

# Réponses géomorphologiques du Haut-Roubion (Drôme) à la reconquête végétale contemporaine de son bassin versant

par Frédéric LIEBAULT, Hervé PIEGAY et Fabrice TAILLEFUMIER \*

## Introduction

Durant les dernières décennies, de nombreux travaux de recherche ont permis d'analyser les liens existant entre la rivière et son bassin versant. De ces travaux sont nés plusieurs concepts, notamment celui de système fluvial (SCHUMM, 1977). Le cours d'eau est considéré comme une entité ouverte au sein de laquelle transitent des flux d'eau et de matériaux produits par le bassin versant. Lorsque le cours d'eau est dessiné dans ses propres alluvions, sa géométrie est ajustée à ces flux. Si ceux-ci se modifient sous l'effet de changements climatiques ou anthropiques, la géométrie du chenal peut elle-même se transformer. La rivière est donc considérée comme un système ouvert, en équilibre dynamique avec les stimuli d'un bassin versant.

De nombreuses études conduites principalement dans les Alpes françaises ont montré une nette tendance à

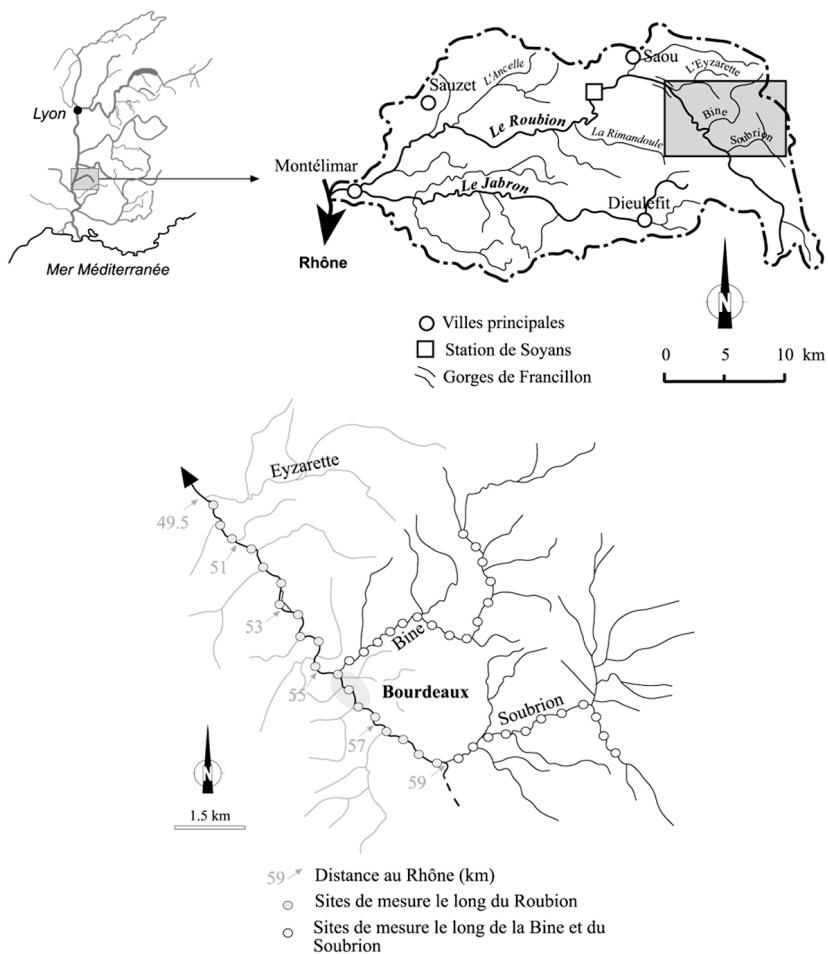


Fig. 1 : Le site d'étude

\* Laboratoire Rhodanien de Géomorphologie, Université Lumière Lyon 2, 5 avenue Pierre Mendès-France, 69676 Bron cedex et UMR 5600 - CNRS "Environnement-Ville-Société", 18 rue Chevreul, 69 362 Lyon cedex 07

la réduction des apports solides en provenance des bassins versants à l'échelle contemporaine (BRAVARD et PEIRY, 1993 ; PIÉGAY et al., 1997). Ce tarissement de la production sédimentaire est généralement mis en relation avec la progression de la couverture végétale liée à la déprise rurale et aux travaux de reboisement des montagnes, mais également avec l'adoucissement climatique post Petit-Age-Glaciaire. Des observations similaires ont été faites dans les moyennes montagnes subméditerranéennes, qu'il s'agisse des Pyrénées espagnoles (GARCIA-RUIZ et al., 1997) ou des montagnes de Toscane (BILLI et RINALDI, 1997).

Ce contexte général de tarissement des entrées sédimentaires entraîne un ajustement des lits fluviaux qu'il est difficile d'appréhender sur les tronçons aval dans la mesure où d'autres facteurs interviennent en accentuant ou au contraire, en atténuant la réponse du cours d'eau aux changements du bassin versant. Nombreux sont les cours d'eau qui ont fait l'objet d'endiguements, d'équipements hydroélectriques, d'exactions de graviers. L'ensemble de ces interventions entraînent la plupart du temps une perturbation considérable de l'équilibre géomorphologique des rivières, conduisant ainsi à l'incision souvent irréversible de leur profil en long (BRAVARD, 1994 ; LANDON et PIÉGAY, 1994). La seule manière de lier les changements affectant le bassin versant à ceux affectant le chenal, de manière synchrone ou décalée dans le temps, la réponse du chenal pouvant avoir une certaine résilience, est de se placer à l'amont d'un système fluvial, dans des secteurs plus proches des sources, plus sensibles aux changements du bassin versant et surtout soumis à de moindres pressions humaines.

L'objectif de cette étude a été de mettre en lumière les changements géomorphologiques enregistrés par le Roubion, affluent subméditerranéen du Rhône moyen, en réponse aux modifications récentes de l'occupation du sol de son bassin versant, ces modifications se caractérisant par une forte progression de la végétation. C'est pourquoi nous avons étudié ces changements dans la partie amont du bas-

sin, là où la rivière est relativement préservée des perturbations engendrées par les aménagements et extractions et proche de ses sources sédimentaires

## Le site d'étude

Le Roubion peut être défini comme une rivière de moyenne montagne marquée par l'influence du climat méditerranéen (Cf. Fig. 1). Il draine une partie des montagnes du Diois et possède un bassin versant de 600 km<sup>2</sup>, de faible densité humaine (inférieure à 10 hab km<sup>-2</sup>). Son altitude maximale est de 1606 m. L'hydrologie du Roubion se caractérise par de sévères étiages estivaux, des hautes eaux d'automne et de printemps et par l'occurrence de crues violentes et soudaines qui peuvent se produire notamment lors des orages estivaux. Les valeurs de débit moyen, de crue décennale et centennale, mesurées à la station de Soyans (1965-1997), atteignent respectivement 1,8 ; 88 et 214 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>.

Bien que son cours inférieur et moyen ait été fortement perturbé par les travaux d'endiguement et l'exploitation des graviers, le lit du Roubion à l'amont des Gorges de Francillon présente un état relativement préservé. La forte incision du lit observée à l'aval (LANDON, 1997) ne s'est pas propagée dans la partie amont du fait de la présence des Gorges de Francillon. Le lit se dessine ici dans le substratum calcaire. Celui-ci contrôle le profil en long amont, inscrit dans les alluvions et le rend indépendant des changements affectant le profil en long aval également inscrit dans les alluvions. Ce secteur amont peut donc être considéré comme un bon indicateur de la réponse fluviale aux changements qui se sont produits dans le bassin versant.

Afin d'étudier l'ajustement récent du cours d'eau, nous avons donc sélectionné un linéaire hydrographique de 23 km de long, comprenant le Roubion lui-même et deux de ses principaux affluents amont : la Bine (19,5 km<sup>2</sup>) et le Soubrian (26,5 km<sup>2</sup>) (Cf. Fig. 1). Le tronçon d'étude retenu sur le Haut-Roubion présente une longueur de 10 km. Il est inscrit dans une

plaine alluviale de 200 m de large en moyenne et se caractérise par une pente de 0,008 m m<sup>-1</sup>. Le lit est sinueux, localement à méandres et son cours est fortement contrôlé par les versants. Les affluents Bine et Soubrian sont de petits cours d'eau de montagne à pente forte (0,03 m m<sup>-1</sup>), inscrits dans leur partie aval dans une plaine alluviale de 100 m de large en moyenne.

## Approches méthodologiques

Le linéaire hydrographique d'étude a été segmenté en tronçons de 500 m sur lesquels nous avons effectué un certain nombre de mesures concernant la géométrie et la granulométrie du lit.

### Les changements géométriques

Plusieurs analyses ont été conduites afin d'identifier l'évolution récente de la géométrie du lit. L'évolution altitudinale du lit du Roubion a été étudiée par comparaison du profil en long de 1931 dressé par le Service du Nivellement Général de la France pour le compte des Grandes Forces Hydrauliques avec le profil actuel levé par nos soins en 1997. Sur chacun des tronçons de 500 m préalablement définis, nous avons mesuré l'altitude moyenne et la pente du lit aux deux dates disponibles. Ne disposant pas de vieux profils sur la Bine et le Soubrian, nous avons procédé différemment pour rendre compte d'éventuelles variations verticales. Un ensemble de profils en travers ainsi qu'un certain nombre de relevés dendrochronologiques sur les basses-terrasse nous ont permis de caractériser la dynamique récente de ces cours d'eau. Les relevés dendrochronologiques ont été réalisés sur les sujets les plus âgés du premier niveau de terrasse.

Les éventuels changements de la largeur du lit ont été étudiés à partir des photographies aériennes de 1956, 1972 et 1991. La largeur moyenne de bande active, définie comme l'emprise

des chenaux et des bancs de galets non végétalisés, a été mesurée sur chacun des tronçons aux trois dates d'observation. Cette technique, mise en oeuvre sur le Roubion, permet de mettre en évidence de façon significative des variations de l'ordre de plus ou moins 10 mètres et plus. Sur la Bine et le Soubiron, nous nous sommes contentés de mesurer sur chacune des trois missions photographiques la longueur de linéaire à bancs de galets visibles. Ces cours d'eau sont en effet trop étroit pour permettre une mesure précise de la largeur du lit à partir des photographies de l'IGN dont l'échelle varie de 1:25 000 à 1:17 000<sup>ème</sup>.

## Les changements granulométriques

Des relevés granulométriques ont été réalisés sur le linéaire étudié afin de caractériser la composition du fond du lit et de diagnostiquer les éventuelles modifications dans le temps de cette dernière. Nous avons prélevé sur chacun des tronçons délimités 50 particules en surface selon la méthodologie définie par Wolman (1954). Les paramètres de distribution de la population granulométrique ont été mis en relation avec la géométrie du lit afin d'analyser les éventuels ajustements du fond du lit aux changements de forme du cours d'eau.

## Cartographie des contrôles naturels et anthropiques

Afin d'améliorer la compréhension des changements observés, nous avons également établi une cartographie précise de l'ensemble des contrôles naturels et anthropiques s'exerçant sur le linéaire d'étude. Nous avons ainsi localisé les différents ouvrages existants (seuils, endiguements, protections de berges, prises d'eau), les traces d'intervention humaine dans le lit (curages, régâlages, modifications artificielles du tracé ou des profils en travers) ainsi que les contrôles structuraux (affleurements rocheux en berges ou dans le fond du lit, apports sédimentaires de versant).

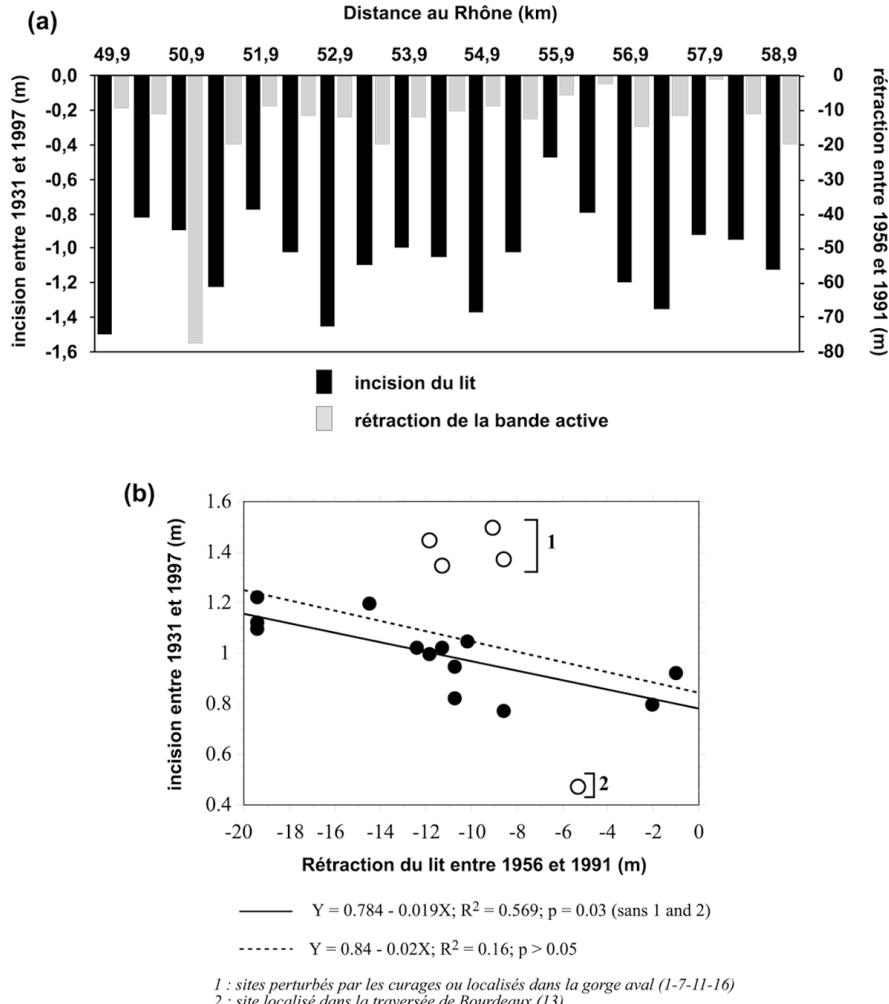


Fig. 2 : Les changements géométriques contemporains du Haut-Roubion ; (a) distribution longitudinale des valeurs d'incision et de rétraction du lit ; (b) relation statistique entre les valeurs d'incision et de rétraction du lit.

## Résultats

### L'incision et la rétraction des bandes actives

Une incision généralisée du profil en long du Roubion est observée sur l'ensemble du tronçon étudié au cours de la période 1931-1996. D'une valeur moyenne de 1,06 m, l'enfoncement du lit présente une variabilité longitudinale relativement importante (Cf. Fig. 2a). Plusieurs paramètres peuvent expliquer cette variabilité : la présence à intervalles réguliers de seuils naturels et anthropiques, l'existence de secteurs maintenus artificiellement larges pour favoriser le dépôt sédimentaire et l'exploitation de ces matériaux. L'incision est également observée sur la Bine et le Soubiron où

elle atteint respectivement des valeurs moyennes de 1,18 m et 0,89 m.

La dégradation du lit s'accompagne d'une rétraction significative des bandes actives. La largeur du lit du Roubion est passée en moyenne de 21,3 m en 1956 à 6,8 m aujourd'hui. Ce phénomène présente également une variabilité spatiale importante (Cf. Fig 2a). La valeur très forte mesurée sur la station 3 (PK 50,90) s'explique par le fait que le tronçon en question est passé d'un style en tresses en 1956 à un style de lit divaguant à bancs alternés aujourd'hui. La Bine et le Soubiron sont également affectés par ce changement puisque le linéaire à bancs de galets visibles représentait respectivement 81 et 34,50 % de leur linéaire hydrographique en 1956 contre 4 % et 1% aujourd'hui. Il apparaît également que la rétraction s'est

manifestée essentiellement entre 1956 et 1972.

Les relevés dendrochronologiques effectués sur les marges de la Bine nous indiquent que la rétraction du lit se serait amorcée au début des années 1950. D'autre part, une relation statistique a été établie sur le Roubion entre les valeurs d'incision et de rétraction (Cf. Fig. 2b). Cette relation montre que les deux phénomènes augmentent simultanément. Pour établir cette relation, nous avons été contraint d'exclure un certain nombre de stations s'éloignant du modèle. Il s'agit notamment des sites dont la géométrie a été modifiée par les curages et régulations ou par les endiguements (traversée de Bourdeaux).

### ***La mise en place du pavage***

Des liens statistiques sont également observés entre les valeurs d'incision et les indicateurs granulométriques mesurés sur la Bine et le Soubrion (Cf. Tab. I). Une tendance à l'augmentation de la taille des matériaux constituant le fond du lit est en effet observée lorsque l'incision augmente. Cette tendance est également observée sur le Roubion. Cependant, si nous prenons en compte l'ensemble des 19 stations de mesure, nous ne pouvons pas mettre en évidence une forte rela-

tion statistique. De nombreuses stations sont en effet perturbées par les curages, d'autres se caractérisent par une absence de pavage liée (1) à l'absence d'éléments grossiers dans l'ancienne bande active ; (2) à la présence de nappes de graviers en transit masquant probablement temporairement les éléments grossiers sous-jacents.

## **Réponses aux changements et propositions de gestion**

Cette étude a permis de mettre en évidence plusieurs types d'ajustements fluviaux à l'extinction progressive de l'activité géomorphologique du bassin versant. L'amenuisement des entrées sédimentaires s'est manifesté sur le Haut-Roubion et ses affluents par une nette tendance à l'incision, à la rétraction de la bande active et à la mise en place d'un pavage stable dans le fond du lit. Les relations statistiques établies entre ces trois processus suggèrent l'existence de liens physiques, déjà mis en évidence par certains auteurs (RICHARDS et CLIFFORD, 1991 ; TSUJIMOTO et KITAMURA, 1996). La colonisation de la bande active par la

	<b>R</b>	<b>p</b>
log I / D50	0,48	0,0141
log I / D16	0,49	0,0118
log I / D84	0,40	0,0409

**Tab. I : Résultats des analyses de régression conduites sur la Bine et le Soubrion entre les valeurs d'incision (log I) et les descripteurs granulométriques (D50, D16 et D84 en mm) ; statistique comprenant 26 individus (15 stations sur la Bine et 11 sur le Soubrion).**

végétation entraîne une canalisation des écoulements induisant le façonnement d'un nouveau chenal, incisé dans l'ancienne surface active. Cette incision semble progresser par évacuation des particules les plus fines (graviers, galets fins) faiblement réalisées par l'amont, générant ainsi une concentration progressive des particules grossières dans le fond du lit (galets grossiers, blocs). Cette forme d'incision est beaucoup plus lente et moins ample par rapport à celle qu'enregistrent les rivières soumises à l'extraction. Néanmoins, elle se manifeste bien souvent sur l'ensemble d'un réseau hydrographique et contribue à réduire fortement les apports de charge de fond à la branche maîtresse alors que celle-ci fait bien souvent l'objet de fortes extractions. Tel est le cas de la Drôme, du Roubion, de l'Eygues ou encore de l'Ouvèze. Cela contribue à accentuer la dégradation de ces tronçons : déstabilisation des ouvrages d'art, altération des boisements ripicoles, réduction de la capacité du réservoir phréatique.

Le tarissement des entrées sédimentaires en provenance des versants s'explique principalement par la forte colonisation végétale enregistrée sur les versants (TAILLEFUMIER, sous presse). Cette colonisation spontanée est consécutive de l'abandon des terrains par la communauté rurale qui a fortement diminué depuis la fin de la seconde guerre mondiale. De nombreux travaux ont en effet démontré que l'augmentation de la couverture



**Photo 1 : Mise en place progressive d'un pavage à blocs liée à l'enfoncement du lit (Ruisseau de la Bine, décembre 1996).**

végétale entraîne une diminution des pics de crue et une réduction de la production sédimentaire (BROCHOT et MEUNIER, 1995). Une autre hypothèse peut également être avancée pour expliquer l'extinction de l'activité géomorphologique du bassin versant : l'existence d'une longue période de calme hydrologique entre 1920 et 1993. Seule la crue de 1960 est venue perturber cette relative accalmie. Il faut cependant relativiser l'éventuelle influence de la chronique des crues sur les changements observés dans la mesure où les fortes crues récentes n'ont pas entraîné une modification des tendances d'évolution géomorphologique. Le pic de crue du 1<sup>er</sup> octobre 1993 a été estimé à 240 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, ce qui représente une valeur supérieure à celle de la crue centennale, calculée à Soyans à 214 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Par ailleurs, ce calme hydrologique n'est pas observé sur l'Ardèche durant cette même période alors que la rivière enregistre les mêmes changements que ceux

observés sur le Roubion (PIÉGAY, 1995). L'Ardèche enregistre une forte rétraction de son lit durant la période 1950-1970 mais le mouvement se ralentit au cours de la période suivante (1970-1990) alors même que celle-ci est caractérisée par des crues de moindre intensité.

Cette étude a permis de diagnostiquer la faiblesse du renouvellement de la charge de fond en transit au sein du Haut-Roubion. Cette charge semble provenir pour l'essentiel du déstockage sédimentaire des affluents. Ce dernier arrivant à son terme du fait de la mise en place du pavage, il apparaît aujourd'hui nécessaire de préserver, voire même de soutenir l'approvisionnement sédimentaire actuel en provenance des versants. L'arrêt des curages et recalibrages est fortement recommandé dans la mesure où ces interventions perturbent la continuité du transit. D'autre part, il semblerait également intéressant de promouvoir des opérations visant à restaurer une

recharge sédimentaire depuis les versants. Ces opérations font actuellement l'objet d'une étude spécifique, conduite en collaboration avec l'Office National des Forêts (Service Départemental de la Drôme) dont l'objectif principal est de localiser les secteurs susceptibles de maintenir, voire d'accélérer la recharge sédimentaire du cours d'eau.

## Remerciements

Cette étude a été financée par le Syndicat Intercommunal du Bassin du Roubion. Nous tenons à remercier particulièrement messieurs Robeiri (SMARD), Chouleur (DDE), Dancette (MISE) et Palluel (Président du Syndicat Intercommunal du Bassin du Roubion). Nous remercions également l'Office National des Forêts (Service Départemental de la Drôme) pour l'assistance technique sur le terrain.

## Bibliographie

- Billi, P., et Rinaldi, M., 1997. Human impact on sediment yield and channel dynamics in the Arno River basin (central Italy), IAHS publ. no 245, proceedings of Rabat Symposium S6, April 1997, human impact on erosion and sedimentation, 301-311.
- Bravard, J. P., et Peiry, J. L., 1993. La disparition du tressage fluvial dans les Alpes françaises sous l'effet de l'aménagement des cours d'eau (19-20<sup>ème</sup> siècle), Zeitschrift für Geomorphologie N. F., Suppl.-Bd. 88, 67-79.
- Bravard, J. P., 1994. L'incision des lits fluviaux: du phénomène morphodynamique naturel et réversible aux impacts irréversibles, Revue de Géographie de Lyon, 69 (1), 5-10.
- Brochot, S., et Meunier, M., 1995. Erosion de badlands dans les Alpes du sud, synthèse, compte-rendu de recherche no. 3, BVRE de Draix, CEMAGREF, 141-174.
- Garcia-Ruiz, J. M., White, S. M., Lasanta, T., Marti, C., Gonzalez, C., Errea, M. P., Valero, B., et Ortigosa, L., 1997. Assessing the effects of land-use changes on sediment yield and channel dynamics in the central Spanish Pyrenees, IAHS publ. no 245, proceedings of Rabat Symposium S6, April 1997, human impact on erosion and sedimentation, 151-158.
- Landon, N., et Piégay, H., 1994. L'incision de deux affluents sub-méditerranéens du Rhône : la Drôme et l'Ardèche, Revue de Géographie de Lyon, 69 (1), 63-72.
- Landon, N., 1997. L'évolution du profil en long des affluents du Rhône moyen : du constat aux principes de gestion, Revue de Géographie de Lyon, 69 (1), 63-72.
- Piégay, H., 1995. Dynamique et gestion de la ripisylve de cinq cours d'eau à charge grossière du bassin du Rhône (l'Ain, l'Ardèche, le Giffre, l'Ouvèze et l'Ubaye). Thèse de Géographie et d'Aménagement, Université Paris IV-Sorbonne, 529 p.
- Piégay, H., Landon, N., Bravard, J. P., Clément, P., et Liébault, F., 1997. Channel incision and potentiality of reversibility : the Drôme River case, France, Proceedings of the Conference on Management of Landscapes Disturbed by Channel Incision, 1997, Oxford (Mississippi), S. S. Y. Wang, E. J. Langendoen, and F. D. Shields, jr. (eds), 488-493.
- Richards, K. S., et Clifford, N., 1991. Fluvial geomorphology : structured beds in gravelly rivers, Progress in Physical Geography, 15, 4, 407-422.
- Schumm, S. A., 1977. The fluvial system, J. Wiley and Sons Ltd, New-York, 338 pp.
- Taillefumier, F., (sous presse). Dynamique du couvert végétal de deux bassins versants affluents du Haut-Roubion (la Bine et le Soubrier), Forêt Méditerranéenne.
- Tsujimoto, T., et Kitamura, T., 1996. River-bed degradation influenced by growth of vegetation along a stream. Proceedings of the 2nd International Symposium on Habitat Hydraulics, Québec, June 1996, published by INRS-Eau, Vol A: A389-A394.
- Wolman, M. G., 1954. A method of sampling coarse river bed material, American Geophysical Union Transactions, 35 (6), 951-956.