD permet de gérer plusieurs couches de données. Nous disposons ainsi de nombreuses restitutions de couples au 1/30000 en montagne, restitutions SPOT, restitutions à grande échelle dans plusieurs bases de données "parallèles" à la BDZ. Ces données peuvent être utilisées pour les mêmes traitements que celles de la BDZ, en particulier pour des MNT.

CALCUL DES MNT.

Les données sélectionnées peuvent être envoyées dans un calcul de MNT qui se déroule en cinq phases au plus.

- 1) Intersection avec les courbes et interpolation aux noeuds dans deux directions (ligne et colonne). Entre deux points d'altitudes différentes, l'interpolation est linéaire. Si les points ont même altitude, on pratique une interpolation par un polynôme cubique en forçant le passage par les deux points de courbe et les tangentes en ces points (interpolation de Hermite).
- 2) Calcul de l'influence des points cotés sur les points de grille voisins. A l'issue de cette phase on dispose de deux ou trois estimations pour chaque noeud. Ces estimations sont pondérées par l'inverse de la distance au point de donnée le plus proche.
- 3) Choix de l'estimation de plus fort poids. A ce stade on dispose d'un MNT, les deux étapes suivantes sont facultatives.
- 4) Lissage par la méthode de la grille élastique (surface spline).
- 5) Aplanissement des surfaces d'eau grâce aux limites d'eau numérisées, en principe, pour toute surface dont la plus grande dimension dépasse 300 mètres. Cette partie permet de corriger les oscillations parasites du lissage et le creusement provoqué par l'interpolation de Hermite.

PRODUITS DERIVES

A partir d'un MNT, un ensemble de programmes permettent d'obtenir les données maillées suivantes :

- pente (gradient et orientation),
- ensoleillement (puissance et énergie),
- intervisibilité (jusqu'à 128 points de vue),
- estompage,
- perspectives d'images.

On peut également recréer des courbes de niveau et calculer des vues perspectives en "fil de fer".

RESULTATS

Précision globale : l'écart type est estimé à 1/2 équidistance. Soit 2,5 mètres en plaine et 10 ou 20 mètres en montagne.

Précision relative : la cohérence locale n'est pas estimée. L'examen des estompages permet de penser qu'elle est généralement bonne.

Les défauts recensés sont :

- Les tranchées sur les fonds ou sommets dues à l'ouverture d'une courbe extrême. Les courbes sommet et cuvette devraient être corrigées à la fin 89.
- Le surcreusement des talwegs entre deux courbes par le processus de lissage.

PERSPECTIVES

Une estimation exhaustive de la qualité des MNT.

Le couplage de la BDZ avec le thème hydrographie de la BD Carto pour améliorer le rendu des talwegs occupés par des cours d'eau permanents.

Une numérisation étendue aux DOM-TOM. Actuellement seule La Réunion est numérisée.

AUTRES FILIERES

La corrélation numérique d'un couple d'images SPOT est opérationnelle depuis le début 1989.

La corrélation de photographies aériennes numérisées est en fin de développement.

BIBLIOGRAPHIE

DE MASSON D'AUTUME G., 1978

Construction du modèle numérique d'une surface par approximations successives. Applications aux modèles numériques de terrain. Bulletin n° 71/72 de la Société Française de Photogrammétrie.

HOUSSAY Ph., 1979

Exploitation des modèles numériques de terrain : cartographie de la pente et de l'ensoleillement. Bulletin d'information de l'IGN, n° 39, p. 15 - 20.

BERNARD A., 1982

Digitalization of relief data and exploitation of digital terrain model at IGN F. Actes d'Auto Carto 5.

JULIEN P., 1985

Constitution de modèles numériques de terrain à moyenne échelle à l'IGN. Applications cartographiques.

Congrès International de l'Association Française de Topographie. Revue XYZ n° 24, p. 26 - 33.

REALISATION D'UN M. N. T. A PARTIR DE COURBES DE NIVEAU DIGITALISEES RECONSTITUTION DU RESEAU DE DRAINAGE

ERIC LOURTIE - Département de Génie Rural -
Université Catholique de Louvain - B.P. 1348 - LOUVAIN-LA-NEUVE - Belgique -

Le modèle hydrologique que nous avons développé se base sur une représentation maillée du bassin versant. Chaque maille est caractérisée par une couverture, une pente et un gisement, ces deux dernières caractéristiques étant calculées à partir d'un modèle numérique de terrain.

Il est important que le M.N.T. que nous utilisons soit hydrologiquement consistant, notamment, qu'il assure une continuité de l'écoulement pour tout point du bassin jusqu'à l'exutoire et qu'il reprenne le plus précisément possible les trajets de ruissellement.

C'est la raison pour laquelle nous avons opté pour un procédé de calcul du M.N.T. se basant sur la recherche des lignes de plus grandes pentes sur lesquelles s'effectue le calcul de l'altitude. Le principe est analogue à la recherche des lignes de courant (ruissellement), perpendiculairement aux équipotentielles (courbes de niveau).

Autour de chaque point du M.N.T. que nous désirons réaliser, nous traçons des cercles de rayon de plus en plus grands. Dès qu'un cercle intersecte une courbe de niveau, nous définissons la ligne de plus grande pente entre le point du M.N.T. et cette courbe de niveau comme étant le rayon liant le point d'intersection au centre du cercle. Utilisant ce même principe, nous rechercherons ensuite une seconde courbe de niveau d'altitude différente où nous préciserons s'il s'agit d'un sommet ou d'un talweg.

Dans l'état actuel du logiciel, la détection des différents cas s'effectue sans problème et nous avons déjà réalisé plusieurs M.N.T. selon ce procédé. Il subsistait néanmoins certaines difficultés au niveau du calcul de la hauteur d'un point appartenant au talweg. Pour remédier à cela, nous avons essayé différentes solutions satisfaisantes :

- digitalisation du talweg et sur imposition de celui-ci sur le M.N.T.
- une méthode développée par Pierre SOILLE qui consiste à localiser automatiquement les points posant un problème et à les "boucher".

REFERENCES

CLARK A.L., GREEN A., LOON J.C., 1982

The application of contour data for generating high fidelity grid elevation models.
Proc. Auto-carto 5 (5 int. Symp. Computer Assisted Carto) pp. 213 - 222.

LEGATES D.R., WILLMOTT C.J., 1986

Interpolation of point values from isoline maps. The American Cartographer, vol 13, n° 4,
pp. 308 - 323.

MODELES NUMERIQUES DE TERRAIN ET MORPHOLOGIE MATHÉMATIQUE : DELIMITATION AUTOMATIQUE DE BASSINS VERSANTS.

PIERRE SOILLE - Département de Génie rural -
Université Catholique de Louvain - B.P. 1348 - LOUVAIN-LA-NEUVE - Belgique -

La délimitation des bassins versants est un préalable indispensable à toute étude hydrologique ainsi qu'à la plupart des actions entreprises dans le cadre de l'aménagement du territoire. Alors que les Modèles Numériques de Terrain (M.N.T.) sont aujourd'hui largement diffusés, cette délimitation est cependant restée difficilement automatisable. Plusieurs chercheurs se sont attaqués à ce problème et ils ont mis au point des méthodes plus ou moins efficaces.

Nous présentons une toute nouvelle approche du problème basée sur l'application d'une théorie récente d'analyse des structures spatiales : la Morphologie Mathématique. Cette théorie propose une série de transformations fondamentales, au chercheur de les combiner judicieusement afin d'extraire les propriétés de l'objet qu'il étudie.

L'automatisation de la délimitation des bassins versants d'un M.N.T. est obtenue en appliquant des séquences d'amincissements homotopiques (squelettisation) et d'ébarbulages opérées jusqu'à idempotence, l'ensemble de la procédure étant répétée jusqu'à ce que le résultat soit stable. Suite à ce traitement, chaque bassin versant est mis à l'altitude de son exutoire ou point vers lequel toutes les eaux convergent, mais les lignes de partage des eaux sont conservées. La présence de nombreux minima locaux ou régionaux internes au M.N.T. provoque l'apparition d'une multitude de bassins versants parasites (sursegmentation) puisque chaque minimum régional draine une portion de la surface topographique. Ces minima sont généralement dus à des erreurs inhérentes à l'étape d'acquisition des M.N.T. et ils ne rendent pas compte des caractéristiques réelles de la topographie. Nous avons dès lors adopté l'hypothèse de travail selon laquelle tous les minima régionaux du modèle sont artificiels et une technique originale, également basée sur la morphologie mathématique, a été mise au point pour les supprimer. Cette technique présente l'avantage d'être entièrement sélective (seules les valeurs d'altitude des minima régionaux sont modifiées) et radicale (tous les minima sont traités). L'application de la procédure de segmentation mentionnée plus haut au M.N.T. corrigée de ses minima régionaux a permis d'obtenir la bonne segmentation du modèle en ses différents bassins versants. L'exutoire de chaque bassin est alors situé au bord du M.N.T. puisque nous avons supprimé tous les minima au modèle. Le bassin versant relatif à un exutoire quelconque localisé à l'intérieur du modèle numérique est obtenu en créant un minimum régional à la place de cet exutoire et en appliquant toujours la même procédure de segmentation.

Outre son intérêt direct dans les domaines de l'hydrologie agricole et de la géomorphologie quantitative, l'efficacité de cette nouvelle méthodologie de délimitation automatique des bassins versants devrait permettre aux utilisateurs d'inclure plus facilement les M. N. T. dans leurs modèles d'aménagement du territoire.

Suite à ce travail, une publication scientifique intitulée "Automated basin delineation from digital elevation models using mathematical morphology" a été soumise à *Signal Processing*. D'autre part, cette recherche a permis d'aborder une théorie très intéressante. La richesse de celle-ci et la liberté qu'elle laisse à l'opérateur dans le choix des transformations qu'il veut effectuer laissent présager bon nombre d'autres applications originales, notamment dans les domaines de la télédétection et de la cartographie automatique. Une application concernant la carte pédologique de Belgique a déjà été développée et fait l'objet d'une autre publication.

REFERENCES

BAND L. E., 1986

Topographic partition of watersheds with digital elevation models. *Water Resources Research*, Vol. 22, N° 1, January 1986, pp. 15 - 24.

BEUCHER S., 1982

Watersheds of fonctions and picture segmentation. *ICASSP 82, Proc. IEEE int. conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing*, Paris, 3-5 May 1982, pp. 1928 - 1931.

CARRARA A., 1988

Drainage and divide networks derived from high fidelity digital terrain models. C. F. Chung et al. (eds), *Quantitative Analysis of Mineral and Energy Resources*, pp. 581 - 597.

COLLINS S., 1975

Terrain parameters directly from a digital terrain model. *The Canadian Surveyor*, Vol. 29, N° 5, December 1975, pp.507 - 518.

DOUGLAS D., 1986

Experiments to locate ridges and channels to create a new type of digital elevation model. *Cartographica*, Vol. 23, N° 4, pp. 29 - 61.

JOHNSTON E., ROSENFELD A., 1975

Digital detection of pits, peaks, ridges and ravines. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. SMC5, July 1975, pp. 472 - 480.

MARKS D., DOZIER J., FREW J., 1984

Automated delineation from digital elevation data. *Geo-Processing*, 2, pp. 299 - 311.

PALACIOS - VELEZ O.L. and ,CUEVAS - RENAUD B., 1986

Automated river - course, ridge and basin delineation from digital elevation data. *Journal of hydrology*, Elsevier Science Pub., 86 (1986), pp. 299 - 314.

SERRA J., 1986

Introduction to mathematical morphology. *Computer Vision, Graphics and Image Processing*, 35, pp. 283 - 305.

STERNBERG S.R., 1986

Grayscale morphology. *Computer Vision, Graphics and Image Processing*, 35, pp. 333 - 355.

**EXPLOITATION D'UN MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN POUR LA DELIMITATION
DES ZONES SUPERFICIELLES DE DETENTION D'EAU
SUR UNE SURFACE D'UN METRE CARRE.**

**Patricia BRUNEAU et Chantal GASCUEL - ODOUX
Laboratoire de Sciences du Sol. INRA
65 route de Saint - Brieuc - 35042 RENNES Cédex**

Le microrelief du sol est analysé dans le but de déterminer les zones de rétention superficielle d'eau. Ces zones déterminent les valeurs locales de charge hydraulique influençant l'infiltration.

Cette communication expose une technique de délimitation des zones de rétention superficielle d'eau par l'utilisation d'un modèle numérique de terrain. Des paramètres géomorphologiques locaux et simples basés sur les comparaisons des cotes pour chaque point de mesure avec son voisinage sont établis. Ces paramètres sont ensuite cartographiés. Ceci permet d'identifier avec précision la morphologie des zones de rétention superficielle.

Quelques MNT établis à partir de stéréophotos avec un pas de 1 cm ont ensuite été testés. Un exemple illustre les résultats obtenus.

Cette méthode pourrait être aussi utilisée à d'autre échelle pour identifier les chemins d'écoulement lors de l'exploitation de MNT.

REFERENCES

MEROT P., 1978

Le bocage en Bretagne granitique, une approche de la circulation des eaux, thèse 3ème cycle, INRA - ENSA, Université Rennes, 196 p.

**ANALYSE DES RELATIONS SOL - PAYSAGE
EN VUE D'UN ZONAGE PEDOLOGIQUE SEMI - AUTOMATISE**

**Philippe LAGACHERIE - Laboratoire de Sciences du sol -
- INRA - Place Viala - 34060 MONTPELLIER CEDEX -**

Nous étudions les contributions respectives des MNT de l'IGN et des cartes géologiques à un zonage pédologique semi-automatisé intéressant une petite région naturelle préalablement caractérisée par un secteur de référence.

A l'intérieur du périmètre du secteur de référence, sont organisées au sein d'un système d'information géographique (logiciel ARC/INFO) les informations relatives à la carte des sols, aux descripteurs topographiques dérivés du MNT (logiciel LAMONT, C. DEPRAETERE, ORSTOM) et à la carte géologique au 1/50.000.

Un programme de segmentation (STATITCF) permet de construire un arbre de décision hotomique combinant les divers descripteurs du milieu dans le but d'estimer l'occurrence d'un groupe d'unités de la carte des sols en tout point de l'espace.

Si les combinaisons obtenues ne peuvent isoler 5 des 6 groupes de sols cartographiés dans le secteur de référence, elles permettent cependant d'exclure a priori, en tout point de l'espace, au moins 3 groupes sur 6 avec une probabilité supérieure à 80 %.

REFERENCES

**ANALYSE HYDROMORPHOLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DE BOORO-BOROTOU
(COTE D'IVOIRE) A PARTIR D'UN MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN**

**Christian DEPRAETERE - Laboratoire d'Hydrologie - ORSTOM -
2051 avenue du Val de Montferrand, B.P. 5045 34032 - MONTPELLIER CEDEX 01**

Le bassin de Booro-Borotou localisé dans le Nord-Ouest de la côte d'Ivoire couvre une superficie de 135 hectares. Un Modèle Numérique de Terrain (M.N.T.) au pas de 8 mètres a été réalisé à partir d'une carte topographique au 1/10.000^{ème} avec un intervalle de courbes de niveau de 1 mètre.

Un ensemble de fichiers hydromorphologiques dérivés ont été calculés à partir de ce M.N.T. afin de mieux comprendre les relations entre les processus et les formes de terrain. Dans cette étude, on distingue cinq types de fichiers dérivés :

- Les fichiers géomorphométriques :

- . altitudes
- . pentes
- . orientations
- . convexités verticales : il s'agit de la courbure locale de la ligne de plus grande pente, c'est-à-dire la composante verticale de la dérivée seconde de la surface relative à un voisinage de 3 x 3 mailles.
- . convexités horizontales : elles rendent compte de la courbure locale des courbes de niveau. Elles représentent la composante horizontale de la dérivée seconde de la surface.

- Les fichiers géomorphologiques :

le fichier des sites propose une typologie simple des formes sur une fenêtre 3 x 3 mailles :
dépression, talweg, fond de vallée, versant, crête, sommets, cols.

- Les fichiers hydrométriques :

Ces fichiers mesurent les caractéristiques des chemins de l'eau (ligne de drainage) tels qu'ils peuvent être définis à partir du modèle de drainage de la surface :

Distance à l'exutoire :

- . Longueur des drains : il s'agit du drain le plus long passant par le point considéré.
- . surface drainée : la surface drainée en chaque point est connue.

- Les fichiers hydrologiques :

- . modèle de drainage : chaque point est drainé vers un de ses huit voisins sauf dans le cas des dépressions.
- . bassin versant : chaque point est mis en relation avec un exutoire ou une dépression (exutoire de bord d'image ou autres critères définis par l'utilisateur).

- Les fichiers d'indices :

Un certain nombre d'indices peuvent être calculés à partir de M.N.T. :

- . Indice de Beven : cet indice I_b fait le rapport entre la surface drainée (A) et la pente locale (B) soit $I_b = \text{Log}(A/\tan(B))$. Il permet de localiser les zones de saturation potentielle des sols en fonction de critères hydromorphologiques.
- . Indice de Kirby : cet indice I_k mesure la variation de surface drainée (dA) pour un déplacement élémentaire le long de la ligne de plus grande pente (dX) soit $I_k = dA/dX$. Appliqué à un M.N.T., cet indice permet de localiser et hiérarchiser les confluences telles qu'elles sont définies en fonction du modèle de drainage.
- . Indice d'allongement : l'indice I_a s'obtient en faisant le rapport entre la surface drainée (A) et la longueur du drain le plus long (L) soit $I_a = A/L$. Il s'agit d'un indice de forme de la zone drainée.

Les possibilités de seuillage et de couplage de ces fichiers sont utilisés en tant qu'outil de définition des formes en fonction de critères morphologiques ou hydrologiques. Sur le bassin de Booro-Borotou, cette approche a permis d'établir un étagement simple des formes par rapport au talweg principal. Cet étagement est marqué par une rupture de pente situé à mi-versant. Les talwegs secondaires ont des propriétés hydromorphologiques très semblables et semblent liés à la présence de plateaux latéritiques en sommet de versant.

Le gain d'objectivité apporté par la méthode dans la prise en compte du relief permet aux hydrologues une approche plus physique du fonctionnement des bassins versants en particulier dans le cadre de modèle distribué (Modèle couplé, Topmodel).

REFERENCES

BEVEN KJ., KIRKBY M.J., 1979 - A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. *Hydrological Sciences* 24, 1, 3/1979, pp.43-69.

DEPRAETERE C., 1989 - Approche quantitative des propriétés morphologiques d'un bassin versant à partir d'un M.N.T.: exemple du bassin de Booro-Borotou (Côte d'Ivoire). ORSTOM Laboratoire d'Hydrologie, Montpellier.

EVANS LS., 1981 - General Geomorphometry, in geomorphological techniques. edited by the British Geomorphological Research Group, pp. 31-37. Allen & Unwin, London.

KIRKBY M.J., 1987 - Modeling some influences of soil erosion, landslide and valley gradient on drainage density and hollow development. *Catena suppl.* 10, pp. 1-14.

OU EN EST-ON AUJOURD'HUI SUR LES FONCTIONS DE PRODUCTION

D. SEMPERE, J.Y. RODRIGUEZ et Ch. OBLED

- Institut de Mécanique. Groupe Hydrologie -
- BP 53 X - 38041 GRENOBLE CEDEX -

RESUME :

La méthode DPFT est une approche globale utilisée opérationnellement sur de nombreux bassins versants français. Basée sur un algorithme itératif alterné multi-événement, elle est capable d'identifier une fonction de transfert moyenne et stable, et d'estimer une série consistante et robuste de pluies efficaces associée à chaque épisode. L'obtention de ces dernières permet d'aborder le problème de la calibration des Fonctions de Production pluie brute - pluie efficace d'une manière plus objective et plus facile à mettre en oeuvre ; en ne résolvant plus qu'un problème, certes fortement non linéaire, de type entrée - sortie.

Les paramètres de trois modèles de production globaux (l'un basé sur les lois de vidange d'un réservoir (Laurent, 1975), l'autre de type S.C.S. (Guillot et Duband, 1980) et le dernier plus déterministe (Morel-Seytoux, 1986) ont été ajustés sur les données du bassin versant du Gardon d'Anduze (554 km²). On compare les résultats obtenus, en mettant en relief l'incapacité de ces modèles à reproduire les pluies efficaces obtenues par la méthode DPFT, même à l'aide du modèle déterministe basé sur les lois d'infiltration. L'amélioration de ces modèles de production doit donc passer par la prise en compte d'autres facteurs jusqu'ici ignorés. L'introduction d'indices globaux traduisant la variabilité spatiale des pluies, l'orographie, ou les zones saturées, devrait permettre de définir les voies à suivre pour améliorer les modèles de production en vue d'une utilisation opérationnelle.

REFERENCES

UN MODELE A AIRES CONTRIBUTIVES VARIABLES : TOP MODEL

K. BEVEN - Institut des Sciences de l'Environnement - Université de Lancaster -
Bailrig - Lancaster LA1 4Q - Royaume Uni -

TOP MODEL est un modèle de bassin versant qui essaye de prendre en compte la distribution du réseau de drainage et des aires contributives tout en gardant la structure d'un modèle global afin de limiter le nombre de paramètres à caler.

L'écoulement rapide est obtenu à partir d'une relation stockage aire contributive, analytiquement déduite de la structure topographique d'un bassin telle qu'on peut la décrire à l'aide d'un modèle numérique de terrain.

L'écoulement produit par l'eau stockée dans le sol est représenté à l'aide d'une loi d'infiltration constante d'une part et d'une loi de stockage de type exponentielle d'autre part.

Pour le transfert dans le réseau de drainage, une relation non linéaire, déduite de la distribution de fréquence des connexions dans le réseau, est utilisée. Cette approche permet de modéliser séparément des sous-bassins dont le fonctionnement serait particulier comme par exemple, les zones amonts ou les versants.

Les paramètres déterminants du modèle sont au nombre de trois et ont une signification physique, dans la mesure où ils peuvent être déterminés grâce à des mesures. On peut ainsi obtenir une assez bonne reconstitution de la réponse du bassin sans optimisation numérique.

Le modèle a également été utilisé pour étudier par simulation, le développement des aires contributives et l'importance relative de la variabilité spatiale des précipitations et des facteurs de ruissellement, permettant ainsi de fournir des ordres de grandeur des échelles auxquelles la prise en compte de ces variabilités est pertinente.

REFERENCES

BEVEN K. J., 1979

On the generalised kinematic routing method. *Water Resources Research*, 15 (5) : 1238 - 1242.

BEVEN K. J., KIRKBY M. J., 1979

A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. *Bulletin des sciences hydrologiques*, 24, 1, 3/1979.

BEVEN K. J. and WOOD E. F., 1983

Catchment geomorphology and the dynamics of runoff contributing areas. *J. Hydrology* vol. 65, 139 - 150.

BEVEN K. J., KIRKBY M. J., SCHOFFIELD and TAGG A., 1984

Testing a physically based flood forecasting model TOPMODEL for three U.K. catchments. *J. Hydrology* 69 : 119 - 143.

SIVAPLAN M., BEVEN K. J. and WOOD E. F., 1987

On hydrologic similarity 2. A scaled model of storm runoff production. *Water Resources Research* 23, 2266 - 2278.

**APPLICATION DE L'INDICE DE SATURATIONS POTENTIELLE LOG A/TAN B
A L'ETUDE DE ZONES CONTRIBUTIVES ET DE L'HYDROMORPHE.**

**P. MEROT - Laboratoire de Sciences du Sol - INRA -
65 Route de Saint-Brieuc - 35042 RENNEX CEDEX -**

L'observation sur le terrain montre sur le massif ancien de la Bretagne, la présence de zones contributives, marquées sur la végétation, et souvent soulignées par la présence d'un talus de ceinture de bas-fond. Le micro-relief semble jouer un rôle non négligeable dans l'expression des zones contributives.

Un modèle à maille irrégulière où les points sont à la croisée de courbes de niveau et de lignes de plus grande pente choisies, calcule l'indice $\log a/\tan B$ (indice de Beven). Ce modèle rudimentaire est un outil pour étudier la pertinence de ce paramètre vis à vis de la réalité-terrain.

Différents cas sont présentés. On constate que l'anthropisation du milieu modifie de façon importante son fonctionnement. Ainsi la présence d'un réseau de haie-talus-fossé de bocage segmente la zone contributive mais surtout en limite l'extension. La comparaison d'une carte de $\log a/\tan B$ et de la carte de sols hydromorphes montre une similitude entre les deux approches.

REFERENCES

BEVEN K., 1978

The hydrological response of head water and sideslope areas, *Hydrol. Sci. Bull.* 23 (4), 419-438.

BEVEN K., 1988 (a)

Spatially distributed modelling : conceptual approach to runoff prediction. NATO ASI, Sintra, Portugal, à paraître.

BEVEN K., KIRKBY M.J., 1979

A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. *Hydrol. Sci. Bull.* 24 (1-3) : 43-69.

CAPTUS P., 1960

Etude des lois de l'écoulement. Application au calcul et à la prévision des débits. Bassin expérimental d'Alrance. *La Houille Blanche*, (juillet - Août 1960, n° A : 493-520.

HEWLETT J.D., TROENDLE C.A., 1975

Non point and diffused water sources : a variable source area problem, in irrigation and drainage division symposium, ASCE, Logan, August 11-13, 1975, Watershed management 46 pp.

KERIVIN M., 1987

Programme et notice du calcul de l'indice de saturation potentielle $\log (s/\tan B)$. Lab. science du sol, INRA ENSA Rennes, 15 pp.

MEROT P., 1978

Le bocage en Bretagne granitique, une approche de la circulation des eaux, thèse 3ème cycle, INRA - ENSA, Université Rennes, 196 p.

WARD R.C., 1984

Hypothesis by modelling catchment response, *J. Hydrol.*, 67 : 281-305.

UTILISATION D'UN MODELE MAILLE POUR LA PREDETERMINATION DES CRUES.

ALAIN RANDRIAMAHERISOA - Département Génie Rural -
Université Catholique de Louvain - B.P. 1348 LOUVAIN-LA-NEUVE - Belgique.

On présente un modèle hydrologique maillé, étudié au Laboratoire du Département du Génie Rural et qui sera utilisé pour la prédétermination des crues à Madagascar qui est le sujet de ma recherche à peine entamée.

On montre l'utilité du maillage et de l'utilisation du modèle numérique de terrain, des diverses cartes et éventuellement de la photosatellite pour la détermination et la prise en compte des caractéristiques physiques d'un bassin intervenant dans l'étude hydrologique de ce bassin, que ce soit pour une simulation ou une estimation des débits ou bien pour une prédétermination ou prévisions des débits.

La présentation sera illustrée par un panneau et des figures représentant l'application de ce modèle sur le bassin versant de la Thyle en Belgique.

REFERENCES

RANDRIAMAHERISOA A. - LGR S.A., 1984

Elaboration d'un modèle hydrologique conceptuel maillé pour la prévision des débits en temps réel.
Rapport final.

RANDRIAMAHERISOA A., 1988

Etude hydrologique et hydraulique de la Lokolo (Madagascar). Travail de fin d'études, U.C.L.

NATURE FRACTALE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Roger MOUSSA - Laboratoire d'Hydrologie Mathématique
U.S.T.L. - Place E. Bataillon - 34032 MONTPELLIER CEDEX

L'objectif est de quantifier l'organisation arborescente du réseau hydrographique et de mettre en évidence l'autosimilarité de la sous-structure interne du bassin versant.

L'approche fractale des courbes tient compte de la modification de la mesure d'une grandeur avec l'échelle d'observation choisie, ce que ne permettent pas les descripteurs traditionnels en Hydrologie.

A partir des données du M.N.T., un algorithme de calcul - basé sur la descente maximale - permet d'extraire le réseau de drainage, le réseau hydrographique et les sous-bassins versants.

Les relations Surface/Périmètre, Surface/Drain le plus long, Périmètre/Echelle de résolution, Drain le plus long/Echelle de résolution et Surface/Longueur cumulée du réseau hydrographique vérifient le caractère fractal des formes. Des coefficients, indépendants de l'échelle de mesure, sont proposés pour représenter la géométrie du bassin et le degré d'irrégularité du contour du bassin et du réseau.

Le M.N.T. des GARDONS d'Anduze est retenu pour les applications.

Le caractère fractal implique une meilleure compréhension de la structure du réseau et améliore l'élaboration de l'hydrogramme unitaire géomorphologique.

BIBLIOGRAPHIE

EAGLESON P.S., 1970

Dynamic Hydrology, Mc Graw Hill, New - York, 462 pp.

HJELMFELT A.T., 1982

Fractals and the river length catchment - area ratio. Water Resources Bulletin, vol. 24, n° 2, pp. 455 - 459.

LOVEJOY S., 1982

Area Perimeter Relation for Rain and Cloud Areas. Science, vol. 216, pp. 185 - 187.

MANDELBROT B.B., 1982

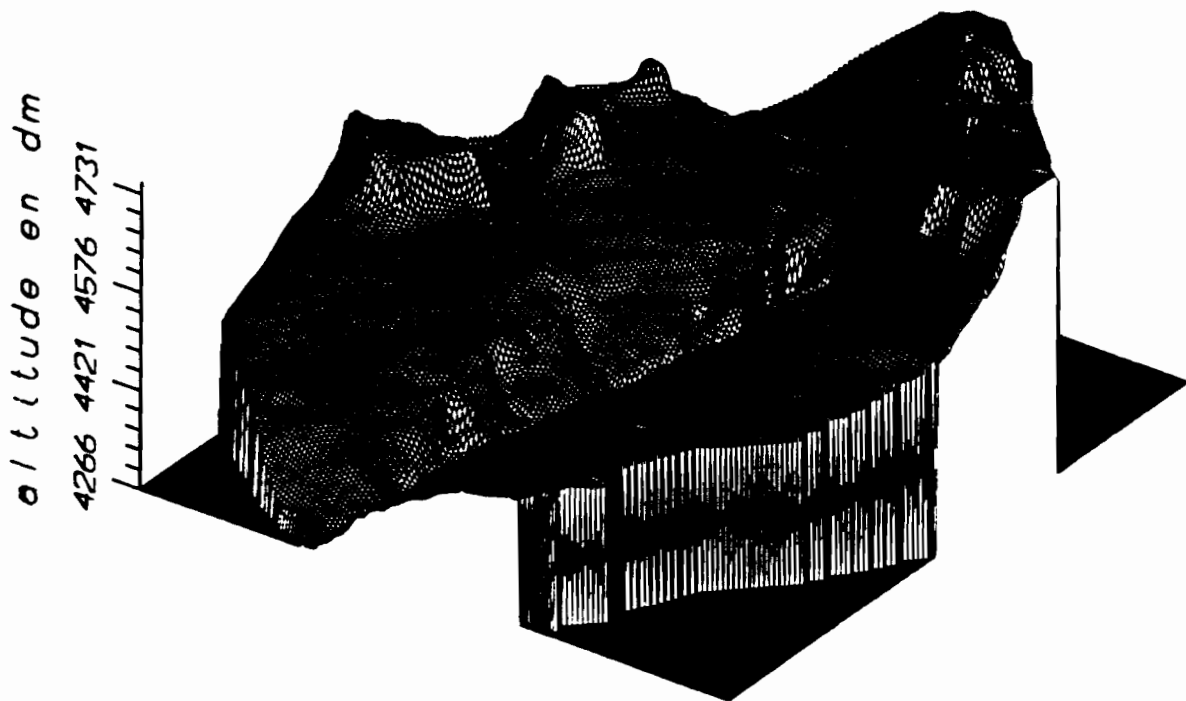
The Fractal Geometry of Nature. W.H. Freeman & Co, San Francisco, 468 pp.

TARBOTON D.G., BRAS R.L. et RODRIGUEZ - ITURBE I., 1988

The fractal nature of river networks. Water resources Research, vol. 24, n° 8, pp. 1317 - 1322.

**DEUXIEMES JOURNEES U . L . M .
(Utilité et Limites des Modèles en hydrologie)**

Prise en compte du relief dans les études hydrologiques de bassins versants



MONTPELLIER - 6,7 AVRIL 1989

Matinée du 6 avril 1989

Lieu : Amphithéâtre de l'ENGREF (site Agropolis).

Thème : *Analyse et Quantification du Relief : aspects théoriques et techniques.*

- 10 H 00 Présentation des journées : Thierry LEBEL - ORSTOM - Montpellier
- 10 H 15 Ian S. EVANS - Département de Géographie - Université de Durham -U.K
"Principes généraux de la Géomorphométrie".
- 10 H 50 Jean-Yves BREARD - Institut Géographique National - St Mandé.
"Production et Utilisations des M.N.T. à l'I.G.N".
- 11 H 15 J. FAIRFIELD - Institut National de Recherche en Informatique et Automatique. (INRIA) - Sophia Antipolis.
"Détermination des lignes d'écoulement à partir de M.N.T.".
- 11 H 45 Eric LOURTIE - Université Catholique de Louvain - Faculté des Sciences Agronomiques - Unité de génie rural. Louvain-la-Neuve. Belgique.
"Réalisation d'un M.N.T. à partir de courbes de niveau digitalisées; reconstitution du réseau de drainage."
- 12 H 15 Pierre SOILLE - Université Catholique de Louvain - Faculté des Sciences Agronomiques - Unité de Génie Rural. Louvain-la-Neuve. Belgique.
"M.N.T. et Morphologie Mathématique : délimitation automatique de bassins versants".

Après-midi du 6 avril 1989

Lieu : Amphithéâtre de l'ENGREF (site Agropolis).

Thème : *Analyse et Quantification du Relief (suite).*

- 14 H 00 Patricia BRUNEAU - Laboratoire des Sciences du Sol - I.N.R.A. - Rennes
"Détermination des zones de rétention superficielle à l'échelle du m²".
- 14 H 20 Philippe LAGACHERIE - Laboratoire des Sciences du Sol - I.N.R.A. - Montpellier
"Relation sols-paysages à partir de M.N.T".
- 14 H 40 Christian DEPRAETERE - Laboratoire d'Hydrologie - ORSTOM
"Exemple de base de données hydromorphologiques sur le bassin versant de Booro Borotou en Côte d'Ivoire".
- 15 H 15 PAUSE
- 15 H 45 Table Ronde.
- et
- Présentation de logiciels : (LAMONT - ORSTOM; TOP MODEL - Université de Lancaster, ...).*

Matinée du 7 avril 1989

Lieu : Amphithéâtre de l'ENGREF.

Thème : *Relief et Fonctionnement Hydrologique des Bassins Versants.*

9 H 00 Présentation de la journée.

9 H 10 Daniel SEMPERE-TORRES - Institut de Mécanique de Grenoble. - Grenoble.
"Modélisation de la fonction de production sur un bassin Cévenol à forte pente : limites des approches traditionnelles".

9 H 40 Olivier PLANCHON - Laboratoire d'Hydrologie - ORSTOM - Montpellier
"Relation entre formes de terrain et processus hydrologiques sur le bassin versant de Booro-Borotou (Côte d'Ivoire)".

10 H 25 Keith BEVEN - Université de Lancaster. Institut des Sciences de l'Environnement - U.K.
"Un modèle à aires contributives variables : TOP MODEL".

11 H 15 Pause

11 H 40 Philippe MEROT - Laboratoire des Sciences du Sol - I.N.R.A. - Rennes
"Application de l'Indice de saturation potentielle des sols $\log(a/\tan \beta)$ à l'étude de l'hydromorphie et des zones contributives".

12 H 00 Alain RANDRIAMAHERISOA - Université Catholique de Louvain - Faculté des Sciences Agronomiques - Unité de génie rural. Louvain-la-Neuve. Belgique.
"Utilisation d'un modèle maillé pour la prédétermination des crues à Madagascar."

12 H 25 Roger MOUSSA - Laboratoire Hydrologie et Modélisation - U.S.T.L - Montpellier.
"Nature fractale des réseaux hydrographiques".

Après-midi du 7 avril 1989

Lieu : Salle de Réunion (N° 161) - CENTRE ORSTOM.

Table-ronde sur les perspectives en matière de modélisation hydrologique.

Animateur : Professeur Claude BOCQUILLON - L.H.M. - Montpellier.

- * Tout modèle hydrologique repose sur une conceptualisation globale sur une unité considérée comme homogène :
 - . Comment peut-on déterminer l'échelle la mieux appropriée au traitement d'un problème donné ?
 - . Quels sont les processus pertinents à cette échelle ?
- * Le relief à la fois conséquence et cause du fonctionnement hydrologique :
 - . Peut-il être considéré comme un facteur descriptif et explicatif privilégié des processus hydrologiques ? A quelles échelles ?
 - . Sa prise en compte dans la modélisation hydrologique; vers des modèles morpho-hydrologiques ?

(1989). Prise en compte du relief dans les études hydrologiques de bassins versants

Montpellier : ORSTOM, 32 p. multigr

Journées U.L.M. : Utilité et Limites des Modèles en Hydrologie, 2, Montpellier (FRA), 1989/04/06-07