

Les sédiments fins des plaines d'inondation dans la vallée du Haut-Rhône

In: Revue de géographie alpine. 1983, Tome 71 N°4. pp. 363-379.

Abstract

Abstract. — The method of grain size image (Passega) is applied to the study of fine-grained alluvial deposits in the plains of the French upper Rhône river. It provides a simple criterion for discriminating the ecological units, demonstrates the spatial variability of grain-size distribution (influence of slope and fluvial models) and the thinning of the load since the 19th century.

Résumé

Résumé. — La méthode de l'image granulométrique (Passega) est appliquée à l'étude des sédiments fins dans les plaines du Haut-Rhône français. Elle fournit un critère simple de différenciation des milieux écologiques, démontre la variabilité géographique des faciès granulométriques (influence de la pente et des modèles géomorphologiques) et un affinement de la charge depuis un siècle.

Citer ce document / Cite this document :

Bravard J.P. Les sédiments fins des plaines d'inondation dans la vallée du Haut-Rhône. In: Revue de géographie alpine. 1983, Tome 71 N°4. pp. 363-379.

doi : 10.3406/rga.1983.2543

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rga_0035-1121_1983_num_71_4_2543

J.-P. BRAVARD *

Les sédiments fins des plaines d'inondation dans la vallée du Haut-Rhône

(Approche qualitative et spatiale)

Mots clés : Haut-Rhône français, Sédiments fins, Granulométrie, Milieux écologiques, Plainnes d'inondation.

RÉSUMÉ. — *La méthode de l'image granulométrique (Passega) est appliquée à l'étude des sédiments fins dans les plaines du Haut-Rhône français. Elle fournit un critère simple de différenciation des milieux écologiques, démontre la variabilité géographique des faciès granulométriques (influence de la pente et des modèles géomorphologiques) et un affinement de la charge depuis un siècle.*

ABSTRACT. — *The method of grain size image (Passega) is applied to the study of fine-grained alluvial deposits in the plains of the French upper Rhône river. It provides a simple criterion for discriminating the ecological units, demonstrates the spatial variability of grain-size distribution (influence of slope and fluvial models) and the thinning of the load since the 19th century.*

* J.-P. Bravard. — Maître-Assistant, Université Jean-Moulin, Lyon-III. Département de Géographie, 74, rue Pasteur, 69239 Lyon-CEDEX 2 et L.A. 260. Géographie Rhodanienne.

INTRODUCTION

L'intérêt récent suscité par les plaines alluviales des grands cours d'eau a privilégié les études portant sur les flux hydriques et le potentiel biologique. La prise en considération des flux minéraux a rarement fait l'objet de bilans synthétiques sur l'ensemble des milieux aquatiques et terrestres des plaines d'inondation.

Les géomorphologues mettent l'accent sur les formes et les processus d'érosion et de construction dans le lit apparent ou sur ses marges immédiates, là où se posent la plupart des problèmes de géographie physique appliquée (J. TRICART, 1978). Les milieux marginaux sont relativement « stables » sur le plan géomorphologique et, d'apparence, ne subissent que la contrainte hydrologique. LEOPOLD et WOLMAN (1957) justifient ce relatif désintérêt en évaluant à 80-90 % le volume des matériaux sédimentés dans le chenal et par accroissement latéral tandis que 10-20 % seulement contribueraient à la genèse de la plaine d'inondation ; GRÉGORY et WALLING (1973) proposent pourtant de rééquilibrer en faveur de la plaine d'inondation ces valeurs enregistrées aux Etats-Unis, dans les régions du globe à inondation fréquente et transport de fines dominant.

La sédimentation fine a fait l'objet d'études localisées et détaillées sur le Haut-Rhône français de la part des naturalistes :

- les hydrobiologistes analysent les milieux rivulaires et les bras morts, sièges de processus d'alluvionnement, car la texture des dépôts conditionne l'adsorption sélective d'éléments fertilisants, d'éléments-traces et la diversité des biotopes colonisés par des populations d'invertébrés (A.-L. ROUX, 1982. p. 36) ;
- les îles et levées proches des chenaux actifs, les « basses » isolées du chenal principal, sont affectées par une sédimentation fine ; l'exhaussement des milieux marginaux influe sur les paramètres hydriques (fréquence d'inondation, profondeur et variation de la nappe) qui déterminent la nature des séquences de végétation semi-aquatiques et terrestres (G. PAUTOU, 1979).

Cette question des flux de sédiments fins préoccupe enfin les aménageurs car le colmatage des réservoirs rend nécessaire les vidanges décennales ; celles-ci mobilisent la charge fluviale de manière soudaine et massive et menacent les circuits de refroidissement des centrales nucléaires comme les champs de captage à réalimentation induite. Les ingénieurs reconnaissent donc depuis peu la nécessité d'une gestion des sédiments fins (P. SAVEY, 1983).

La présente étude suggère une vision spatiale et qualitative des processus de l'alluvionnement dans les plaines d'inondation. La méthode utilisée propose également une évaluation diachronique des flux sédimentaires susceptibles d'implications dans les domaines économique et écologique.

1. — Méthodologie.

La méthode de R. PASSEGA, appliquée à l'environnement, permet de fonder une classification des milieux de plaine alluviale sur le mode de sédimentation de la charge fluviale.

1. a. — *La méthode de R. PASSEGA (1957).*

R. PASSEGA n'est pas le premier à avoir mis en relation les variations de texture des sédiments avec la diversité des milieux mais il a mis au point une méthode permettant d'interpréter les dépôts fossiles à la lumière d'une compréhension des processus présents ; géologue pétrolier, il a fait progresser la connaissance des gîtes stratigraphiques que constituent les accumulations sableuses d'origine fluviale ou littorale.

PASSEGA juge peu utile à son propos l'analyse des courbes cumulatives obtenues par tamisage et densimétrie car, la fraction fine et la fraction grossière d'un échantillon étant des facteurs indépendants, les coefficients de triage et d'obliquité qui mesurent les caractères du sédiment total sont inadéquats. PASSEGA propose d'extraire deux paramètres de la courbe granulométrique :

- la médiane, M, représente le mieux l'ensemble du dépôt ;
- le percentile le plus grossier, C, représente la fraction grossière et mesure la compétence d'un courant.

M est porté en abscisse et C en ordonnée sur un diagramme logarithmique de telle manière qu'un échantillon est figuré par un point. 20 à 30 points correspondant à la gamme des sédiments mis en place par un agent de transport, forment un nuage où modèle C-M d'un dépôt ; ils suffisent à caractériser son « image granulométrique » (Pour une présentation du diagramme, voir L. BERTHOIS, 1975, p. 110-112).

R. PASSEGA (1957) a construit les images d'agent de transport connus ; grâce aux études approfondies réalisées en 1939 sur la charge solide du Mississippi il a pu mettre en relation les dépôts fluviaux et les modes de transport des sédiments fins en explicitant la position des points sur l'image granulométrique. Il peut être utile de rappeler l'essentiel :

- les sédiments les plus grossiers du Mississippi sont roulés sur le fond et se mélangent avec la suspension graduée ; ils sont localisés dans le tronçon PQ de l'image (fig. 1) ;

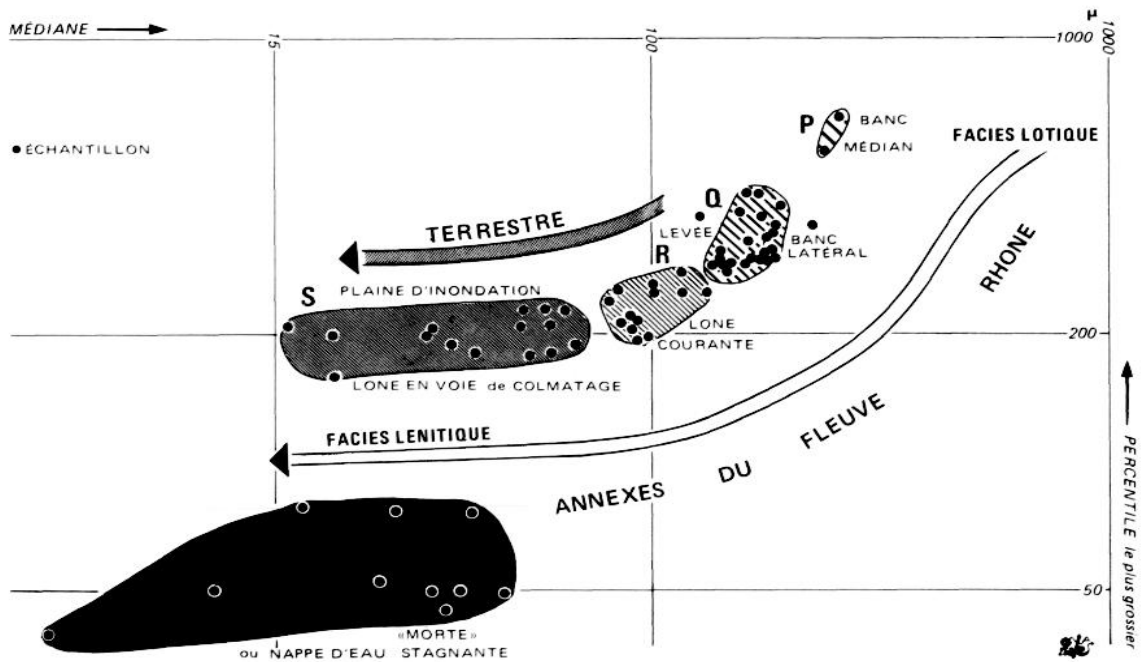


Fig. 1. — Les sédiments fins actuels de la plaine alluviale de Brégnier : milieux géographiques et granulométrie.

- les dépôts de la berge semi-aquatique du fleuve présentent des structures sédimentaires ; ils sont issus d'une suspension graduée, c'est-à-dire formés par la fraction la plus grossière d'une suspension dont les éléments sont soulevés par la turbulence de fond. Ils sont localisés dans le tronçon QR de l'image (C est proportionnel à M) ;
- les secteurs de débordement au-delà de la rive ou les plans d'eau calmes reçoivent des sédiments dont la taille des grains est inférieure à 250 μ . Ces dépôts, issus de « suspensions uniformes », se font lentement à travers des eaux de fond qui ne sont pas assez turbulentes pour les classer et ne présentent pas de structure. Ils sont localisés dans le secteur RS de l'image (C est constant, M est variable).

L'analyse granulométrique de sédiments fins récoltés par sondages dans des dépôts anciens permet de construire une image de ces dépôts et donc de reconnaître l'agent de transport. Le géologue peut ainsi repérer les sédiments fins provenant de courants de traction, fluviaux ou marins et les distinguer des sédiments d'origine pélagique. Les premiers sont particulièrement favorables à l'accumulation de pétrole lorsque les suspensions graduées sont bien développées.

R. PASSEGA (1969) a proposé ensuite une présentation cartographique des faciès granulométriques dans le but de localiser les tendances de perméabilité des sédiments. Il suggère également une intégration possible de ces données avec d'autres indicateurs du milieu tels que la faune et les structures sédimentaires (p. 251). Cette méthode permet d'esquisser une

répartition qualitative et spatiale des flux de sédiments fins responsables du colmatage et de l'exhaussement des divers milieux ou « ensembles fonctionnels » (A.-L. ROUX, 1982) de quelques plaines rhodaniennes. Le diagramme de PASSEGA permet une confrontation visuelle des faits de terrain (les échantillons étant prélevés suivant une partition de l'espace géomorphologique réalisée a priori) et des mécanismes responsables de dépôt. Il fonde une classification dynamique des formes de la plaine alluviale, qu'elles soient aquatiques ou terrestres.

1. b. — *Le choix des échantillons correspondant à des dépôts récents.*

Les sédiments ont été récoltés dans une gamme de milieux la plus variée possible de manière à obtenir une image complète :

- bancs de sable du chenal actif découverts à l'étiage de 150 m³/s ;
- fonds et berges de lônes ou bras abandonnés ;
- levées alluviales colonisées par la saussaie, l'aulnaie blanche et la frênaie ;
- plaine d'inondation.

Les points de prélèvement, repérés avec précision, sont tous superficiels et correspondent dans la mesure du possible à des échantillons homogènes (PASSEGA, 1964) déposés par les crues d'hiver. Les sédiments les plus grossiers sur lesquels aient porté les analyses sont de la classe des sables (diam. 2 mm) ; le choix a donc été fait d'exclure les bancs de galets et cailloux à matrice sableuse du fond du chenal et de quelques bancs de convexité car les dépôts sont en fait des mélanges correspondant à l'infiltration de sable dans les vides laissés entre les galets ; EYNON et WALKER (1974) estiment gênant d'utiliser la médiane pour caractériser un dépôt bimodal dans la mesure où la taille des galets, représentée par C, peut être la même en deux échantillons mais où la médiane peut différer si une matrice sableuse s'est déposée par la suite. Cette restriction exclut du champ de l'étude une partie du chenal vif correspondant à l'eupotamon hyperlotique et lotique (A.-L. ROUX, 1982).

La question de la charge caillouteuse est d'ailleurs rendue complexe par le fait que ce matériau est, sur de nombreux tronçons, hérité d'une mise en place tardiglaciaire voire holocène ; des remises en mouvement sont fréquentes sur les secteurs rétrécis par l'endiguement ou de forte pente mais le volume transité annuellement serait faible, suivant les estimations de la C.N.R.

2. — Les sédiments fins des plaines du Haut-Rhône.

Cette première approche de la question excluant une étude exhaustive, les analyses ont porté essentiellement sur la plaine alluviale de Brégnier-Cordon (Ain). L'image obtenue sera précisée ultérieurement mais peut servir de référence pour esquisser une comparaison des plaines entre elles.

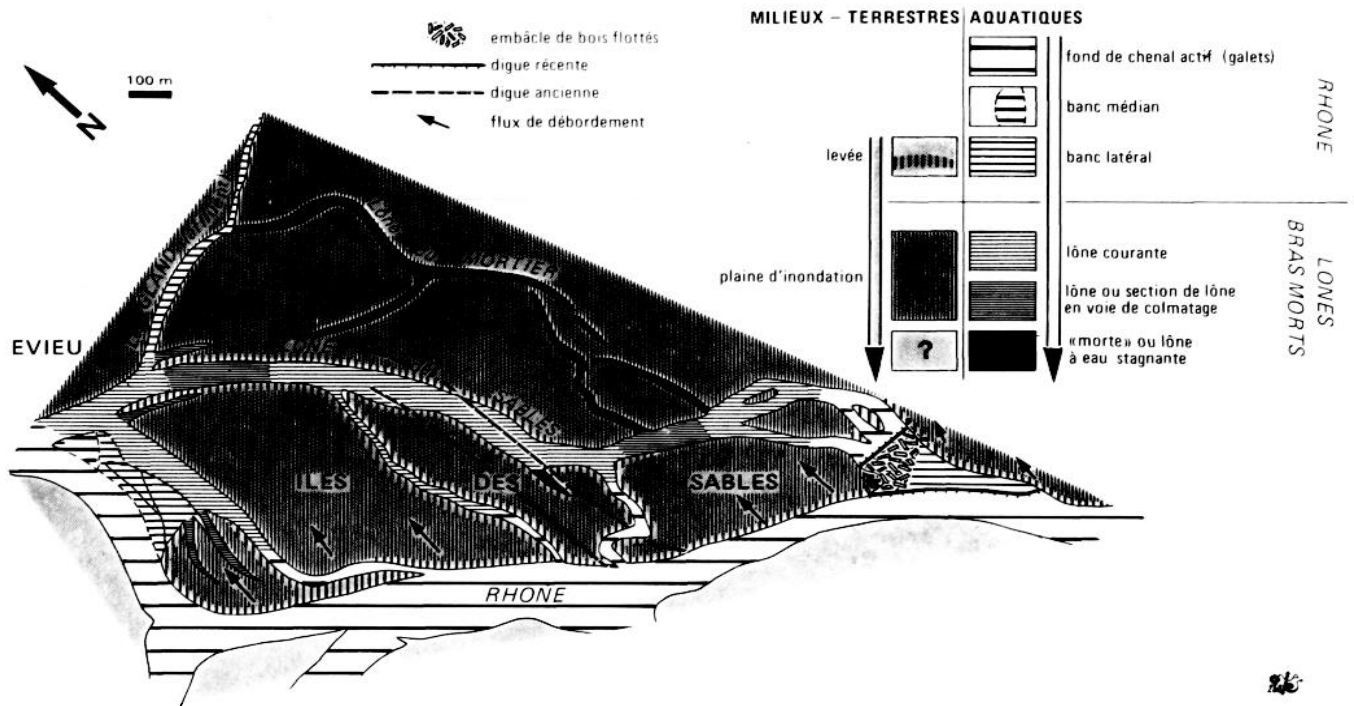


Fig. 2. — Répartition des sédiments actuels dans un secteur de plaine alluviale

2 a. — La plaine alluviale de Brégnier-Cordon (fig. 1 et 2).

A sa sortie du Jura méridional, le Rhône conserve les reliques d'un faciès anastomosé remarquable. Les travaux d'endiguement submersible réalisés dans les années 1880 pour les besoins de la navigation à vapeur ont été partiellement oblitérés par l'effet d'un exhaussement du profil en long (J.-P. BRAVARD, 1982). Cette dynamique accroît la fréquence relative des inondations à débit égal et exagère la vitesse des processus d'alluvionnement.

La pente du chenal (0,7 ‰ en moyenne) et les conditions hydrauliques sont favorables à la mobilisation d'une charge grossière dans l'axe des bras à courant vif :

— Débit semi-permanent	390 m ³ /s
— Etiage absolu	90 m ³ /s
— Crue centennale	2 600 m ³ /s

(Source : C.N.R.)

Les levées de berge sont les formes les plus nettes de ce secteur ; elles accompagnent tous les chenaux actifs classés dans l'eupotamon par les biologistes. L'exhaussement est le plus marqué sur les marges des îles des Sables en amont du pont d'Evieu (PAUTOU, 1972). Il s'agit de sable fin car c'est compris entre 250 et 450 μ , M entre 130 et 200 μ . Ces levées correspondent parfaitement au tronçon QR de PASSEGA, soit aux dépôts issus de suspensions graduées. En crue, la turbulence du fleuve est telle que les sables fins sont projetés hors du lit ordinaire ; la chute brutale de compétence au-delà de la partie haute de la berge ainsi que l'effet de peignage procuré par la ripisylve provoquent une sédimentation dans les premiers mètres, l'extension latérale du phénomène dépendant largement de la puissance de la crue.

Au même sous-ensemble appartiennent la plupart des *bancs sableux du chenal* du fleuve aujourd'hui resserré entre des digues submersibles ; ces bancs, découverts à l'étiage (150 à 200 m³/s), se forment dans les secteurs abrités correspondant à l'eupotamon de faciès lénitique. La granulométrie étant exactement la même que celle des levées on peut supposer que les sables sont remis en suspension lors des crues et projetés lors des débordements.

Ainsi des formes très distinctes, appartenant soit au milieu terrestre, soit au milieu sous-aquatique et mises en place par des processus hydrobiologiques très différents peuvent être formées par le même matériel. En réalité, si la distinction est nette dans les tronçons endigués, elle est sans intérêt dans les secteurs présentant une courbure de méandre convexe (Îles d'Evieu), car les mêmes placages sableux s'étendent du chenal aux levées internes.

— Les secteurs de la plaine où des sables moyens (en fait C/500 μ et M/200 μ) peuvent se déposer sont très rares ; dans l'état actuel du repérage cela ne concerne qu'un banc médian découvert à l'étiage à l'aval des îles des Sables, dans un secteur où la divagation du Rhône est possible. Comme le fond du chenal, en milieu lotique, est pavé de galets, la question se pose de l'absence des sables moyens et grossiers dans les dépôts contemporains ; si les conditions hydrodynamiques sont tout à fait favorables à leur mobilisation ne faut-il pas envisager leur absence dans la charge, même en période de crue ?

— Les sédiments de colmatage des lônes et bras morts, compris dans les classes des sables fins, limons et argiles sont de trois types :

- les lônes « courantes », telle la lône des Sables, considérée comme un élément de l'eupotamon, subissent un faible colmatage par des sables fins (C = 200-300 μ , M = 80-120 μ). Ces bras actifs sont partiellement barrés à l'amont par des enrochements non maçonnés qui laissent filtrer l'eau et sont submergés par les crues ; le courant

est donc périodiquement capable de produire un effet de chasse si bien que l'accumulation est ralentie par des remises en suspension. A l'amont une double digue — rendue nécessaire par l'exhaussement du chenal principal depuis 1885 — a produit un effet d'embâcle et réduit depuis quelques années l'efficacité des purges mais deux bras actifs déversent plus à l'aval l'eau du chenal principal ;

- un deuxième sous-ensemble correspond aux tronçons de lônes courantes situés à l'amont de confluences ; un effet de barrage freine le courant et provoque le dépôt de suspensions uniformes ; C est compris entre 180 et 230 μ valeurs égales à celles de ce paramètre dans les milieux de « lône coutante », mais M se situe entre 15 et 70 μ .

De manière générale cette granulométrie caractérise les milieux soumis à des flux hydriques et minéraux en provenance du chenal principal mais à courant très lent ; les lônes isolées à circulation d'eau phréatique susceptible d'opérer un classement présentent également des sédiments superficiels de cette nature.

- Le troisième sous-ensemble regroupe des milieux aquatiques marginaux, soumis à la crue et à des flux minéraux débarrassés des éléments les moins fins qui ont été « peignés » à la surface de la plaine. Les sédiments de colmatage sont des « turbidites » déposés dans des plans d'eau libre et stagnante, les milieux « pélagiques » des hydrobiologistes. C'est compris entre 40 et 80 μ , M entre 5 et 40 μ . De tels sédiments caractérisent les « mortes », anciens bras recoupés de type « ox-bow-lakes », certaines lônes mises en eau par l'aval ou par remontées de nappe phréatique.

— *La plaine alluviale*, boisée pour mise en culture, subit un lent exhaussement par limonage de crue ; les dépôts superficiels sont des suspensions uniformes très proches du second sous-ensemble des lônes. La sédimentation est favorisée par la présence d'une végétation basse de type herbacé mais semble très limitée sur les champs cultivés. Dans le secteur de Brégnier les dépôts peuvent atteindre 2 à 3 mètres d'épaisseur car l'exhaussement du chenal permet un piégeage des fines dans la plaine latérale.

2 b. — *Les Plaines du Haut-Rhône :* *différenciation par la granulométrie (fig 3 a et 3 b).*

Les images granulométriques de quelques secteurs du Haut-Rhône, réalisées avec un nombre minimum de points, ont été portées sur un diagramme de PASSEGA de manière à esquisser une première comparaison.

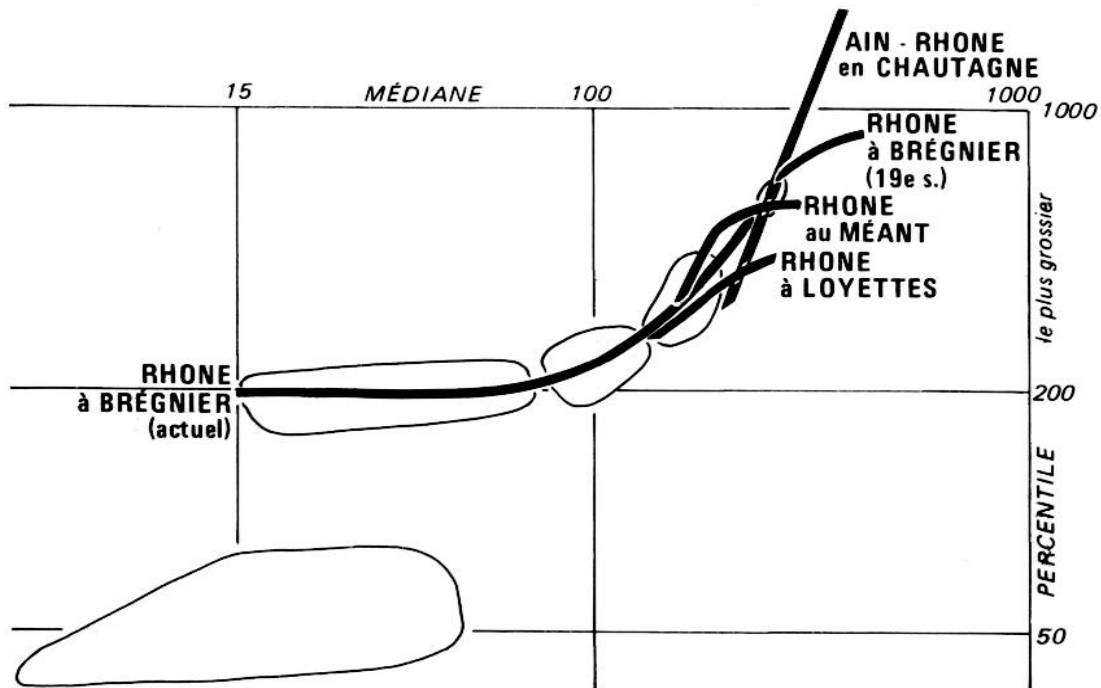


Fig. 3 a. — Esquisse de quelques images granulométriques passées et présentes dans les plaines du Haut-Rhône.

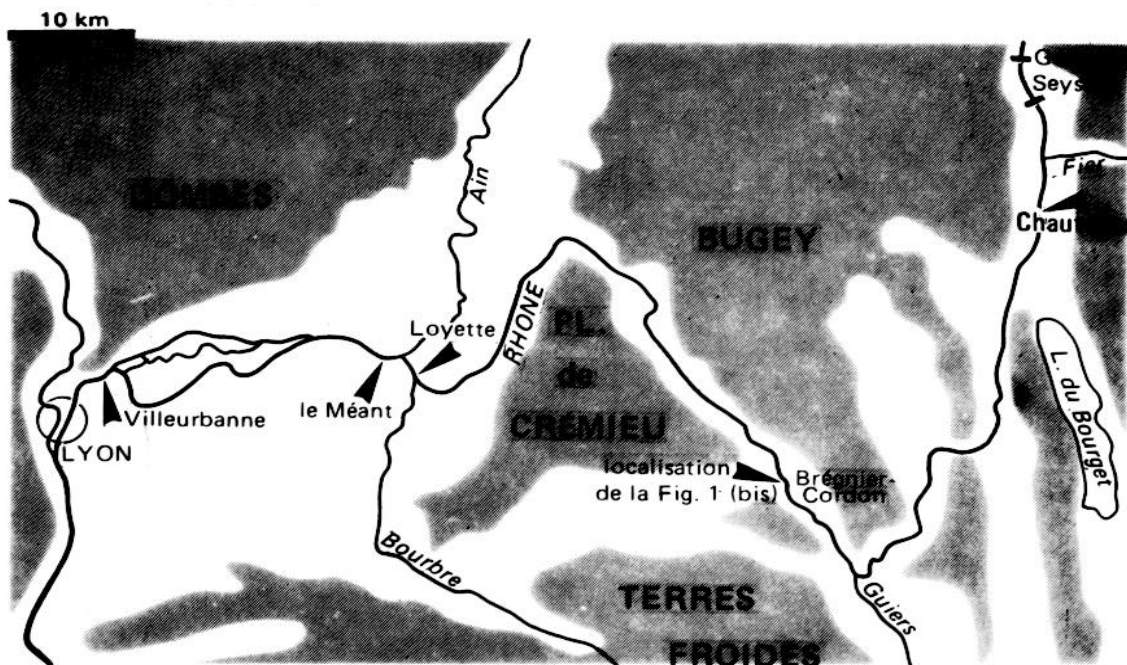


Fig. 3 b. — Localisation des secteurs d'étude.

Les secteurs analysés ont été les suivants :

- le Rhône dans le secteur des Iles de la Malourdie, en Chautagne ;
- l'Ain aval entre le pont de Port-Galland et le confluent avec le Rhône ;
- le Rhône en amont du confluent avec l'Ain sur les deux rives ;
- le Rhône en aval du confluent, en rive droite, sur les berges de l'île du Méant.

Ces premiers résultats permettent d'observer une surprenante diversité de dépôts.

— Quels que soient les tronçons de l'Ain ou du Rhône les dépôts sont les mêmes dans les plaines d'inondation qui accompagnent le fleuve ou dans les bras morts. Ce sont des dépôts issus de suspensions uniformes dont l'occurrence dépend de la présence de bras morts ou de lônes susceptibles de piéger les fines en eau calme et d'une pente de la vallée suffisamment faible ; ces dépôts sont épais dans la plaine du Bouchage-Brangues à l'aval du tronçon de Brégnier mais très minces dans la plaine d'inondation de l'Ain parcourue par les courants de débordement actif (pente de 1,8 ‰). Des processus analogues ont été décrits dans les « bottoms » de la basse Missouri (SCHMUDDE H., 1963) qui juxtaposent dans chaque convexité de méandre les secteurs de courant et les secteurs d'inondation passive ; sur le Haut-Rhône la localisation de ces processus dépend essentiellement de la pente de la vallée et de facteurs locaux tels que les effets de confluence et la densité du couvert végétal.

— Les levées de berge et les bancs de chenal sableux sont donc les seules unités géomorphologiques du lit majeur qui présentent des variations significatives de l'image granulométrique. La différenciation se fait dans la fraction sableuse au-dessus d'un seuil situé dans la partie de l'image correspondant à la suspension graduée.

	C μ	M μ
Brégnier	300 — 450	120 - 200
Loyettes	300 — 430	160 - 250
Méant	300 — 600	160 - 300
Ain et Chautagne	300 — 1 600	160 - 350

L'image des dépôts de berge du Méant est très nettement influencée par les apports de l'Ain. Le cas de cette rivière est tout à fait différent de celui du Rhône, car le sable ne se dépose pas sur des levées de berge mais à l'arrière de bancs de convexité caillouteux édifiés dans le contexte d'un faciès à méandres. La forme de l'image pose dans ce cas un problème délicat. Le coude OPQ de l'image théorique complète de PASSEGA — expliquée par

le fait que les sédiments de taille intermédiaire entre ceux qui sont transportés en suspension graduée et ceux qui sont roulés sont rares — n'existe pas dans les dépôts sableux de l'Ain. EYNON et WALKER (1974) qui ont observé la même particularité sur certains cours d'eau estiment que cette inflexion n'existe pas sur les rivières à courant de crue très rapide car, suivant le niveau de l'eau, des sables peuvent être soit en suspension soit roulés ; cette interprétation serait une justification supplémentaire à la classification des tronçons étudiés qui place le Rhône en Chautagne dans la même catégorie que l'Ain...

Quels sont les facteurs susceptibles d'expliquer cette variation des paramètres sédimentologiques, C en particulier ? On peut envisager en premier lieu la compétence du cours d'eau par le jeu de la pente et de la torrentialité du régime ; l'image courte et surbaissée de Loyettes s'expliquerait ainsi dans un tronçon où la pente est voisine de 0-1 à 0-2 ‰ .

En fait une étude rétrospective des conditions de la sédimentation au XIX^e siècle conduit à privilégier la charge disponible.

3. — **Éléments d'une étude rétrospective de la sédimentation fluviale fine.**

3 a. — *La sédimentation au XIX^e siècle dans la plaine de Brégnier.*

La multiplication des grands travaux dans les plaines du Haut-Rhône permet l'observation de très nombreuses coupes de terrain. De manière générale les sables et les limons font leur apparition au sommet des profils sur une épaisseur de quelques décimètres alors qu'ils sont absents dans la masse des alluvions grossières tardi-glaciaires et holocènes accumulées sur de fortes épaisseurs dans les secteurs où le profil d'équilibre du fleuve présente une tendance à l'exhaussement. Ce phénomène est particulièrement net dans la plaine de Brégnier-Cordon, entre Glandieu et Evieu.

Les échantillons sableux prélevés à la base de limons se présentent en lits horizontaux épais de plusieurs dm à 1-2 m ou en stratification entrecroisée sur les marges de bancs de galets ; les courbes granulométriques obtenues ont permis de porter les paramètres C et M sur le diagramme de PASSEGA de façon à comparer l'image actuelle avec une image plus ancienne ; l'évolution de la sédimentation est frappante :

- la dynamique fluviale du XIX^e siècle permettait le dépôt de sables moyens et grossiers dans la plaine de Brégnier. Alors que le paramètre C des bancs de chenal et des levées actuelles ne dépasse pas 450 μ , il atteignait 850 μ M étant revenu de 350 μ à 180 μ . (Dans les sédiments holocènes sableux, C = 1 100 μ et M = 300 μ , ce qui donne une image de type Chautagne) ;

- Alors que la sédimentation sableuse actuelle ne concerne qu'une superficie réduite puisqu'elle est limitée aux rives et aux levées des chenaux actifs de type « eupotamon », elle couvrait au XIX^e siècle l'ensemble du lit majeur ;
- Inversement la sédimentation limono-sableuse issue de suspensions uniformes, très caractéristique des conditions qui dominent de nos jours en arrière des levées et dans les bras abandonnés, ne se rencontrait que de manière très occasionnelle sous la forme de lentilles interstratifiées dans la masse caillouto-sableuse et elle était toujours très pauvre en matière organique.

En somme l'image granulométrique ancienne, en forme de S couché, était décalée vers des fractions plus grossières.

3 b. — *Impact de l'endiguement et modification de la charge fluviale (XIX^e siècle).*

Comment expliquer de telles mutations ? Il semble que pour simplifier on puisse chercher à résoudre deux questions différentes, à savoir l'apparition massive des limons sableux et la quasi-disparition des sables moyens et grossiers.

Jusqu'en 1886 le Rhône présentait dans ce secteur un faciès tressé, de multiples bras peu profonds enserrant des îles et îlons graveleux ou sableux, mal fixés par de maigres saulaies-peupleraies. La courbure très accentuée de certains bras, actifs ou abandonnés, comme l'ancien bras de Glandieu, permet de qualifier ce faciès d'anastomosé (coeff. de sinuosité : 1,5).

La « bande fluviale active », caractérisée par le déplacement des chenaux et le remaniement des formes construites, couvrait environ la moitié du lit majeur ; les bras abandonnés par recoupement des sinuosités les plus fortes étaient susceptibles de subir un colmatage limoneux mais dans l'ensemble le lit majeur n'était pas propice à la rétention des limons. A l'état naturel les bras multiples étaient parcourus par un courant rapide ; les secteurs de dépôts étaient les îles et les berges balayées par les eaux mais sièges de la sédimentation sableuse ; les secteurs de plaine temporairement délaissés par la bande fluviale active et donc susceptibles de recevoir des fines n'échappaient pas longtemps à un retour de chenaux actifs donc, au remaniement et à l'exportation vers l'aval des limons déposés.

Les interventions agricoles du temps favorisaient ce balayage puisque le défrichement était intense, les coupes de bois systématiques ; de maigres fascinages s'opposaient seuls à la divagation des chenaux.

— En 1886 l'endiguement « submersible » du Rhône était terminé ; destiné à offrir un chenal unique et stable à la navigation en eaux basses et moyennes, et, accessoirement, à protéger les terres de la « corrosion », il devait avoir des effets imprévus :

- il favorisa sans doute le développement des bourrelets de berge sableux, hauts de 1 à 2 m, qui ceinturent le chenal principal et les bras, coupés par des digues à l'amont, qui conservent un écoulement. La fixité des berges et la phytostabilisation par abandon des coupes de bois ont permis la construction de levées alors qu'elles semblent avoir été absentes du système tressé naturel ;
- l'endiguement a créé la « lône », bras abandonné dont le colmatage amont semble nettement favorisé par l'endiguement. Encore convient-il de signaler que la situation est très particulière dans la plaine de Brégnier où l'exhaussement du profil d'équilibre a élevé la ligne d'eau, maintenu la circulation dans des bras endigués et même autorisé leur exhaussement par le cailloutis (lône des Sables en particulier) ; dans l'ensemble cependant, les lônes sont le siège d'un colmatage par les limons ;
- enfin l'endiguement a favorisé le limonage dans la plaine d'inondation par fixation des sables sur la levée et par blocage de la bande fluviale active. L'ensemble des Iles d'Evieu (PAUTOU et al., 1976) en est la preuve a contrario puisque la libre divagation du Rhône y favorise l'extension d'une sédimentation sableuse. De manière convergente l'extension de la ripisylve et des prairies au XX^e siècle favorise la sédimentation fine dans les secteurs soumis à une inondation active.

Si l'endiguement submersible réalisé depuis un siècle a eu pour effet de piéger les limons dans les plaines du Haut-Rhône — cette généralisation doit être soumise à vérifications — en revanche, la disparition des sables grossiers est plus difficile à expliquer :

— les conditions hydrodynamiques n'ont pas changé au point de réduire la compétence du fleuve au transport des sables fins en suspension graduée ; les mouvements locaux de galets et l'incision récente du lit attestée par les mesures de la C.N.R. le prouvent.

— même si le sable grossier se dépose par bancs de petite taille ou peut former la matrice des alluvions caillouteuses, il est quasiment absent du secteur, ne se dépose pas à l'aval des Basses Terres où la pente diminue. Il faut donc émettre l'hypothèse d'une modification de la charge fluviale depuis environ un siècle. Cela pourrait s'expliquer par l'effet de rétention occasionné par les réservoirs hydroélectriques du cours amont ; en fait le produit des vidanges récentes concerne des sédiments très semblables à ceux

qui constituent les dépôts alluviaux de la plaine de Brégnier mais il est vrai que les éléments les plus grossiers peuvent être retenus en tête de réservoir.

La cause essentielle d'un affinement de la charge fluviale pourrait résider dans une protection accrue des pentes du bassin versant, en particulier des collines molassiques et glaciaires du piedmont savoyard, depuis la crise de l'économie de coteau et la conversion herbagère. Il est en somme curieux de constater que cette hypothétique modification de la charge serait contemporaine des travaux d'endiguement qui ont favorisé la rétention des sables fins et limons dans les plaines alluviales.

Ces remarques ne peuvent pas être généralisées à la stabilité des tronçons du Haut-Rhône car le Rhône court-circuité en Chautagne, la rivière d'Ain conservent le sable grossier dans leur image granulométrique ; or ces deux secteurs présentent l'originalité de connaître une incision (continue pour l'Ain, contemporaine pour le Rhône en Chautagne). C'est alors le remaniement des alluvions caillouto-sableuses holocènes qui, dans ces deux cas, alimenterait la charge en sable grossier.

3 c. — *Les implications d'ordre économique et écologique.*

A l'état naturel il existe une bonne corrélation entre la pente d'une vallée et la fertilité des terroirs de plaine ; le secteur le plus riche du Haut-Rhône était la plaine des Basses Terres à l'amont du défilé de Saint-Alban où le remou des fortes crues permettait une sédimentation très fine. En revanche les secteurs les plus ingrats étaient les lits majeurs caillouteux en forte pente tels que Chautagne amont, la plaine de Brégnier, les brotteaux de l'Ain et du Rhône entre Miribel et Lyon. La toponymie et les textes (délibérations des Conseils municipaux, enquêtes officielles, rapports des Ponts et Chaussées et plaintes diverses) confirment la réalité d'apports sableux grossiers ou « sable cru » ; l'exhaussement de ces plaines était freiné par les courants de crue balayant la plaine d'inondation et ne déposant que lors du retrait des eaux (les brotteaux du cours aval de l'Ain sont restés caillouteux depuis leur abandon par la rivière depuis plus d'un siècle et malgré leur submersion régulière). Paradoxalement, les grands marais comme la Chautagne et Lavours fixaient les éléments les plus fins sur leurs marges proches du chenal car leur mise en eau, en freinant le courant de crue, abaissait la compétence du courant de débordement ; le marais de Lavours, en position d'abri, a davantage piégé les fines que le marais de Chautagne situé dans l'axe du Val. On conçoit donc qu'en Chautagne l'endiguement insubmersible du fleuve n'a rien apporté aux riverains sur le plan agricole : les secteurs caillouteux n'ont plus reçu du sable et ne se sont même asséchés par l'effet de creusement et les marais n'ont plus reçu de limon. L'endiguement a été bénéfique dans les secteurs de stabilité du profil d'équilibre ou d'exhaussement lorsqu'il a été réalisé de manière à être

submersible ; il a donné la fertilité à certaines plaines (Rochefort-Yenne, Brégnier, Saint-Maurice-de-Gourdans, Vaulx-Villeurbanne, mais ce dernier cas est particulier). Il est curieux de constater que le loi de 1858 en refusant la protection contre l'inondation à ces plaines a en revanche créé de toutes pièces les conditions de la prospérité agricole un siècle plus tard ; le retour contemporain de l'agriculture vers les plaines du lit majeur, terres d'élection du maïs, doit sans doute un peu à cet effet induit des travaux destinés à promouvoir la navigation au siècle dernier.

Cet impact a sans doute eu une importance considérable sur le plan écologique. Les modifications subies par la morphologie fluviale ont profondément affecté les flux latéraux de matière minérale dans l'écosystème de la vallée. Aux XVIII^e et XIX^e siècles, avant endiguement, les cartes et textes témoignent d'une large extension spatiale de la saulaie sur les îles et les berges ; la végétation était maintenue à des stades pionniers et juvéniles sur un substrat grossier, perméable, caractérisé par une nappe phréatique à forte variation et faible profondeur moyenne. L'aunaie blanche qui exige une nappe plus profonde était probablement présente à l'état de tâches diffuses sur les îles les plus hautes.

L'endiguement submersible des plaines comme celle de Brégnier en superposant aux sables une couche limoneuse d'épaisseur variable a modifié les conditions d'hydromorphie, les mouvements verticaux de la nappe, la fertilité du substrat. Il est probablement à l'origine de l'extension spatiale de certains groupements végétaux tels que la frênaie à chêne pédonculé en arrière et en contre-bas des levées sableuses, l'aunaie à *A. glutinosa* dans les milieux déprimés à colmatage épais. En somme l'endiguement submersible aurait indirectement favorisé la descente de certaines espèces comme le chêne dans le lit majeur du Haut Rhône ; un paysage de saulaies basses, ouvertes par le fleuve et les hommes, aurait quasiment disparu au profit d'un paysage de forêt alluviale. Les travaux auraient alors substitué un paysage de la France des plaines à un paysage de type semi-torrentiel et submontagnard dont le cours aval de l'Ain est le dernier témoignage.

CONCLUSION

En complément de la caractérisation géomorphologique et de la datation des formes aquatiques et terrestres d'une plaine alluviale, il est possible d'esquisser une géographie des dépôts récents réalisés par les crues. L'esquisse cartographique est fondée sur une typologie génétique des sédiments dans la mesure où ils sont définis par des paramètres granulométriques étroitement corrélés au mode de transport et de dépôt.

Cette démarche permet également d'établir des passerelles avec d'autres disciplines concernées par l'étude des plaines alluviales :

- l'écologie animale et végétale car les flux minéraux conditionnent la nature des substrats et des sols. Les milieux aquatiques et semi-aquatiques colmatés datent pour la plupart d'une centaine d'années sur le Haut-Rhône ; leur extension, corrélative de la quasi-disparition du tressage fluvial, s'accompagne d'une fossilisation des sédiments sableux de la plaine sous une couche limoneuse et fertile d'épaisseur variable. Il est probable que ces modifications d'origine anthropique ont contribué à modifier la nature et l'extension des formations végétales de plaine et à intensifier la pression humaine sur les espaces riverains ;
- l'archéologie urbaine peut enfin tirer profit d'une reconstitution des paléo-environnements contemporains des grands sites urbains de plaine alluviale, tels Lyon et Vienne de l'époque gallo-romaine.

REMERCIEMENTS. — Cette étude a été réalisée grâce à l'appui matériel de l'A.S.P. PIREN n° 3 du C.N.R.S., à la collaboration technique de R. Petiot (Labo. Rhod. de Géomorphologie - C.N.R.S. LA 260 et Université Lyon II), de P. Michelot et P.-G. Salvador. La présentation graphique est due à C. Danière (LA 260).

BIBLIOGRAPHIE

- BERTHOIS L., 1975. — *Les roches sédimentaires*. Etude sédimentologique des roches meubles. Noin Ed. Paris, 278 p.
- BRAVARD J.-P., 1982. — *A propos de quelques formes fluviales de la vallée du Haut-Rhône français*. Rev. Géogr. Lyon 1, p. 39-48.
- EYNON G., WALKER R.-G., 1974. — *Facies relationships in pleistocene outwash gravels, Southern Ontario : a model for bar growth in braided rivers*. Sedimentology 21. 1, p. 43-70.
- GREGORY K.-J., WALLING D.-E., 1973. — *Drainage Basin Form and Process*. A geomorphological approach. E. Arnold Publ. London (458 p.).
- LEOPOLD L.-B., WOLMAN M.-G., 1957. — *River Channel patterns ; braided, meandering and straight*. US geol. Survey. Prof. Paper. 282-B, 39-85.
- PASSEGA R., 1957. — *Texture as characteristic of clastic deposition*. Bull. Petrol. Geol. 41 (9), 1952-84.
- PASSEGA R., 1964. — *Grain size representation by CM patterns as a geological tool*. Journal of Sediment. petrol. 34 (4), 830-847.
- PASSEGA R., 1969. — *Grain size image of clastic deposits*. Sedimentology. 13, 233-252.
- PAUTOU G., MERIAUDEAU R., GILOT B., THOMAS J., AIN G., 1976. — *Le lit du Rhône à la sortie du Jura : formation des îles, évolution de la végétation, genèse des biotopes larvaires à moustiques*. Rev. Géogr. Alpine, p. 289-309.

- PAUTOU G., GIREL J., LACHET B., AIN G., 1979. — *Recherches écologiques dans la vallée du Haut-Rhône français*. Doc. carto, écol., Univ. sc. et méd. Grenoble, XXII, p. 5-64.
- ROUX A.-L. (ouvrage collectif publié sous la direction de), 1982. — *Cartographie polythématique appliquée à la gestion écologique des eaux*. Etude d'un hydro-système fluvial : le Haut-Rhône français. Edit. C.N.R.S., Centre Région. Publ. Lyon, 116 p.
- SAVEY P., 1982. — *Plaine et domaine fluvial*. Rapport général présenté dans le cadre du colloque de Propriano sur la gestion des sédiments. Bull. B.R.G.M. (2), III, n° 1, p. 49-65.
- SCHMUDDE T.-M., 1963. — *Some aspects of land forms of the Lower Missouri River floodplain*. Annals of the Ass. of Americ. geogr., vol. 53-1, 60-73.
- TRICART J., 1978. — *Géomorphologie applicable*. Masson. Ed. Paris.